

ПРАКТИЧЕСКИЙ КУРС

МОРЕХОДНАЯ
АСТРОНОМИЯ

Н.А.Верюжский

Н.А. Верюжский

МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО РЕШЕНИЮ
АСТРОНАВИГАЦИОННЫХ ЗАДАЧ**

Учебное пособие

**Рассмотрено Службой речного флота
Министерства транспорта РФ
в качестве учебного пособия для
судоводителей и учащихся судоводительской
специальности учебных заведений
водного транспорта**

**Москва
ТрансЛит
2007 г.**

ББК 39.471.4

В 37

В 37

Н.А. Верюжский. Практическое пособие по решению астронавигационных задач. Учебное пособие. М., ТрансЛит 2007 г. 160 с.

Учебное пособие составлено в соответствии с действующей учебной программой по курсу “Мореходная астрономия” для подготовки специалистов судоводительской специальности и содержит некоторые общие теоретические положения по определению места судна астронавигационными методами, а также типовые задачи с подробным объяснением решений табличными способами.

Предназначено для подготовки студентов очного и заочного обучения судоводительской специальности, а также будет полезно для использования судоводителями в их практической деятельности.

ISBN 5-94976-645-8

© Верюжский Н.А., 2007

© Издательство ТРАНСЛИТ, 2007.

ГЛАВА 1

Основы определения места судна на море по наблюдениям небесных светил.

1.1. Основные астронавигационные параметры и их изолинии.

На основании общих принципов судовождения известно, что суда во время плавания перемещаются по поверхности Мирового океана, являющейся частью поверхности Земли, и для целенаправленного и безопасного перемещения судна на море необходимо на любой заданный момент времени знать место судна на земной поверхности.

Задача определения места судна решается методами морской навигации: **методом счисления и методом обсерваций.**

Метод счисления основан на учете перемещения судна относительно точки с известными координатами.

Метод обсерваций основан на обработке навигационных параметров, измеренных с помощью технических средств судовождения относительно навигационных ориентиров.

В качестве навигационных ориентиров используются наземные и естественные небесные объекты - звезды, планеты, Луна и Солнце (Спутниковая астронавигация в данном пособии не рассматривается – Верюжский Н.А.).

Все способы определения места по наземным ориентирам называют *навигационными*, а по небесным ориентирам - *астронавигационными*.

Основой определения места судна по ориентирам является измерение величин, зависящих от взаимного расположения судна и ориентира. Такая измеряемая величина в общем виде называется **навигационным параметром**.

Морская астронавигация, являющаяся частью морской навигации, решает свою основную задачу - определение места судна по наблюдениям светил посредством измерений астронавигационных параметров.

Астронавигационным параметром называется физическая величина, зависящая от географического места судна, его перемещения и положения небесного светила на небосводе, измеряемая определенным техническим средством навигации.

Астронавигационная изолиния - линия на земной поверхности, каждая точка которой соответствует одному и тому же значению астронавигационного параметра.

Следовательно, каждому астронавигационному параметру соответствует своя изолиния. Это означает, что судно в момент измерения находилось на астронавигационной изолинии, соответствующей этому параметру.

В морской астронавигации по соответствующим параметрам различают следующие основные астронавигационные изолинии:

- При измерении высоты светила - **круг равных высот** - сферическая окружность на земной поверхности, проведенная из центра, являющимся географическим местом светила, радиусом, равным зенитному расстоянию данного светила ($Z = 90^\circ - h$), в каждой точке которой в один и тот же момент времени светило наблюдается на одинаковой высоте.

Уравнение круга равных высот:

$$\sin h = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos t_M .$$

- При измерении разности высот двух светил - **разностно-высотная изолиния** - линия является сферической гиперболой.

Уравнение разностно-высотной изолинии:

$$h_2 - h_1 = \arcsin h_2 - \arcsin h_1 .$$

- При измерении азимута светила - **изоазимута** - линия на поверхности Земли, является геометрическим местом точек, в которых угол между направлением на Север и направлением линии пеленга светила в данный момент имеет одну и ту же величину.

Уравнение изоазимуты:

$$\operatorname{ctg} A = \cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{cosec} t_M - \sin \varphi \cdot \operatorname{ctg} t_M .$$

- При измерении разности азимутов двух светил, определенных непосредственно между вертикалами двух светил или косвенным путем, как разность азимутов двух светил - **сферическая изогона** - линия на поверхности Земли, является геометрическим местом точек, из которых в данный момент два наблюдаемых светила усматриваются на вертикалах, образующих угол q .

Уравнение сферической изогонны:

$$\theta = \operatorname{arcctg} A_2 - \operatorname{arcctg} A_1 .$$

Существуют также астронавигационные изолинии, соответствующие постоянным значениям изменения скорости высоты и азимута светила (изоскоры высоты и азимута) и другие изолинии.

1.2. Принцип определения места судна по высотным линиям положения.

В настоящее время место судна по наблюдениям светил определяют главным образом посредством измерения их высот морским угломерным инструментом - секстаном с одновременной регистрацией точного момента времени этих измерений, поскольку светила непрерывно и быстро перемещаются относительно наблюдателя вследствие их видимого суточного и собственного движения.

Для определения места судна на путевой карте прокладывают не весь круг равных высот, а небольшой его отрезок вблизи счислимого места в виде прямой линии называемой *высотной линией положения* (влп).

Уравнение высотной линии положения выражается формулой:

$$\Delta\varphi \cdot \cos A_c + \Delta\lambda \cdot \cos\varphi \cdot \sin A_c = p.$$

Построение высотной линии положения выполняют по рассчитанным её элементам: *переносу p* и *счислимому азимуту A_c* светила, когда от счислимого места (расчетной точки) по линии счислимого азимута A_c откладывают величину переноса p с учетом его знака до определяющей точки, через которую проводят непосредственно высотную линию положения перпендикулярно к линии счислимого азимута, так как она является касательной к кругу равных высот.

Величину переноса p высотной линии положения определяют путем сравнения полученной на основе наблюдений истинной геоцентрической высоты светила $h_{ист}$ и его рассчитанной высоты в счислимом месте в момент наблюдений h_c . Тогда величину переноса можно рассчитать по формуле:

$$p = h_{ист} - h_c.$$

Значения счислимых высоты светила h_c и азимута светила A_c вычисляют с помощью формул сферической тригонометрии по координатам географического места светила, являющимся полюсом освещенности светила на земной поверхности ($\delta = \varphi^*$, $t_{гр} = \lambda^*$) и координатам счислимого места судна (φ_c, λ_c).

Место судна может быть определено в пересечении по меньшей мере двух высотных линий положения.

Таким образом, для получения обсервованного места судна методом высотных линий положения необходимо:

- измерить высоты светил с одновременной регистрацией точного момента выполненных наблюдений;
- исправить высоты светил всеми поправками для получения истинных геоцентрических высот;
- вычислить высоты и азимуты светил на момент наблюдений для счислимого места судна;
- получить элементы высотных линий положения (перенос p и A_c на каждое наблюдаемое светило) относительно счислимого места судна;
- построить высотные линии положения и получить место судна на момент наблюдений светил;
- оценить точность полученной обсервации и провести анализ места с целью принятия решения об использовании его при контроле счисления.

Все перечисленные действия подробно рассматриваются в следующих главах настоящего пособия.

1.3. Решение параллактических треугольников и вычисление счислимых значений высоты h_c и азимута A_c светила.

Большинство задач морской астронавигации выполняются путем решения сферических треугольников аналитически по формулам сферической тригонометрии. Решение сферических треугольников графическим способом рассматривалось в учебном пособии «Мореходная астрономия. Теоретический курс.» Н.А. Верюжский Москва, Рконсульт, 2006 г.

Решением параллактического (навигационного) треугольника называется вычисление одного или нескольких неизвестных его

элементов по известным исходным элементам этого треугольника.

Для получения искомых элементов влп необходимо рассчитать счислимые значения высоты h_c и азимута A_c светила по исходным аргументам:

- счислимым координатам места судна широте φ_c и долготе λ_c , которые снимают с морской навигационной карты на момент наблюдений светил;

- экваториальным координатам наблюдаемого светила (склонению δ и местному часовому углу t_m), специально рассчитываемым с помощью Морского астрономического ежегодника (МАЕ) на каждый момент наблюдения светила.

Следует особо отметить, что решение астронавигационной задачи в целом состоит из нескольких этапов, на каждом из которых требуется выполнение по возможности в кратчайший срок большого объема вычислений. В настоящее время значительная часть астронавигационных вычислений выполняется с помощью навигационных электронных вычислительных машин специализированного типа, штурманских вычислительных комплексов, программируемых микрокалькуляторов различных типов.

Уровень автоматизации астронавигационных вычислений и качество результата зависит от используемого алгоритма и возможностей вычислительной техники (объема вводимой программы, объема памяти, быстродействия и других элементов).

Широкое применение в штурманской практике решения астронавигационных задач найдут персональные ЭВМ по мере поступления их на флот.

Однако для понимания существа астронавигационных вычислений на всех его этапах вплоть до получения обсервованного места судна каждый судоводитель должен в совершенстве владеть приемами расчетов в полном объеме с помощью астронавигационных таблиц.

Использование вычислительной техники для выполнения астронавигационных расчетов рассматриваются в учебном пособии “Определение места судна с использованием аналитических методов мореходной астрономии” (Н.А.Верюжский, В.И.Сидоров, А.Б.Алябьев, В.А.Лавровский, изд. МГАВТ, 2000г).

1.3.1. Вычисление координат географического места светила

Из теории сферической астрономии известно, что экваториаль-

ные координаты светила - склонение δ и гринвичский часовой угол $t_{гр}$ в круговой западной системе счета одновременно являются координатами географического места полюса освещенности светила на земной поверхности ($\delta = \varphi^*$, $t_{гр} = \lambda^*$).

Экваториальные координаты каждого наблюдаемого светила вычисляются с помощью МАЕ по всемирному времени наблюдений $T_{гр}$. Порядок расчета всемирного времени $T_{гр}$ на момент астронавигационных наблюдений светил рассмотрен в данном пособии (глава 1, раздел 1.4., пункт 1.4.11.).

Общий принцип расчета часовых углов и склонений светил

В ежедневных таблицах МАЕ на каждый час всемирного времени $T_{гр}$ приведены:

- звездное гринвичское время (гринвичский часовой угол) точки Овна $t_{гр}^r$, используемое в дальнейшем только для расчета часовых углов звезд;
- гринвичские часовые углы $t_{гр}$ и склонения δ Солнца, Луны, Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна.

В разделе “Звезды. Видимые места” МАЕ (стр. 270-275) приведены звездное дополнение τ^* и склонение δ для 160 наиболее ярких навигационных звезд на первое число каждого месяца.

Значения часовых углов и склонений (только для Солнца, Луны и четырех планет) выбирают из ежедневных таблиц МАЕ на ближайший меньший час всемирного (гринвичского) времени. Эти значения называют “табличными” и обозначают t_T и δ_T .

В основных интерполяционных таблицах, помещенных после ежедневных таблиц МАЕ, даются приращения часовых углов Δt и склонений $\Delta \delta$ светил за минуты и секунды гринвичского времени.

Однако следует иметь в виду, что расчет часовых углов и склонений для звезд и для Солнца, Луны и четырех планет имеют некоторые особенности, на которые следует обратить внимание.

Расчет часовых углов и склонений звезд.

На основании выводов, связывающих первую и вторую экваториальные системы, известно, что местный часовой угол точки Овна (звездное время) t_M^r определяется по формуле:

$$t_M^r = t_{гр}^r + (\lambda_{w.}^{E+})$$

Тогда местный часовой угол звезды t_M^* является суммой звездного времени t_M^r и её звёздного угла (звездного дополнения) τ^* :

$$t_M^* = t_M^r + \tau^*$$

Изменения звездных углов τ^* и склонений δ звезд очень малы, поэтому расчет их величины на заданную (гринвичскую) дату выполняется интерполированием в уме.

При любых вычислениях часовых углов по таблицам МАЕ итоговая величина местного часового угла светила t_M^* может оказаться:

- больше 360^0 , тогда период изменения часового угла, равный 360^0 , следует отбрасывать, а оставшееся значение часового угла t_M^* сохраняет западное наименование;

- больше 180^0 , но меньше 360^0 , тогда местный часовой угол светила t_M^* переводят в практический счет, при этом часовой угол получает восточное наименование:

$$t_E^* = 360^0 - t_{w.}^*$$

- меньше 180^0 , тогда местный часовой угол светила t_M^* западного наименования принимается для дальнейших расчетов.

Пример 1.3.1.1.

Дано: Средиземное море. 19.10.1998г. $T_c = 5^h 15^m$.

$\varphi_c = 36^0 20',8 N$; $\lambda_c = 21^0 19',2 E$; $T_{xp} = 4^h 20^m 07^s$; $u_{xp} = - 4^m 54^s$.

Рассчитать: t_M^* и δ звезды α Персея.

Решение: 1. Рассчитать приближенное гринвичское время $T_{гр}$ и дату, для чего по долготе места определить номер часового пояса, который алгебраически следует вычитать со своим знаком из значения судового времени T_c (подробно расчет времени изложен в пункте 1.4. данной главы):

$$T_c = 5^h 15^m 19.10.1998г$$

-

$$N_{E+}^0 = - 1$$

$$T_{гр} = 4^h 15^m 19.10.1998г$$

2. Дальнейшие действия следует выполнить в строгой последо-

вательности и заполнить графы нижеприведенной схемы расчёта:

- исправить поправкой хронометра $u_{xp} = - 4^M 54^C$ его показания $T_{xp} = 4^C 20^M 07^C$ и в соответствии со значением ранее вычисленного гринвичского времени (если на Гринвиче вторая половина суток, то к показанию хронометра добавляется 12ч) определить его точное значение $T_{гр} = 4^C 15^M 13^C 19.10.1998г$;

- по дате 19 октября и значению целого часа гринвичского времени $T_{гр} = 4^C$ из ежедневных таблиц (стр. 220 МАЕ - 1998г.) выбрать табличную величину часового угла точки Овна $t_{\tau} = 87^{\circ} 25', 8$; (Здесь Приложение № 2)

- из основных интерполяционных таблиц (МАЕ за любой год приложение № 4, стр.290-319) выбрать поправку к часовому углу точки Овна за минуты и секунды гринвичского времени $\Delta_1 t = 3^{\circ} 48', 9$, которую сложить с табличным значением часового угла точки Овна и получить значение часового угла точки Овна на Гринвиче $t_{гр}^r = 91^{\circ} 14', 7$;

- рассчитать звездное время (местный часовой угол точки Овна) путем прибавления долготы места со своим знаком к величине гринвичского часового угла точки Овна $t_{м}^r = 112^{\circ} 33', 9$;

- из таблицы “Звезды. Видимые места” МАЕ - 1998г. (стр. 270-275) найти порядковый номер и название звезды α Персея: * № 20, *Мирфак*, звездный угол $\tau^* = 308^{\circ} 56', 2$ и склонение $\delta = 49^{\circ} 51', 3 N$; (Здесь Приложение № 3)

- рассчитать местный часовой угол звезды α Персея $t_{м}^*$, для чего к величине гринвичского часового угла точки Овна $t_{м}^r = 112^{\circ} 33', 9$ прибавить звездный угол звезды α Персея $\tau^* = 308^{\circ} 56', 2$, тогда $t_{м}^* = t_{м}^r + \tau^* = 61^{\circ} 30', 1 w$.

Схема расчета:

$$\begin{array}{r}
 T_{xp} = 4^C 20^M 07^C \\
 + \quad u_{xp} = - 4^M 54^C \\
 \hline
 T_{гр} = 4^C 15^M 13^C 19.10.1998г; \\
 \\
 t_{\tau} = 87^{\circ} 25', 8; \\
 + \\
 \Delta_1 t = 3^{\circ} 48', 9 \\
 \hline
 t_{гр}^r = 91^{\circ} 14', 7 \\
 + \\
 \lambda_{E+} = +21^{\circ} 19', 2 \\
 \hline
 t_{м}^r = 112^{\circ} 33', 9
 \end{array}$$

+

$$\tau^* = 308^{\circ}56',2$$

$$\overline{t^*_M = 421^{\circ}30',1 \text{ W}}$$

$$-360^{\circ}$$

$$t^*_M = 61^{\circ}30',1 \text{ W}$$

3. Ответ: Экваториальные координаты звезды α Персея часовой угол $t^*_M = 61^{\circ}30',1 \text{ W}$ и склонение $\delta = 49^{\circ}51',3 \text{ N}$.

Данное решение используется в задаче по определению места (Пример 3.3.2.2.).

Расчет часовых углов и склонений планет, Солнца и Луны

Табличные значения часовых углов и склонений для каждой планеты, Солнца и Луны помещены отдельно на каждый целый час гринвичского времени в ежедневных таблицах МАЕ.

Изменение часового угла и склонения этих светил происходит не только вследствие суточного вращения небесной сферы (вращения Земли), но в результате собственного неравномерного движения каждого светила, неравномерного движения Земли по орбите и других причин.

В связи с этим необходимо учитывать дополнительную поправку часового угла $\Delta_2 t$ и поправку склонения $\Delta \delta$. Поправки также выбираются из основных интерполяционных таблиц на минуты гринвичского времени. Вторым аргументом для определения величины поправки служат: для $\Delta_2 t$ - квазиразность (кв. Δ) и для $\Delta \delta$ - разность (Δ), помещённые в ежесуточных таблицах для планет и Солнца внизу колонок со значениями часовых углов и склонений соответственно за трёхсуточный срок, а для Луны на каждый часовой промежуток.

Знак дополнительной поправки часового угла $\Delta_2 t$ всегда положителен, как и знак квазиразности, а знак поправки склонения $\Delta \delta$ определяется знаком разности.

Гринвичские часовые углы планет, Солнца и Луны вычисляются по формуле:

$$t_{\text{гр}} = t_{\text{T}} + \Delta_1 t + \Delta_2 t$$

Для получения местных часовых углов указанных светил используют долготу места:

$$t_{\text{м}} = t_{\text{гр}} + (\lambda_{\text{E+;W-}})$$

Пример 1.3.1.2.

Дано: Средиземное море. 19.10.1998г. $T_c = 4^h55^m$.

$\varphi_c = 36^{\circ}20',0 \text{ N}$; $\lambda_c = 21^{\circ}19',0 \text{ E}$. $T_{xp} = 4^h00^m12^s$; $u_{xp} = -04^m54^s$.

Рассчитать: t_m и δ планеты Сатурн.

Решение: Порядок решения и схема расчета подобна предыдущему примеру 1.3.1.1.

$$\begin{array}{r} T_c = 4^h55^m 19.10.1998г \\ - \\ N_{E+}^{\circ} = - 1 \\ \hline T_{gp} = 3^h55^m 19.10.1998г \\ \\ T_{xp} = 4^h00^m12^s \\ + \quad u_{xp} = - 04^m54^s \\ \hline T_{gp} = 3^h55^m18^s 19.10.1998г; \\ \\ t_T = 42^{\circ}59',5; \\ + \\ \Delta_1 t = 13^{\circ}48',6 \text{ (кв. } \Delta = + 3',6) \\ + \\ \Delta_2 t = + 3',3 \\ \hline t_{gp}^{CB} = 56^{\circ}51',4 \\ + \\ \lambda_{E+} = +21^{\circ}19',0 \\ \hline t_m^{CB} = 78^{\circ}10',4 \text{ w} \\ \\ \delta_T = 9^{\circ}03',9 \text{ N } (\Delta = - 0',1) \\ + \\ \Delta\delta = - 0',1 \\ \hline \delta = 9^{\circ}03',8 \text{ N} \end{array}$$

3. Ответ:

Экваториальные координаты планеты Сатурн часовой угол $t_m^{CB} = 78^{\circ}10',4 \text{ w}$ и склонение $\delta = 9^{\circ}03',8 \text{ N}$.

1.3.2. Вычисление счислимых значений высоты h_c и азимута A_c светила

Расчеты высоты h_c выполняются с точностью до десятых долей минуты, величину азимута A_c округляют до $0^0,1$ с использованием одной из четырех систем формул:

первая система:

$$\begin{aligned}\sin h_c &= \sin \varphi_c \cdot \sin \delta + \cos \varphi_c \cdot \cos \delta \cdot \cos t_M; \\ \sin A_c &= \sec h_c \cdot \cos \delta \cdot \sin t_M;\end{aligned}$$

вторая система:

$$\begin{aligned}\sin^2 \frac{z}{2} &= \sin^2 \frac{(\varphi_c \infty \delta)}{2} + \cos \varphi_c \cdot \cos \delta \cdot \sin^2 \frac{t_M}{2}; \\ \sin A_c &= \sec h_c \cdot \cos d \cdot \sin t_M;\end{aligned}$$

третья система:

$$\begin{aligned}h_c &= h_T + \Delta h_\varphi + \Delta h_\delta + \Delta h_t + \Delta_D; \\ A_c &= A_T + \Delta A_\varphi + \Delta A_\delta + \Delta A_t.\end{aligned}$$

четвертая система:

$$\begin{aligned}T(x) &= T(\delta) + S(t_M); \\ T(p) &= T(t_M) - S(x); \\ T(A_c) &= T(p) + S(y); \\ T(h_c) &= T(y) - S(A_c).\end{aligned}$$

1.3.3. Решение параллактического треугольника по *первой системе формул*

Параллактический треугольник по первой системе формул решается в соответствии с правилами сферической тригонометрии. Расчет выполняется с помощью таблиц логарифмов или натуральных значений тригонометрических функций (МТ-75).

При решении формулы $\sin h_c$ по таблицам логарифмов тригонометрических функций необходимо исследование формулы знаками по следующим правилам:

- Широта φ независимо от наименования всегда меньше 90^0 , поэтому все ее тригонометрические функции положительны;
- При одноименном склонении δ с широтой φ все тригонометри-

ческие функции склонения положительны. Если склонение δ равноименно с φ , то $\cos\delta$ - положителен, а $\sin\delta$ - отрицателен.

• Часовой угол светила t_M всегда рассчитывается в пределах от 0° до 180° . Если часовой угол меньше 90° , то все его функции положительны. Если часовой угол больше 90° , то $\cos t_M$ будет отрицательным.

Исследование формулы на знаки позволяет установить, какой вспомогательный логарифм использовать: для сумм α из таблицы 3-а МТ -75 или для разностей β из таблицы 3-б МТ -75.

Формула $\sin A_C$ на знаки не анализируется. Вычисленный по ней азимут всегда получается в четвертном счете (меньше 90°) и его наименование определяется по известным правилам сферической астрономии прохождения светилами четвертей горизонта и пересечения плоскости первого вертикала в видимом суточном движении.

Пример 1.3.3.1.

Дано: $\varphi_c = 38^\circ 20', 7 \text{ N}$; $\delta = 2^\circ 14', 7 \text{ N}$; $t_M = 26^\circ 34', 5 \text{ E}$.

Рассчитать: h_C и A_C .

Решение: 1. Исследовать формулу знаками

$$\sin h_C = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t_M$$

+ + + + +
(+ I + II)

2. Используя рекомендованную табличную форму, выполнить решение с помощью логарифмирования. При этом надо помнить, что вспомогательный логарифм α выбрать из таблицы № 3-а МТ-75 (в данном случае оба многочлена формулы положительны) по аргументу Гаусса AG , величину которого определить как разность логарифмов многочленов: из большего вычесть меньшее и разность подписать под меньшим значением. Вспомогательный логарифм α подписать под большим значением логарифма многочлена, сумма которых даст значение логарифма функции $\sin h_C$. Обратным ходом из таблиц № 5-а МТ-75 по значению логарифма $\sin h_C$ выбрать величину h_C с точностью до десятых долей минут.

Вычисленное значение h_C использовать для расчета A_C , которое определить по величине логарифма $\sin A$ из таблиц № 5-а МТ-75.

Азимут рассчитать с точностью до десятых долей градуса и присвоить наименование в четвертном счете на основании значений φ , δ и t_M по правилам видимого суточного движения светил.

В окончательном виде азимут перевести в круговой счет $A_{кр}$, что будет соответствовать значению истинного пеленга на светило ($A_{кр} = ИП^*$).

		lg		lg		lg
$\varphi = 38^{\circ} 20', 7 N$	sin	9.79267	cos	9.89448	-	-
$\delta = 2^{\circ} 14', 7 N$	sin	8.59298	cos	9.99967	cos	9.99967
$t_M = 26^{\circ} 34', 5 E$	-	-	cos	9.95151	sin	9.65066
	+I	8.38565	+ II	9.84666	sec h	0.16208
	AG	1.46001	α	0.01480	sin A	0.81241
			sin h_c	9.86046	A_c	$40^{\circ}, 5 SE$
			h_c	$46^{\circ} 29', 2$	$A_{кр}$	$139^{\circ}, 5$

Ответ: $h_c = 46^{\circ} 29', 2$; $A_c = 40,5^{\circ} SE$; $A_{кр} = 139,05$.

Пример 1.3.3.2.

Дано: $\varphi_c = 18^{\circ} 56', 0 N$; $\delta = 62^{\circ} 24', 8 N$; $t_M = 98^{\circ} 49', 1 W$.

Вычислить h_c и A_c .

Решение: 1. Исследовать формулу знаками

$$\sin h_c = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t_M$$

$\begin{matrix} + & + & + & + & - \\ & & & & \\ & & & & (+ I - II) \end{matrix}$

В данном примере вспомогательный логарифм- β выбрать из таблицы № 3-б МТ-75, так как знаки многочленов формулы разноименны. В остальном действия по решению будут такие же, как и в предыдущем примере.

		lg		lg		lg
$\varphi = 18^{\circ} 56', 0 N$	sin +	9.51117	cos +	9.97584	-	-
$\delta = 62^{\circ} 24', 8 N$	sin +	9.94759	cos +	9.66567	cos	9.66567
$t_M = 98^{\circ} 49', 1 W$	-	-	cos -	9.18555	sin	9.99484
	+ I	9.45876	- II	8.82706	sec h	0.01081
	β	9.88451	AG	0.63170	sin A	9.67132
	sin h_c	9.34327			A_c	$28^{\circ}, 0 NW$
	h_c	$12^{\circ} 44', 1$			$A_{кр}$	$332^{\circ}, 0$

Ответ: $h_c = 12^{\circ} 44', 1$; $A_c = 28,0^{\circ} NW$; $A_{кр} = 332,0^{\circ}$.

При вычислении высот по четырехзначным таблицам логарифмов тригонометрических функций формула $\sin h$ обеспечивает большую точность при высотах до 30° . Эта формула многие годы была основной формулой, по которой вычислялась высота светила. На практике установлено, что при высотах более 60° эта формула дает погрешность более $0',1$. Однако существенным её недостатком является обязательное предварительное исследование знаками.

1.3.4. Решение параллактического треугольника по второй системе формул

При вычислении высоты светила с помощью таблиц логарифмов тригонометрических функций в основном используют формулу:

$$\sin^2 \frac{z}{2} = \sin^2 \frac{(\varphi_c \infty \delta)}{2} + \cos \varphi_c \cdot \cos \delta \cdot \sin^2 \frac{t_M}{2};$$

Погрешность вычисления высоты по этой формуле меньше $0',1$ и формула не требует исследования знаками, так как оба члена правой части формулы при любых значениях φ , δ и t будут положительными и всегда используется вспомогательный логарифм для сумм α , выбираемый по АГ (аргументу Гаусса) из табл. 3-а (МТ-75).

Следует иметь в виду, что логарифмы тригонометрических функций $\sin^2 \frac{z}{2}$, $\sin^2 \frac{(\varphi \infty \delta)}{2}$, а затем вычисление z по величине логарифма $\sin^2 \frac{z}{2}$ выбираются из крайних левого или правого столбцов таблицы № 5-а и для значений углов от 90° до 180° - из табл. № 5-б (МТ-75). Во всех случаях делить значение аргумента на два не следует: это деление выполнено при составлении таблиц. Знак ∞ в выражении $(\varphi \infty \delta)$ означает сложение при разноименных φ и δ или вычитание из большей величины меньшей при одноименных φ и δ .

Величина и наименование азимута A_c определяется также, как и по первой системе формул. Допустимо вместо функции $\sec h$, выбирать функцию $\operatorname{cosec} z$.

Пример 1.3.4.1.

Дано: $\varphi_c = 40^\circ 18',5 \text{ N}$; $\delta = 28^\circ 51',9 \text{ N}$; $t_M = 56^\circ 03',2 \text{ E}$.

Рассчитать: h_c и A_c .

Решение: 1. Используя рекомендованный бланк формы Ш-8а, выполнить решение.

Бланк формы Ш-8а

			lg		lg		lg
t_M	56° 03',2 E	-		\sin^2	9,34398	sin	9,91885
φ_C	40° 18',5 N	-		cos	9,88228	-	
δ	28° 51',9 N	-		cos	9,94239	cos	9,94239
$\varphi-\delta$	11° 26',6	\sin^2	7,99736	Σ	9,16865	-	
		АГ	1,17129	α	0,02833	sec h_c	0,13767
h_c	43° 15',2			$\sin^2 z/2$	9,19698	sin A_c	9,99891
				z_c	46° 44',8	A_c	86,0° NE
						$A_{кр}$	86,0°

Ответ: $h_c = 43^\circ 15',2$; $A_c = 86,0^\circ$ NE; $A_{кр} = 86^\circ,0$

Пример 1.3.4.2.

Дано: $\varphi_C = 36^\circ 27',0$ N ; $\delta = 45^\circ 08',6$ N ; $t_M = 91^\circ 38',3$ W.

Вычислить: h_c и A_c .

Р е ш е н и е: 1. Используя рекомендованный бланк формы Ш-8а, выполнить решение.

Бланк формы Ш-8а

			lg		lg		lg
t_M	91° 38',3 W	-		\sin^2	9,71122	sin	9,99982
φ_C	36° 27',0 N	-		cos	9,90546	-	
δ	45° 08',6 N	-		cos	9,84840	cos	9,84840
$\varphi-\delta$	8° 41',6	\sin^2	7,75924	Σ	9,46508	-	
		АГ	1,70584	α	0,00846	sec h_c	0,03889
h_c	23° 53',2			$\sin^2 z/2$	9,47354	sin A_c	9,88711
				z_c	66° 06',8	A_c	50,5° NW
						$A_{кр}$	309,5°

Ответ: $h_c = 23^\circ 53',2$; $A_c = 50,5^\circ$ NW; $A_{кр} = 309,5^\circ$.

Общее время вычислений высоты и азимута светила с использованием таблиц логарифмов тригонометрических функций при хорошей натренированности не превышает 5 -8 минут.

1.3.5. Решение параллактического треугольника по третьей системе формул с использованием таблиц ВАС-58

Таблицы ВАС-58 предназначены для вычисления высот и азимутов Солнца, Луны, планет и 127 навигационных звезд, указанных в списке звезд на форзац-обложке каждого тома таблиц.

Правила решения параллактического треугольника по таблицам ВАС-58 (“Высоты и азимуты светил” - 1958 года) изложены в вводной части каждого из четырех томов названных таблиц.

Однако опыт показывает, что, несмотря на оптимальный вариант таблиц, отвечающий современным требованиям по точности расчета высот и азимутов, а также по простоте и быстроте обработки данных, при практической работе с таблицами особенно в начальный период изучения и освоения правил пользования допускаются неверные действия, приводящие в конечном итоге к большим ошибкам в расчетах.

В связи с этим необходимо четко усвоить теоретическое обоснование таблиц, их состав, структуру, устройство и порядок пользования.

В основу теоретического обоснования создания таблиц положен принцип независимого расчета высот и азимутов светил по известным формулам:

$$\begin{aligned} \sin h_c &= \sin \varphi_c \cdot \sin \delta + \cos \varphi_c \cdot \cos \delta \cdot \cos t_m ; \\ \operatorname{ctg} A_c &= \cos \varphi_c \cdot \operatorname{tg} \delta \cdot \operatorname{cosec} t_m - \sin \varphi_c \cdot \operatorname{ctg} t_m . \end{aligned}$$

Задаваясь заранее значениями аргументов φ , δ и t , взятых, например, с интервалом в целый градус, можно вычислить высоту h_T и азимут A_T , а затем представить их расчеты в табличном виде готовых ответов.

Для получения точных значений числимых высоты h_c и азимута A_c следует определить дополнительные поправки к табличным значениям высоты h_T и азимута A_T за широту для высоты Δh_φ и для азимута ΔA_φ , за склонение для высоты Δh_δ и для азимута ΔA_δ , а также за часовой угол для высоты Δh_t и для азимута ΔA_t .

Поправки рассчитаны путем разложения функций в ряды Тейлора по возрастающим степеням приращений независимых переменных φ , δ и t с учетом необходимой точности результатов вычислений и затем также оформлены в виде соответствующих дополнительных таблиц

Следовательно, в конечном итоге искомые значения высоты h_c и азимута A_c можно выразить формулами:

$$\begin{aligned} h_c &= h_T + \Delta h_\varphi + \Delta h_\delta + \Delta h_t + \Delta h_D ; \\ A_c &= A_T + \Delta A_\varphi + \Delta A_\delta + \Delta A_t . \end{aligned}$$

Таблицы ВАС-58 состоят из четырех томов, охватывающих ши-

роты северного и южного наименования в диапазонах:

первый том - широты от 0° до $19^{\circ}30'$;

второй том - широты от $19^{\circ}30'$ до $39^{\circ}30'$;

третий том - широты от $39^{\circ}30'$ до $59^{\circ}30'$;

четвертый том - широты от $59^{\circ}30'$ до $80^{\circ}30'$.

Каждый том содержит:

Основные таблицы с готовыми значениями h_T и A_T .

Таблицы № 1 для вычисления поправок высоты и азимута за широту и склонение (Δh_{φ} , Δh_{δ} , ΔA_{φ} и ΔA_{δ}).

Таблицы № 2 для вычисления поправок высоты за часовой угол Δh_t .

Таблицы № 3 для вычисления дополнительной поправки высоты Δh_D . Дополнительная поправка высоты используется только при необходимости вычисления высоты светила с максимальной точностью. Как правило, её величина не превышает $0',1 - 0',2$ и практически при обычных расчетах не используется.

Поправка азимута за часовой угол ΔA_t выбирается из Основных таблиц.

Правила вычислений представлены в виде программированной схемы вычислений с указанием в таблице последовательности выполняемых действий.

Бланк формы Ш-8

Арг	Заданные	Табл.	Задан.-табл.	h_T	5	A_C	5
φ_C	1	3	4	Δh_{φ}	8	ΔA_{φ}	8
δ	1	3	4	Δh_{δ}	9	ΔA_{δ}	6; 9
t_M	1	3	4	Δh_t	13	ΔA_t	7
q	5	-	-	$\Sigma \Delta h$	15	$\Sigma \Delta A$	10
				h_C	16	A_C	11
						$A_{кр}$	17

φ_C и δ одно/разно - именные .

№№ п.п.	Выполняемое действие	Правила выполнения
1	Записать заданные аргументы φ , δ и t .	В бланке формы Ш-8, изд. ГУНиО
2	Сравнить φ и δ по наименованию.	Одноименные или разноименные, ненужное зачеркнуть.

3	Подобрать табличные аргументы φ_T , δ_T и t_T , ближайшие к заданным.	По основной таблице (ОТ) - разность заданных и табличных аргументов не должна превышать 30'
4	Рассчитать разность заданных и табличных аргументов $\Delta\varphi$, $\Delta\beta$, Δt .	От заданных аргументов вычесть табличные, проставить знаки.
5	Выбрать из основных таблиц (ОТ) по аргументам: φ_T ; δ_T ; t_T величины h_T , A_T , q .	При φ и δ одноименных вход в ОТ сверху и слева; при φ и δ разноименных - снизу и справа
6	Определить по ОТ знак поправки ΔA_δ .	По характеру изменения азимута A_T при перемене склонения от δ_T в сторону заданного δ
7	Выбрать из ОТ величину и знак поправки ΔA_t .	Проинтерполировать A_T при перемене часового угла от табличного t_T в сторону заданного часового угла t : $\Delta A_t = \Delta A_{t'} \cdot \Delta t$
8	Выбрать из таблицы № 1 поправки Δh_φ и ΔA_φ по аргументам h_T (клапан), $\Delta\varphi$ и A_T .	При (+ $\Delta\varphi$) вход в таблицу сверху и слева, при (- $\Delta\varphi$) - снизу и справа. Величину Δh проинтерполировать по A_T , а также за десятые доли минуты $\Delta\varphi$. Знак Δh_φ указан в таблице, знак ΔA_φ одинаков со знаком $\Delta\varphi$.
9	Выбрать из таблицы № 1 поправки Δh_δ и ΔA_δ по аргументам h_T (по клапану в том же диапазоне) $\Delta\delta$ и q .	При (+ $\Delta\delta$) вход в таблицу сверху и слева, при (- $\Delta\delta$) - снизу и справа. Величину Δh проинтерполировать за десятые доли $\Delta\delta$; знак ее указан в таблице. Знак ΔA_δ определен в п.6.
10	Рассчитать сумму поправок к азимуту.	$\sum \Delta A = \Delta A_\varphi + \Delta A_\delta + \Delta A_t$
11	Рассчитать счислимый азимут A_c и дать ему наименование в полукруговом счете.	$A_c = A_T + \sum \Delta A$ Наименование A_c определяется: первая буква - по наименованию широты; вторая - по наименованию часового угла.
12	При $h_T > 60^\circ$ вычислить аргумент $A_c - \Delta A_t / 2$	При необходимости рассчитать с учетом знака ΔA_t .
13	Выбрать из таблицы № 2, поправку Δh_t по аргументам φ , Δ_e и A_c .	Проинтерполировать Δh_t , по азимуту и за десятые доли Δt . Знак Δh_t противоположен знаку Δt .

14	Выбрать из таблицы № 3 поправку Δh_D по аргументам ΔA_δ , A_T и $\Delta \varphi$.	Поправка выбирается при расчетах с максимальной точностью. При $+\Delta A_\delta$ вход в таблицу сверху и слева, при $-\Delta A_\delta$ - снизу и справа. Знак поправки указан в таблице.
15	Рассчитать алгебраическую сумму поправок к высоте.	$\sum \Delta h = \Delta h_\varphi + \Delta h_\delta + \Delta h_t + \Delta h_D$
16	Рассчитать счислимую высоту h_C .	$h_C = h_T + \sum \Delta h$
17	Рассчитать счислимый азимут в круговом счете $A_{кр}$.	Перевести азимут из полукругового счета в круговой счет.

Процесс вычисления счислимых высоты h_C и азимута A_C светила целесообразно рассмотреть на примерах, которые решены по третьему тому таблиц ВАС-58.

Пример 1.3.5.1.

Дано: $\varphi = 51^\circ 37',0 N$; $\delta = 24^\circ 18',5 N$; $t_M = 56^\circ 18',3 W$

Определить: h_C и A_C по таблицам ВАС-58.

Решение: Выполнить решение целесообразно, используя бланки формы Ш-8.

Бланк формы Ш-8

Арг	Заданные	Табл.	Задан.-табл.	h_T	$39^\circ 25',3$	A_C	$101,4^\circ$
φ_C	$51^\circ 37',0 N$	52°	$- 23',0$	Δh_φ	$+ 4',5$	ΔA_φ	$- 0,4^\circ$
δ	$24^\circ 18',5 N$	24°	$+ 18',5$	Δh_δ	$+ 14',0$	ΔA_δ	$- 0,3^\circ$
t_M	$56^\circ 18',3 W$	56°	$+ 18',3$	Δh_t	$- 11',2$	ΔA_t	$- 0,3^\circ$
q	41°			$\sum \Delta h$	$+ 7',3$	$\sum \Delta A$	$- 1,0^\circ$
				h_C	$39^\circ 32',6$	A_C	$100,4^\circ NW$
						$A_{кр}$	$259,6^\circ$

φ и δ - одноименные

Ответ: $h_C = 39^\circ 32',6$; $A_C = 100,^\circ 4 NW$; $A_{кр} = 259,^\circ 6$.

Пример: 1.3.5.2.

Дано: $\varphi_C = 55^\circ 07',1 N$; $\delta = 4^\circ 37',9 S$; $t_M = 54^\circ 28',6 W$

Определить: h_C и A_C по таблицам ВАС-58.

Решение: Выполнить решение целесообразно, используя бланки формы Ш-8.

Бланк формы Ш-8

Арг	Заданные	Табл.	Задан.-табл.	h_T	$15^{\circ} 20',1$	A_C	$123,3^{\circ}$
φ_C	$55^{\circ} 07',1 N$	55°	$+ 7',1$	Δh_{φ}	$- 3',9$	ΔA_{φ}	$+ 0,0^{\circ}$
δ	$4^{\circ} 37',9 S$	5°	$- 22',1$	Δh_{δ}	$+ 19',3$	ΔA_{δ}	$- 0,2^{\circ}$
t_M	$54^{\circ} 28',6 W$	54°	$+ 28',6$	Δh_t	$- 13',8$	ΔA_t	$- 0,5^{\circ}$
q	151°			$\Sigma \Delta h$	$+ 1',6$	$\Sigma \Delta A$	$- 0,7^{\circ}$
				h_C	$15^{\circ} 21',7$	A_C	$122,6^{\circ} NW$
						$A_{кр}$	$237,4^{\circ}$

φ и δ - разноименные

Ответ: $h_C = 15^{\circ} 21',7$; $A_C = 122,6^{\circ} NW$; $A_{кр} = 237,4^{\circ}$.

Пример 1.3.5.3.

Дано: $\varphi_C = 59^{\circ} 26',0 N$; $\delta = 9^{\circ} 51',3 N$; $t_M = 83^{\circ} 21',0 W$

Определить: h_C и A_C по таблицам ВАС - 58.

Р е ш е н и е: Выполнить решение, используя бланки формы Ш-8.

Бланк формы Ш-8

Арг	Заданные	Табл.	Задан.-табл.	h_T	$12^{\circ} 09',7$	A_C	$90^{\circ},8$
φ_C	$59^{\circ} 26',0 N$	59°	$+ 26',0$	Δh_{φ}	$- 0',4$	ΔA_{φ}	$+ 0^{\circ},1$
δ	$9^{\circ} 51',3 N$	10°	$- 8',7$	Δh_{δ}	$- 7',4$	ΔA_{δ}	$+ 0^{\circ},1$
t_M	$83^{\circ} 21',0 W$	83°	$+ 21',0$	Δh_t	$- 10',8$	ΔA_t	$- 0^{\circ},3$
q	32°			$\Sigma \Delta h$	$- 18',6$	$\Sigma \Delta A$	$- 0^{\circ},1$
				h_C	$11^{\circ} 51',1$	A_C	$90^{\circ},7 NW$
						$A_{кр}$	$269^{\circ},3$

φ и δ - одноименные

Ответ: $h_C = 11^{\circ} 51',1$; $A_C = 90^{\circ},7 NW$; $A_{кр} = 269^{\circ},3$

При вычислении высоты h_C и азимута A_C с помощью таблиц ВАС-58 время расчетов при хорошей натренированности не превышает 10 - 15 минут.

1.3.6. Решение параллактического треугольника по четвертой системе формул с использованием таблиц ТВА - 57

Правила решения параллактического треугольника и порядок пользования таблицами ТВА-57 изложены в вводной части этих таблиц на страницах 7 - 10.

В отличие от ВАС-58 таблицы ТВА-57 не содержат "готовых ответов". В основе создания таблиц ТВА-57 заложена система формул,

разработанная К.Ф.Гауссом в начале XIX века, которая дает наилучшую точность вычисления углов по функции тангенса.

Для получения функций $\text{tg } A$ и $\text{tg } h$ используется метод разделения параллактического треугольника светила на два прямоугольных сферических треугольника путем проведения сферического перпендикуляра через видимое место светила к небесному местному меридиану и введению дополнительных величин: сферического перпендикуляра p и расстояния x на местном меридиане наблюдателя от полуденной точки небесного экватора до точки основания сферического перпендикуляра.

Последовательно рассматривая эти треугольники и применяя формулу четырех рядом лежащих элементов сферической тригонометрии, выводят систему формул для вычисления высоты hc и азимута Ac по функциям тангенсов:

$$\begin{aligned} \text{tg } x &= \text{tg } \delta \cdot \text{sec } t; \\ \text{tg } p &= \text{tg } t \cdot \cos x; \\ \text{tg } A &= - \text{tg } p \cdot \text{cosec } (\varphi \infty x); \\ \text{tg } h &= - \text{ctg } (\varphi \infty x) \cdot \cos A. \end{aligned}$$

Эти формулы удобны для логарифмических вычислений без применения вспомогательных логарифмов для сумм и разностей и были использованы профессором А.П.Ющенко для составления специальных астронавигационных “Таблиц для вычисления высоты и азимута” (ТВА-57).

С целью большего удобства вычислений значения логарифмов тригонометрических функций искусственно преобразованы и в таблицах даны в виде целых положительных условных чисел.

Окончательно для расчета высоты hc и азимута Ac система формул имеет вид:

$$\begin{aligned} T(x) &= T(\delta) + S(t_m); \\ T(p) &= T(t_m) - S(x); \\ T(Ac) &= T(p) + S(y); \\ T(hc) &= T(y) - S(Ac). \end{aligned}$$

При вычислениях по системе этих формул необходимо соблюдать следующие правила:

Аргумент x всегда имеет одинаковое наименование со склонением δ , а величина x оценивается с учетом величины часового угла t_m :

- если $t < 90^\circ$, то $x < 90^\circ$;
- если $t = 90^\circ$, то $x = 90^\circ$;
- если $t > 90^\circ$, то $x > 90^\circ$.

Аргумент $y = 90^\circ + (x \infty \varphi_c)$ определяется исходя из условий:

- если x и φ одноименны, то из большей величины надо вычесть меньшую и к полученной разности придать 90° ;
- если x и φ разноименные, то их надо сложить и к полученной сумме придать 90° ;
- если аргумент $y > 180^\circ$ - это признак отрицательной высоты; при вычислении расстояния между двумя точками на сфере - это свидетельствует, что расстояние превышает 90° и в таблицу следует входить с величиной $(360^\circ - y)$.

Азимут светила рассчитывается в четвертном счете, наименование которого определяется на основании:

- если $x > \varphi$, а также x и φ одноименны, то первая буква наименования азимута одноименна с φ ;
- во всех остальных условиях первая буква наименования азимута противоположна по наименованию с φ ;
- вторая буква наименования азимута всегда одноименна с наименованием часового угла t_m в полукруговом счете.

Высота наблюдаемого светила всегда положительна, так как $h < 90^\circ$. Однако в двух случаях высота будет отрицательна, когда: первое: φ и x одноименны и $x > 90^\circ + \varphi$; второе: φ и x разноименные и $x > 90^\circ - \varphi$.

Это свидетельствует, что светило находится под горизонтом.

В отличие от ВАС-58 таблицы ТВА-57 обеспечивают решение сферических треугольников при определении места судна по радиопеленгам, расстояниям или разностям расстояний, при плавании по дуге большого круга.

Для удобства работы с таблицами ТВА-57 предлагается программная схема вычисления высоты h_c и азимута A_c с указанием в табличной форме последовательности выполняемых действий.

Бланк формы Ш-86

δ	1	$T(\delta)$	2				
t_m	1	$S(t)$	3	$T(t)$	4		
x	6	$T(x)$	5	$S(x)$	7		
φ_c	1			$T(p)$	8		
$90^\circ + (x \infty \varphi_c)$	9			$S(y)$	10	$T(y)$	11
A_c	13			$T(A)$	12	$S(A)$	14
h_c	16					$T(h)$	15

№№ п/п	Выполняемые действия	Правила выполнения
1	Записать заданные аргументы δ , t , φ .	Заполнить бланк формы Ш -86, изд. ГУНиО.
2	По аргументу δ выбрать величину $T(\delta)$.	Вход в таблицу сверху и слева.
3	По аргументу t выбрать величину $S(t)$.	При $t < 90^\circ$ вход в таблицу сверху и слева, при $t > 90^\circ$ вход в таблицу снизу и справа.
4	По аргументу t выбрать величину $T(t)$.	Аналогично п.3
5	Вычислить величину $T(x)$.	Рассчитать сумму величин $T(\delta) + T(t) = T(x)$.
6	По значению $T(x)$ выбрать величину x .	Обратным входом в таблицу. При $t < 90^\circ$ выбрать величину x сверху и слева, при $t > 90^\circ$ - снизу и справа. Наименование x одинаково с δ .
7	По аргументу x выбрать значение $S(x)$.	Аналогично п.3 и п.4
8	Вычислить величину $T(p)$.	Рассчитать разницу величин $T(t) - S(x) = T(p)$.
9	Вычислить аргумент $y = 90^\circ + (x \infty \varphi)$.	При одноименных x и φ из большего вычесть меньшее и к результату придать 90° . При разноименных x и φ к сумме этих аргументов придать 90° .
10	По аргументу y выбрать величину $S(y)$.	Вход в таблицу снизу и справа, так как аргумент y всегда больше 90° .
11	По аргументу y выбрать величину $T(y)$.	Аналогично п.10.
12	Вычислить величину $T(A)$.	Рассчитать сумму величин $T(p) + S(y) = T(A)$

13	По величине $T(A)$ выбрать значение A_c и дать ему наименование в четвертном счете.	Обратным входом из таблиц сверху и слева выбрать значение A_c . Первая буква наименования четвертного азимута одноименна с φ , если φ и δ одноименны и $x > \varphi$; в остальных случаях она разноименна с φ . Вторая буква азимута одноименна с tm .
14	По аргументу A_c выбрать значение $S(A)$.	Аналогично п.2.
15	Рассчитать величину $T(h)$.	Рассчитать разность величин $T(y) - S(A) = T(h)$
16	По величине $T(h)$ выбрать значение высоты h_c .	Обратным входом из таблиц сверху и слева выбрать значение высоты h_c . Высота отрицательна только при $y > 180^\circ$.
17	Азимут перевести в круговой счет $A_{кр}$.	Пересчитать азимут из четвертного счета в круговой, а минуты округлить до десятых долей градуса.

В дополнение к указанным рекомендациям следует иметь ввиду следующее:

1. При x и A_c более 75° , для выборки $S(x)$ и $S(A_c)$ соответственно эти величины находят путем прибавления к их ближайшему табличному значению той же разницы, на которую $T(x)$ или $T(A)$ отличаются от своего ближайшего табличного значения. Это правило влияет на точный расчет прежде всего высоты.

2. Бывают случаи, когда при обратном входе в таблицы по величине T , соответствует значение в двух или трех смежных колонках. Из трех выбирают среднее значение, из двух выбирают значение в колонке с четным числом десятых долей минут.

3. При интерполяции значения величины по S рекомендуется округлять к четному значению, если отбрасыванию подлежит число пять. Числа меньше пяти просто отбрасывают, а числа более пяти отбрасывают с увеличением на единицу предыдущей цифры. Округления к четному числу не имеют принципиального практического значения.

4. Стандартная схема вычислений неприемлема в двух, хотя и редко практически встречающихся случаях, а именно при $t_M = 90^\circ$ или при $x = \varphi$. Однако стандартную схему тем не менее можно использовать, если незначительно изменить координаты расчетной точки φ_c или λ_c .

Пример 1.3.6.1.

Дано: $\varphi = 51^\circ 37',0 N$; $\delta = 24^\circ 18',5 N$; $t_M = 56^\circ 18',3 W$.

Рассчитать: hc и A_c при помощи таблиц ТВА-57

Решение: Выполнить решение на бланке формы Ш-86 в предложенной выше последовательности действий.

Бланк формы Ш-86

δ	$24^\circ 18',5 N$	$T(\delta)$	63822				
t_M	$56^\circ 18',3 W$	$S(t)$	5118	$T(t)$	74245		
x	$39^\circ 09',2 N$	$T(x)$	68940	$S(x)$	2208		
φ_c	$51^\circ 37',0 N$			$T(p)$	72037		
$90^\circ + (x \infty \varphi_c)$	$102^\circ 27',8$			$S(y)$	13318	$T(y)$	83836
A_c	$79^\circ 29',2 SW$			$T(A)$	85355	$S(A)$	14776
hc	$39^\circ 32',6$					$T(h)$	69060

Ответ: $hc = 39^\circ 32',6$; $A_c = 79,5^\circ SW$; $A_{кр} = 259,5^\circ$.

Пример 1.3.6.2.

Дано: $\varphi_c = 21^\circ 30',6 S$; $\delta = 23^\circ 16',9 N$; $t_M = 29^\circ 32',5 W$.

Рассчитать: hc и A_c при помощи таблиц ТВА-57

Решение: : Выполнить решение на бланке формы Ш-86

Бланк формы Ш-86

δ	$23^\circ 16',9 N$	$T(\delta)$	63400				
t_M	$29^\circ 32',5 W$	$S(t)$	1210	$T(t)$	65793		
x	$26^\circ 19',0 N$	$T(x)$	64610	$S(x)$	950		
φ_c	$21^\circ 30',6 S$			$T(p)$	64843		
$90^\circ + (x \infty \varphi_c)$	$137^\circ 49',6$			$S(y)$	2602	$T(y)$	69867
A_c	$34^\circ 25',8 NW$			$T(A)$	67445	$S(A)$	1673
hc	$36^\circ 46',0$					$T(h)$	68194

Ответ: $hc = 36^\circ 46',0$; $A_c = 34,4^\circ NW$; $A_{кр} = 325,6^\circ$.

Пример 1.3.6.3.

Дано: $\varphi = 36^{\circ}20',0 \text{ N}$; $\delta = 9^{\circ}03',8 \text{ N}$; $t_M = 78^{\circ}10',4 \text{ W}$

Рассчитать: hc и A_c при помощи таблиц ТВА-57

Решение: Выполнить решение на бланке формы Ш-86

Бланк формы Ш-86

δ	$9^{\circ}03',8 \text{ N}$	$T(\delta)$	54781				
t_M	$78^{\circ}10',4 \text{ W}$	$S(t)$	13767	$T(t)$	84306		
x	$37^{\circ}53',6 \text{ N}$	$T(x)$	68548	$S(x)$	2057		
φ_c	$36^{\circ}20',0 \text{ N}$			$T(p)$	82249		
$90^{\circ}+(x-\varphi_c)$	$91^{\circ}33',6$			$S(y)$	31301	$T(y)$	102023
A_c	$89^{\circ}35',2 \text{ NW}$			$T(A)$	113550	$S(A)$	42825
hc	$14^{\circ}51',3$					$T(h)$	59198

Ответ: $hc = 14^{\circ}51',3$; $A_c = 89^{\circ},6 \text{ NW}$; $A_{кр} = 270^{\circ},4$

При хорошей натренированности процесс вычисления высоты hc и азимута A_c по таблицам ТВА-57 составляет не более 10 - 15 минут.

Счислимые значения высоты hc и азимута A_c светила, рассчитанные одним из рассмотренных способов, будут содержать некоторую погрешность, которая зависит от точности исходных данных φ , δ и t_M , от способов выбранных вычислений и от неточностей интерполяции при выполнении расчетов.

Опыт показывает, что основные ошибки возникают при выполнении расчетов из-за неточности интерполирования и округления величин.

Суммарная погрешность расчета счислимой высоты светила hc независимо от способа вычислений по формулам с использованием логарифмирования или по таблицам примерно составляет $\pm 0,2'$, что отвечает допустимым требованиям для оценки точности обсервованного места.

Наибольшая погрешность при вычислении счислимого азимута светила A_c составляет $\pm 0,1^{\circ}$ только при работе с таблицами ВАС-58. Такая точность азимута для определения места судна в море также является достаточной.

Таким образом, все способы по точности расчетов примерно одинаковы и по скорости обработки также сильно не отличаются. Поэтому на вопрос, какому способу отдать предпочтение, нельзя ответить однозначно. Обычно говорят, что лучший способ тот, которым владеешь в совершенстве. Но надо владеть всеми способами в равной степени. Вместе с тем, чаще всего предпочтение отдается таблицам ВАС-58, затем таблицам ТВА-57 и, наконец, логарифмическим вычислениям по МТ-75.

1.4. Основные понятия об измерении времени и системы счета времени

1.4.1. Общие понятия и единицы измерения времени.

Время - объективная форма существования материального мира. Оно бесконечно и необратимо, изменяется только от прошлого к будущему. На Земле изменение времени происходит непрерывно, равномерно и не зависит ни от каких причин.

Поэтому во всех земных процессах время используется как независимая переменная величина для характеристики изменения того или иного физического явления.

Время является важнейшим элементом навигационной информации, без точного измерения которого невозможно определить координаты судна и параметры его движения.

В основе единиц измерения времени приняты природные периодические процессы: вращение Земли вокруг своей оси и обращение Земли вокруг Солнца.

Период вращения Земли вокруг своей оси - **сутки** - регламентирует повседневную жизнь. В сутках 24 часа, каждый час содержит 60 минут, каждая минута - 60 секунд. Длительность средней секунды как $1/86\,400$ части средних суток не может служить эталоном длительности секунды, так как вращение Земли вокруг своей оси испытывает ежегодные сезонные колебания.

Период обращения Земли вокруг Солнца - **год** - используется для измерения более длительных промежутков времени в ходе управления хозяйственной и другой продолжительной деятельностью.

Единицей измерения времени принята **секунда**, длительность которой рассчитана путем длительных и высокоточных астрономических наблюдений на основе длительности **тропического года**.

Тропический год - интервал времени между двумя последова-

тельными прохождениями Солнца через точку весеннего равноденствия (точку Овна Υ) и содержит 365,2422 суток.

Длительность секунды на начало 1900 года составляет около одной 32-миллионной части тропического года ($1 / 31\,556\,925,9747$).

Такое время называется *эфемеридным временем* (ЕТ), а секунда - *эфемеридной секундой*.

В настоящее время появилась возможность воспроизвести длительность эфемеридной секунды в лабораторных условиях с помощью высокоточных и стабильных атомных и молекулярных генераторов. Следовательно, эталоном секунды служит временная секунда, длительность которой составляет 9 192 631 770 колебаний резонансной частоты атомов Цезия-133 при нулевом магнитном поле. Такая единица времени называется *атомной секундой*, а время, измеряемое такими единицами, называется *атомным временем* (АТ). Эфемеридная и атомная секунды по длительности совпадают.

Таким образом, секунда вполне постоянна и служит для измерения текущего времени на длительные сроки.

1.4.2. Измерение времени и определение поправки хронометра

Для обеспечения повседневной жизни экипажа, его хозяйственной деятельности и ведения навигационной прокладки время на судне достаточно определять с погрешностью до 0,5 минут. При рассогласовании показаний часов в судовых служебных и жилых помещениях достаточно установить точное время путем передвижения минутной стрелки часов.

При измерениях астронавигационных параметров моменты их наблюдений регистрируют с точностью до 0,5 секунды. Поэтому при необходимости измерять время с точностью до секунд рассчитывают поправку часов (хронометра), которую определяют по радиосигналам точного времени.

Поправка измерителя времени рассчитывается как разность между эталонным всемирным временем $T_{гр}$ в момент подачи радио-сигнала времени и показанием времени по хронометру $T_{хр}$:

$$u_{хр} = T_{гр} - T_{хр}$$

Различают два вида радиосигналов времени:

- эталонные сигналы точного времени, передаваемые специаль-

ными радиостанциями круглосуточно по различным программам, описание передач которых приводится в специальных пособиях;

- сигналы проверки времени, передаваемые ширококвещательными радиостанциями (например, рст “Радио России”), некоторыми телевизионными станциями.

Информацию об эталонном времени на судне можно принять, пользуясь специальной аппаратурой, с точностью до сотых долей секунды.

При обычном решении задач навигации достаточно на слух принять вещательные сигналы проверки времени.

Пример 1.4.2.1.

По сигналам эталонного времени, принятым на хронометр, определить поправку хронометра u_{xp} .

Тгр сигнала	Тхр	Uхр
4 ^ч 57 ^м 20 ^с	4 ^ч 55 ^м 42 ^с	+ 1 ^м 38 ^с
57 ^м 40 ^с	пропуск	промах
58 ^м 20 ^с	56 ^м 41,5 ^с	+ 1 ^м 38,5 ^с
58 ^м 40 ^с	57 ^м 01,5 ^с	+ 1 ^м 38,5 ^с
4 ^ч 59 ^м 20 ^с	4 ^ч 58 ^м 32 ^с	+ 1 ^м 38 ^с (промах, из обработки исключен)

Ответ: средняя поправка хронометра $u_{xp} = + 1^m 38,3^s \approx + 1^m 38^s$.

Во избежание промахов и для повышения точности результата принимают не менее пяти серий сигналов.

Пример 1.4.2.2.

По сигналам точного времени рст “Радио России”, принятым на хронометр, определить поправку хронометра u_{xp} .

$$T_{гр} = 9^ч 00^м 00^с$$

-

$$T_{хр} = 8^ч 39^м 53^с$$

$$u_{xp} = + 20^м 07^с$$

Ответ: поправка хронометра $u_{xp} = + 20^м 07^с$

Следует помнить, что циферблат хронометра разбит на 12^ч, поэтому его поправки не может быть больше $\pm 6^ч$.

Поправку хронометра можно определять, принимая радиосигналы непосредственно на хронометр, так и на секундомер или палубные часы с последующим их сличением с хронометром.

1.4.3. Сличение сл и определение поправки хронометра u_{xp} по сличению

Палубные часы, карманные и наручные часы, морские часы непосредственно применяются для измерения времени при навигационных наблюдениях. Они объединяются под общим названием "рабочие часы". Если наблюдения производились по часам или секундомеру, то выполняется сличение сл (сравнение) их показаний с хронометром - судовым хранителем эталонного времени.

Сличением сл называется разность одновременных показаний времени по хронометру T_{xp} и по рабочим часам $T_{ч}$:

$$\text{сл} = T_{xp} - T_{ч}$$

Пример 1.4.3.1.

Дано: $T_{xp} = 8^{\text{ч}} 59^{\text{м}} 53^{\text{с}}$; $T_{ч} = 9^{\text{ч}} 00^{\text{м}} 08^{\text{с}}$.

Определить сличение сл.

Решение:

$$\begin{array}{r} T_{xp} = 8^{\text{ч}} 59^{\text{м}} 53^{\text{с}} \\ - \\ T_{ч} = 9^{\text{ч}} 00^{\text{м}} 08^{\text{с}} \\ \hline \text{сл} = - 15^{\text{с}} \end{array}$$

Ответ: сл = - 15^с.

Поправка хронометра u_{xp} на момент сличения сл при известной поправке часов $u_{ч}$ вычисляется по формуле:

$$u_{xp} = u_{ч} - \text{сл}$$

Пример 1.4.3.2.

Дано: $T_{xp} = 4^{\text{ч}} 42^{\text{м}} 10^{\text{с}}$; $T_{ч} = 4^{\text{ч}} 42^{\text{м}} 01^{\text{с}}$; $u_{ч} = - 5^{\text{с}}$.

Рассчитать: поправку хронометра u_{xp} .

Решение:

$$\begin{array}{r} T_{xp} = 4^{\text{ч}} 42^{\text{м}} 10^{\text{с}} \\ - \\ T_{ч} = 4^{\text{ч}} 42^{\text{м}} 01^{\text{с}} \\ \hline \text{сл} = + 9^{\text{с}} \end{array} \qquad \begin{array}{r} u_{ч} = - 5^{\text{с}} \\ - \\ \text{сл} = + 9^{\text{с}} \\ \hline u_{xp} = - 14^{\text{с}} \end{array}$$

Ответ: поправка хронометра $u_{xp} = - 14^{\text{с}}$.

Определив сличение сл, и, зная поправку хронометра u_{xp} , можно рассчитать поправку часов $u_{\text{ч}}$.

Пример 1.4.3.3.

Дано: $T_{xp} = 10^{\text{ч}}14^{\text{М}}16^{\text{С}}$; $T_{\text{ч}} = 10^{\text{ч}}12^{\text{М}}58^{\text{С}}$; $u_{xp} = - 3^{\text{С}}$.

Рассчитать: поправку часов $u_{\text{ч}}$.

Решение:

$$\begin{array}{r}
 T_{xp} = 10^{\text{ч}}14^{\text{М}}16^{\text{С}} \\
 - \\
 T_{\text{ч}} = 10^{\text{ч}}12^{\text{М}}58^{\text{С}} \\
 \hline
 \text{сл} = + 1^{\text{М}}18^{\text{С}} \\
 + \\
 u_{xp} = - 3^{\text{С}} \\
 \hline
 u_{\text{ч}} = + 1^{\text{М}}15^{\text{С}}
 \end{array}$$

Ответ: поправка часов $u_{\text{ч}} = + 1^{\text{М}}15^{\text{С}}$.

1.4.4. Суточный ход хронометра w_{xp} и определение поправки хронометра u_{xp} по его суточному ходу w_{xp}

Точность хранения времени на судне зависит от частоты определения поправки хронометра и знания закономерностей её изменения.

Изменение поправки хронометра или часов ровно за одни сутки

($24^{\text{ч}}$) называется *суточным ходом хронометра w_{xp}* или *часов $w_{\text{ч}}$* .

Суточный ход хронометра рассчитывается по формуле:

$$w_{xp} = \frac{u_{xp}^2 - u_{xp}^1}{T_{гр}^2 - T_{гр}^1} \text{ с/сут},$$

где u_{xp}^2 и u_{xp}^1 - поправки хронометра, определенные соответственно в моменты времени $T_{гр}^2$ и $T_{гр}^1$.

Промежуток времени между определениями поправок хронометра $\Delta T^{\text{Д}} = T_{гр}^2 - T_{гр}^1$ выражается в сутках и их долях.

Пример 1.4.4.1.

Дано: 07 апреля в $T_{гр}^1 = 12^{\text{ч}}00^{\text{м}}$ определена поправка хронометра $u_{хр}^1 = -22^{\text{с}}$. 15 апреля в $T_{гр}^2 = 8^{\text{ч}}00^{\text{м}}$ определена поправка хронометра $u_{хр}^2 = -14^{\text{с}}$.

Рассчитать: суточный ход хронометра $w_{хр}$.

Решение:

$$\Delta T = T_{гр}^2 - T_{гр}^1 = 7,83^{\text{д}}$$

$$w_{хр} = \frac{-14^{\text{с}} - (-22^{\text{с}})}{7,83^{\text{д}}} = \frac{+8^{\text{с}}}{7,83^{\text{д}}} = +1,02 \text{ с / сут}$$

Ответ: суточный ход хронометра $w_{хр} = +1,02 \text{ с/сут}$.

Зная суточный ход хронометра, можно рассчитать поправку хронометра на любой нужный момент по формуле:

$$u_{хр} = u_{хр}^1 + w_{хр} (T_{гр} - T_{гр}^1), \text{ где}$$

$u_{хр}$ - искомая поправка хронометра на момент $T_{гр}$

$u_{хр}^1$ - известная поправка хронометра на момент $T_{гр}^1$.

Пример 1.4.4.2.

Дано: 25 мая в $T_{гр}^1 = 18^{\text{ч}}00^{\text{м}}$ определена поправка хронометра $u_{хр}^1 = -1^{\text{м}}03^{\text{с}}$. Суточный ход хронометра $w_{хр} = +7,7 \text{ с/сут}$.

Определить: поправку хронометра $u_{хр}$ на 27 мая $T_{гр} = 8^{\text{ч}}00^{\text{м}}$.

Решение: $\Delta T = T_{гр} - T_{гр}^1 = 1^{\text{д}}14^{\text{ч}} \approx 1,58^{\text{д}}$;

$$u_{хр} = -1^{\text{м}}03^{\text{с}} + 7,7 \text{ с/сут} \cdot 1,58^{\text{д}} = -1^{\text{м}}03^{\text{с}} + 12,2^{\text{с}} = -50,8^{\text{с}}$$

Ответ: поправка хронометра $u_{хр} = -50,8^{\text{с}} \approx -51^{\text{с}}$.

1.4.5. Определение среднего времени меридиана географического места (местного времени) $T_{м}$ по Гринвичскому времени $T_{гр}$ и долготе λ .

Необходимость в определении местного времени возникает при расчете момента кульминации светил, времени их восхода и захода, начала и конца сумерек, продолжительности светлого времени и при решении других астронавигационных задач.

Средним временем меридиана географического места (или кратко *местным временем*) $T_{м}$ называется интервал времени, измеренный от момента нижней кульминации среднего солнца на меридиане места наблюдателя до заданного момента и выраженный в единицах среднего времени.

Всемирным временем УТ или Гринвичским временем $T_{ГР}$ называется интервал времени между моментами нижней кульминации среднего солнца на Гринвичском меридиане и заданным моментом, выраженный в единицах среднего времени.

Среднее время меридиана любого географического места T_M , имеющего долготу λ , отличается от Гринвичского времени $T_{ГР}$ на величину этой долготы, выраженной во временной (часовой) системе счета, и рассчитывается по формуле:

$$T_M = T_{ГР} + (\lambda^{E+W})$$

При решении задач следует помнить, что среднее время меридиана места T_M имеет календарную дату.

Если при сложении $T_{ГР}$ с долготой λ , выраженной во временной системе, получилась величина более $24^ч$, то следует отбросить $24^ч$ и поставить следующую календарную дату.

Пример 1.4.5.1.

Дано: 10 марта . $T_{ГР} = 22^ч13^м57^с$; $\lambda = 113^{\circ}49',5 E$.

Определить: T_M .

Р е ш е н и е:

1. Перевести долготу из градусной меры во временную.

$$\lambda = 113^{\circ}49',5 E = 7^ч35^м18^с E$$

2. Определить T_M .

$$\begin{array}{r} T_{ГР} = 22^ч13^м57^с \ 10.03. \\ + \\ \lambda_{E+} = + 7^ч35^м18^с \end{array}$$

$$T_M = 5^ч49^м15^с \ 11.03.$$

При сложении величина T_M составляет более $24^ч$, поэтому, отбросив $24^ч$, конечному результату надлежит приписать следующую календарную дату.

$$\text{Ответ: } T_M = 5^ч49^м15^с \ 11.03.$$

Если при вычитании долготы из $T_{ГР}$ уменьшаемое время будет меньше долготы, то это время надо увеличить на $24^ч$, провести вычитание, а полученному результату приписать предыдущую дату.

Пример 1.4.5.2.

Дано: 11 июля $T_{ГР} = 5^ч30^м05^с$; $\lambda = 138^{\circ}14',0 W$.

Определить: T_M .

Решение:

1. Перевести долготу из градусной меры во временную:

$$\lambda = 138^{\circ}14',0 \text{ W} = 9^{\text{ч}}12^{\text{м}}56^{\text{с}} \text{ W}.$$

2. Рассчитать $T_{\text{М}}$.

$$\begin{array}{r} T_{\text{ГР}} = 5^{\text{ч}}30^{\text{м}}05^{\text{с}} 11.07. \\ + \\ \lambda_{\text{W.}} = - 9^{\text{ч}}12^{\text{м}}56^{\text{с}} \end{array}$$

$$T_{\text{М}} = 20^{\text{ч}}17^{\text{м}}09^{\text{с}} 10.07.$$

В данном примере $\lambda > T_{\text{ГР}}$, поэтому к $T_{\text{ГР}}$ добавить $24^{\text{ч}}$ и изменить дату на предыдущую.

Ответ: $T_{\text{М}} = 20^{\text{ч}}17^{\text{м}}09^{\text{с}} 10.07.$

1.4.6. Определение Гринвичского времени $T_{\text{ГР}}$ по местному времени $T_{\text{М}}$ и долготе λ .

Данная задача является обратной предыдущей. Для определения $T_{\text{ГР}}$ используется формула:

$$T_{\text{ГР}} = T_{\text{М}} - (\lambda_{\text{E+}}^{\text{W.}}).$$

Пример 1.4.6.1.

Дано: 22 июня $T_{\text{М}} = 16^{\text{ч}}24^{\text{м}}00^{\text{с}}$; $\lambda = 59^{\circ}30',0 \text{ E}$.

Определить: Гринвичское время $T_{\text{ГР}}$.

Решение:

1. Перевести долготу из градусной меры во временную.

$$\lambda = 59^{\circ}30',0 \text{ E} = 3^{\text{ч}}58^{\text{м}}00^{\text{с}} \text{ E}.$$

2. Рассчитать $T_{\text{ГР}}$.

$$\begin{array}{r} T_{\text{М}} = 16^{\text{ч}}24^{\text{м}}00^{\text{с}} 22.06. \\ - \\ \lambda_{\text{E+}} = - 3^{\text{ч}}58^{\text{м}}00^{\text{с}} \end{array}$$

$$T_{\text{ГР}} = 12^{\text{ч}}26^{\text{м}}00^{\text{с}} 22.06.$$

Ответ: $T_{\text{ГР}} = 12^{\text{ч}}26^{\text{м}}00^{\text{с}} 22.06.$

Пример 1.4.6.2.

Дано: 19 декабря $T_{\text{М}} = 20^{\text{ч}}58^{\text{м}}05^{\text{с}}$; $\lambda = 90^{\circ}42',0 \text{ W}$.

Определить: Гринвичское время $T_{\text{ГР}}$.

Решение:

1. Перевести долготу из градусной меры во временную.

$$\lambda = 90^{\circ}42',0 W = 6^{\text{ч}}02^{\text{м}}48^{\text{с}} W.$$

2. Рассчитать $T_{\text{ГР}}$.

$$T_{\text{М}} = 20^{\text{ч}}58^{\text{м}}05^{\text{с}} 19.12.$$

$$\lambda_{\text{W.}} = + 6^{\text{ч}}02^{\text{м}}48^{\text{с}}$$

$$T_{\text{ГР}} = 3^{\text{ч}}00^{\text{м}}53^{\text{с}} 20.12.$$

В данном примере сумма часов превысила $24^{\text{ч}}$, поэтому произошла смена даты на последующую.

Ответ: $T_{\text{ГР}} = 3^{\text{ч}}00^{\text{м}}53^{\text{с}} 20.12.$

1.4.7. Определение поясного времени $T_{\text{П}}$ и судового времени $T_{\text{С}}$ по Гринвичскому времени $T_{\text{ГР}}$ и долготе λ .

В октябре 1884г. в Вашингтоне на Международной меридианной конференции принята к всеобщему применению *поясная система счета среднего времени*.

В нашей стране поясной счет среднего времени введен на кораблях Военно-морского флота с 1 мая 1918г. , на всей территории России - с 17 января 1924г.

Вся поверхность земного шара разделена по долготам на 24 пояса. Протяженность каждого пояса по долготам составляет 15° , что во временном счете равно $1^{\text{ч}}$.

Осевым (центральным) меридианом начального нулевого часового пояса (№ = 0) принят Гринвичский меридиан.

Осевые меридианы последующих часовых поясов, которым присваиваются номера до 12 к востоку и западу от Гринвича, проходят по меридианам в долготах 15° ; 30° ; 45° ; 60° ... 180° соответственно восточного и западного наименований.

Следовательно, граничными меридианами часовых поясов являются меридианы с долготами: $7,5^{\circ}$; $22,5^{\circ}$; $37,5^{\circ}$; $53,5^{\circ}$; .. $157,5^{\circ}$; $172,5^{\circ}$ к востоку и западу от Гринвича. Нулевой (№ = 0) и двенадцатый (№ = 12) пояса являются общими (восточными и западными).

В пределах каждого пояса часы устанавливаются по среднему времени центрального меридиана пояса, тогда расхождение среднего времени любого пункта пояса от времени осевого меридиана в каждом часовом поясе не превышает 30 мин. В соседних поясах время отличается к востоку ровно на $1^{\text{ч}}$ вперед; к западу на $1^{\text{ч}}$ назад.

Для определения номера часового пояса следует долготу места перевести во временную меру путем деления на 15° и результат округлить до ближайшего целого часа.

Например, при делении $\lambda = 49^\circ 56',0$ E на 15° получим целое 3 и в остатке $4^\circ 56' < 7^\circ 30'$, тогда № = 3 E; при делении $\lambda = 117^\circ 13',0$ W на 15° результат будет 7 и в остатке $12^\circ 30' > 7^\circ 30'$, тогда № = 8 W.

Таким образом, **поясным временем** T_{Π} называется среднее солнечное время центрального меридиана данного часового пояса.

Судовым временем T_C называется среднее солнечное время, по которому осуществляется управление судном, организуется повседневная жизнь экипажа и ведется навигационная прокладка. В основу счета судового времени положено поясное время, при этом номер часового пояса для счета судового времени устанавливается капитаном судна. В длительном морском плавании часы переставляют по решению капитана судна после доклада штурмана о пересечении границы часового пояса. На судах гражданских ведомств перестановку часов принято выполнять на вахте третьего помощника. В судовом журнале производится соответствующая запись об изменении счета времени.

Таким образом, судовое время есть поясное время того часового пояса, по которому ведется управление судном. Судовое время имеет календарную дату.

На любой необходимый момент судовое время вычисляется на основании показаний хронометра, идущего по всемирному времени:

$$T_C = T_{XP} + u_{XP} + (N^{oE+}_{w.}) = T_{ГР} + (N^{oE+}_{w.}).$$

Поясное T_{Π} и судовое T_C время рассчитывается по Гринвичскому $T_{ГР}$ времени и долготе при работе со звездным глобусом, расчете продолжительности сумерек, моментов восхода и захода светил, определении их кульминации и решении других астронавигационных задач.

Поясное время T_{Π} рассчитывается по формуле:

$$T_{\Pi} = T_{ГР} + (N^{oE+}_{w.}).$$

Пример 1.4.7.1.

Дано: 20.12. $T_{ГР} = 20^h 36^m 11^s$; $\lambda = 84^\circ 22',0$ W.

Рассчитать: T_{Π} и T_C .

Решение: 1. Определить номер часового пояса, для чего:

$84^{\circ}22',0 : 15^{\circ} = 5$ и в остатке $9^{\circ}22',0 > 7,5$. Поэтому номер часового пояса $N^{\circ}_w = 6$.

2. Рассчитать T_{Π} и T_C :

$$T_{ГР} = 20^{\text{Ч}}36^{\text{М}}11^{\text{С}} 20.12.$$

+

$$N^{\circ}_{w-} = - 6$$

$$T_{\Pi} = 14^{\text{Ч}}36^{\text{М}}11^{\text{С}} 20.12.$$

$$T_C = 14^{\text{Ч}}36^{\text{М}} 20.12.$$

Поясное время T_{Π} , округленное до одной минуты, будет судовым временем T_C . Если количество секунд менее $30^{\text{С}}$, то значение минут остается прежним. Если количество секунд превышает $30^{\text{С}}$, то значение минут округляется в сторону увеличения на одну минуту.

Ответ: $T_{\Pi} = 14^{\text{Ч}}36^{\text{М}}11^{\text{С}}$; $T_C = 14^{\text{Ч}}36^{\text{М}}$.

Пример 1.4.7.2.

Дано: 02.02. $T_{ГР} = 22^{\text{Ч}}10^{\text{М}}44^{\text{С}}$; $\lambda = 65^{\circ}05',0 \text{ E}$.

Рассчитать: T_{Π} и T_C .

Решение:

1. Определить номер часового пояса, для чего:

$65^{\circ}05',0 : 15^{\circ} = 4$ и в остатке $5^{\circ}05',0 < 7^{\circ}30'$. Поэтому номер часового пояса $N^{\circ}_E = 4$.

2. Рассчитать T_{Π} и T_C .

$$T_{ГР} = 22^{\text{Ч}}10^{\text{М}}40^{\text{С}} 02.02.$$

+

$$N^{\circ}_{E+} = + 4$$

$$T_{\Pi} = 2^{\text{Ч}}10^{\text{М}}40^{\text{С}} 03.02.$$

$$T_C = 2^{\text{Ч}}11^{\text{М}} 03.02.$$

Ответ: $T_{\Pi} = 2^{\text{Ч}}10^{\text{М}}40^{\text{С}} 03.02.$; $T_C = 2^{\text{Ч}}11^{\text{М}} 03.02.$

1.4.8. Определение Гринвичского $T_{ГР}$, поясного T_{Π} и судового T_C времени по местному T_M времени и долготе λ .

В практике решения многих астронавигационных задач возникает необходимость перевода времени из одной системы счета в другую на основании ранее полученных формул:

$$T_{ГР} = T_M + (\lambda^{E+}_{W.});$$

$$T_{П} (T_c) = T_{ГР} + (N^{E+}_{W.}).$$

С использованием данных формул легко получить зависимость для перевода местного времени T_M в поясное время $T_{П}$. При этом следует твердо помнить правило, что местное время переводится в Гринвичское долготой, не забывая условие: к востоку время всегда больше.

Судовое время T_C определяется по поясному времени $T_{П}$ путем округления количества секунд до целой минуты.

Пример 1.4.8.1.

Дано: 17.04. $T_M = 12^ч31^м37^с$; $\lambda = 85^{\circ}14',5 W$.

Определить: $T_{ГР}$; $T_{П}$ и T_C .

Решение:

1. Перевести долготу во временную меру:

$$\lambda_{W.} = 85^{\circ}14',5 W = 5^ч40^м58^с W.$$

2. Определить номер часового пояса:

$$N^{E+}_{W.} = 6.$$

3. Рассчитать $T_{ГР}$, $T_{П}$ и T_C на основании известных формул по следующей схеме:

$$\begin{array}{r}
 T_M = 12^ч31^м37^с \quad 17.04. \\
 - \\
 \lambda_{W.} = + 5^ч40^м58^с \\
 \hline
 T_{ГР} = 18^ч12^м35^с \quad 17.04. \\
 + \\
 N^{E+}_{W.} = - 6 \\
 \hline
 T_{П} = 12^ч12^м35^с \quad 17.04. \\
 T_C = 12^ч13^м \quad 17.04.
 \end{array}$$

Ответ: $T_{ГР} = 18^ч12^м35^с \quad 17.04.$;

$T_{П} = 12^ч12^м35^с \quad 17.04.$;

$T_C = 12^ч13^м \quad 17.04.$

Пример 1.4.8.2.

Дано: 20.11. $T_M = 5^ч56^м20^с$; $\lambda = 107^{\circ}24',0 E$.

Определить: $T_{ГР}$; $T_{П}$ и T_C .

Решение:

1. Перевести долготу во временной счет:

$$\lambda_E = 107^{\circ}24',0 E = 7^{\text{ч}}09^{\text{м}}36^{\text{с}} E.$$

2. Определить номер часового пояса: $N_{E+}^{\circ} = 7$.

3. Рассчитать $T_{\text{ГР}}$; $T_{\text{П}}$ и $T_{\text{С}}$:

$$\begin{array}{r} T_{\text{М}} = 5^{\text{ч}}56^{\text{м}}20^{\text{с}} 20.11. \\ - \\ \lambda_{E+} = - 7^{\text{ч}}09^{\text{м}}36^{\text{с}} \\ \hline T_{\text{ГР}} = 22^{\text{ч}}46^{\text{м}}44^{\text{с}} 19.11. \\ + \\ N_{E+}^{\circ} = + 7 \\ \hline T_{\text{П}} = 5^{\text{ч}}46^{\text{м}}44^{\text{с}} 20.11. \\ \\ T_{\text{С}} = 5^{\text{ч}}47^{\text{м}} 20.11. \end{array}$$

Ответ: $T_{\text{ГР}} = 22^{\text{ч}}46^{\text{м}}44^{\text{с}} 19.11.$;

$T_{\text{П}} = 5^{\text{ч}}46^{\text{м}}44^{\text{с}} 20.11.$;

$T_{\text{С}} = 5^{\text{ч}}47^{\text{м}} 20.11.$

1.4.9. Определение Гринвичского $T_{\text{ГР}}$ и местного $T_{\text{М}}$ времени по поясному времени $T_{\text{П}}$ и долготе λ .

Данная задача по существу решения является обратной предыдущей и выполняется по такому же принципу, с использованием тех же формул при перемене соответствующих знаков:

$$\begin{aligned} T_{\text{ГР}} &= T_{\text{П}} - (N_{\text{W.}}^{E+}); \\ T_{\text{М}} &= T_{\text{ГР}} + (\lambda_{\text{W.}}^{E+}). \end{aligned}$$

Пример 1.4.9.1.

Дано: 09.08. $T_{\text{П}} = 6^{\text{ч}}21^{\text{м}}10^{\text{с}}$; $\lambda = 164^{\circ}20',0 E$.

Определить: $T_{\text{ГР}}$ и $T_{\text{М}}$.

Решение:

1. Перевести долготу во временной счет:

$$\lambda = 164^{\circ}20',0 E = 10^{\text{ч}}57^{\text{м}}20^{\text{с}} E.$$

2. Определить номер часового пояса: $N_{E+}^{\circ} = 11$.

3. Определить $T_{ГР}$ и T_M с помощью системы известных формул:

$$\begin{array}{r}
 T_{II} = 6^ч21^М10^С 09.08. \\
 - \\
 N_{E+}^o = - 11 \\
 \hline
 T_{ГР} = 19^ч21^М10^С 08.08. \\
 + \\
 \lambda_{E+} = + 10^ч57^М20^С \\
 \hline
 T_M = 6^ч18^М30^С 09.08.
 \end{array}$$

При решении данного примера возникла необходимость к T_{II} прибавить $24^ч$, что привело к смене даты на предыдущую при определении $T_{ГР}$. После прибавления долготы к $T_{ГР}$ пришлось вычесть $24^ч$ и изменить дату на последующую.

Ответ: $T_{ГР} = 19^ч21^М10^С 08.08.$; $T_M = 6^ч18^М30^С 09.08.$

Пример 1.4.9.2.

Дано: 01.02. $T_{II} = 20^ч03^М18^С$; $\lambda = 107^o09',0 W$.

Определить: $T_{ГР}$; T_M .

Решение:

1. Перевести долготу во временной счет:

$$\lambda = 107^o09',0 W = 7^ч08^М36^С W.$$

2. Определить номер часового пояса: $N_{W.}^o = 7$.

3. Рассчитать $T_{ГР}$ и T_M :

$$\begin{array}{r}
 T_{II} = 20^ч03^М18^С 01.02. \\
 - \\
 N_{W.}^o = + 7 \\
 \hline
 T_{ГР} = 3^ч03^М18^С 02.02. \\
 + \\
 \lambda_{W.} = - 7^ч08^М36^С \\
 \hline
 T_M = 19^ч54^М42^С 01.02.
 \end{array}$$

Ответ: $T_{ГР} = 3^ч03^М18^С 02.02.$; $T_M = 19^ч54^М42^С 01.02.$

1.4.10. Звездное время S (t_w^Y). Определение местного звездного времени S_M (t_M^Y) по судовому времени T_C и долготе λ .

Промежуток времени между двумя последовательными верхними кульминациями точки весеннего равноденствия (точки Овна Y) на меридиане наблюдателя называется *звездными сутками*.

Звездные сутки делятся на звездные часы, минуты и секунды.

Промежуток времени, выраженный в звездных единицах времени и прошедший от начала звездных суток до настоящего момента, называется *звездным временем* и обозначается S .

Из анализа вспомогательной небесной сферы с нанесенными точкой Овна Y и местом произвольного светила очевидно:

- Звездное время S в данный момент равно часовому углу точки Овна западного наименования t_w^Y :

$$S = t_w^Y .$$

- Звездное время S можно выражать в часовой и градусной системах счета. Перевод звездного времени из одной системы счета в другую используется при решении астрономических задач.

- Звездное время S календарной даты не имеет и в повседневной жизни людей не используется.

- Звездное время S в любой момент выражается суммой часового угла западного наименования любого светила t_w^* и его прямого восхождения α^* :

$$S = t_w^Y = (t_w^* + \alpha^*) .$$

Данная формула называется *основной формулой времени* и имеет

важное значение в мореходной астрономии для решения большинства астронавигационных задач: для ориентирования звездного глобуса, при расчете часовых углов звезд, определении широты и поправки курсоуказателя по наблюдениям Полярной звезды.

По судовому времени T_C на данном меридиане места можно рассчитать приближенное значение звездного времени S_M с использованием преобразованных известных формул:

$$T_M = T_C - (N_0^{E+}) = T_{ГР} + (\lambda^{E+}) .$$
$$S_M = T_M + \alpha_{\otimes} \pm 12^h .$$

Прямое восхождение среднего Солнца α_{\otimes} определяется на основании известного изменения величины прямого восхождения истинного Солнца в течение каждых суток при его видимом годовом движении. Расчет ведется от дня наблюдений до ближайшей исходной даты.

Солнце, совершая один оборот по небесной сфере в течение года навстречу её видимому движению, за сутки изменяет своё прямое восхождение α_{\otimes} на 1° , что во временном счете соответствует 4^M .

Исходными датами в течение года, для которых заранее известна приближенная величина прямого восхождения Солнца, являются:

- 21 марта, $\alpha_{\otimes} = 0^{\circ}$ ($S = 0^h00^m$);**
- 22 июня, $\alpha_{\otimes} = 90^{\circ}$ ($S = 6^h00^m$);**
- 23 сентября, $\alpha_{\otimes} = 180^{\circ}$ ($S = 12^h00^m$);**
- 22 декабря, $\alpha_{\otimes} = 270^{\circ}$ ($S = 18^h00^m$).**

Поэтому для определения величины прямого восхождения необходимо определить количество дней между заданной датой наблюдений и ближайшей исходной датой. Количество рассчитанных дней следует умножить на 4^M и получить величину изменения прямого восхождения Солнца $\Delta\alpha_{\otimes}$ за этот период.

Затем величину изменения прямого восхождения $\Delta\alpha_{\otimes}$ необходимо соотнести (прибавить или вычесть) к значению прямого восхождения α_{\otimes} для определенной ближайшей даты и получить прямое восхождение α_{\otimes} на заданный день.

Пример 1.4.10.1.

Дано: 19.04. $T_C = 18^h25^m$; $\lambda = 80^{\circ}35',0 W$.

Определить: Местное звездное время $S_M (t_M^r)$.

Решение:

1. Перевести долготу во временную систему счета с точностью до минут:

$$\lambda = 80^{\circ}35',0 W = 5^h22^m W.$$

2. Определить номер часового пояса: $N_{W.}^{\circ} = 5$.

3. Рассчитать величины прямого восхождения Солнца на дату наблюдений:

•от даты наблюдений до ближайшей исходной даты (21.03.) прошло 29 суток;

•изменение прямого восхождения Солнца за этот период составляет: $\Delta\alpha_{\otimes} = 29^d \times 4^m = 116^m = 1^h56^m$;

•определить прямое восхождение на заданный день:

$$\alpha_{\otimes} = \alpha_{\otimes 21.03.} + \Delta\alpha_{\otimes} = 0^h00^m + 1^h56^m;$$

4. Рассчитать местное звездное время $S_M (t_M^r)$ на заданный момент наблюдений по схеме, объединяющей обе приведенные выше формулы:

$$\begin{array}{r}
T_C = 18^h 25^m 19.04. \\
- \\
N_{w.}^{\circ} = + 5 \\
\hline
T_{ГР} = 23^h 25^m 19.04. \\
+ \\
\lambda_{w.} = - 5^h 22^m \\
\hline
T_M = 18^h 03^m 19.04. \\
+ \\
\alpha_{\otimes} + 12^h = 13^h 56^m \\
\hline
S_M = 7^h 59^m \\
t_M^r = 119^o 45', 0 W
\end{array}$$

Ответ: Звездное местное время на момент наблюдений $S_M = 7^h 59^m$ или $t_M^r = 119^o 45', 0 W$.

1.4.11. Определение Гринвичского времени $T_{ГР}$ на момент астронавигационных наблюдений.

Астронавигационные измерения, как правило, состоят из серии наблюдений пяти (трех) отсчетов измеряемого параметра (высоты светила) и соответствующих им моментам по хронометру (рабочим часам), что позволяет снизить влияние случайных погрешностей наблюдений приблизительно в два раза.

По среднему арифметическому значению серии наблюдений $T_{ХРер}$ ведется расчет Гринвичского времени $T_{ГР}$ с учетом определенной по радиосигналам точного времени или рассчитанной непосредственно перед наблюдениями поправки хронометра u_{xp} .

Одновременно с выполнением наблюдений светил замечается также судовое время T_C выполнения работы, в соответствии с которым снимается навигационная (ол; φ_c ; λ_c ; курс; скорость) и другая необходимая информация (температура, давление воздуха), а также фиксируется номер часового пояса, принятый на судне в данный период.

По судовому времени T_C и номеру часового пояса N° определяется приближенное (с точностью до минут) Гринвичское время Приб. $T_{ГР}$ наблюдений и Гринвичская дата:

$$\text{Приб. } T_{ГР} = T_C - (N^{\circ E+}_{w.}).$$

Точное (с точностью до секунд) Гринвичское время $T_{ГР}$ рассчитывается по моменту $T_{ХР\ ср}$ и поправке хронометра $u_{хр}$:

$$T_{ГР} = T_{ХР\ ср} + u_{хр}.$$

При этом немедленно контролируется расчет точного Гринвичского $T_{ГР}$ и приближенного Приб. $T_{ГР}$ с тем, чтобы показания количества часов у этих значений должны быть **обязательно одинаковы**, а минуты могут расходиться только на промежуток времени, затрачиваемый для выполнения очередного наблюдения светила.

Пример 1.4.11.1.

Дано: 29.10. $T_C = 00^ч 14^м$; №_Е = 3 (зимнее московское время).

При наблюдении светила зарегистрированы показания хронометра: $9^ч 12^м 03^с$; $9^ч 12^м 38^с$; $9^ч 13^м 41^с$; $9^ч 14^м 16^с$ и $9^ч 15^м 14^с$. Поправка хронометра определена перед наблюдениями по радиосигналам точного времени: $u_{хр} = + 13^с$.

Рассчитать: Гринвичское время $T_{ГР}$ на средний момент астронавигационных измерений светила.

Решение:

1. Определить среднее арифметическое значение момента измерения по хронометру: $T_{ХР\ ср} = 9^ч 13^м 34,4^с$.

2. Вычислить Приближенное Гринвичское время:

$$T_C = 00^ч 14^м 29.10.$$

$$- \text{№}_{Е+} = - 3$$

$$\text{Приб. } T_{ГР} = 21^ч 14^м 28.10.$$

3. Вычислить точное Гринвичское время:

$$\begin{array}{r} T_{ХР\ ср} = 9^ч 13^м 34,4^с \\ + \\ u_{хр} = + 13^с \\ \hline T_{ГР} = 9^ч 13^м 47,4^с \\ + \\ 12^ч \\ \hline T_{ГР} = 21^ч 13^м 47^с 28.10. \end{array}$$

При контроле расчетов точного и приближенного значений Гринвичского времени оказалось, что дата меридиана Гринвича поменялась на предыдущую, и для согласования показаний счета часов необходимо добавить 12^ч. Показания минут соответствуют в обоих значениях, т.к. количество секунд округляется в данном случае до целой минуты в сторону увеличения. Десятые доли секунд должны округляться до ближайшей целой секунды.

1.5. Определение благоприятного времени для астронавигационных наблюдений светил с целью определения места судна на море.

1.5.1. Необходимость оценки астронавигационной обстановки.

При подготовке судна к переходу необходимо заблаговременно оценить астронавигационную обстановку по заданному маршруту и времени плавания, заранее выявить условия определения места по светилам, эффективность применения радиотехнических средств судовождения, средств наблюдения и связи.

Для правильной оценки астронавигационной обстановки и последующей штурманской работы судоводителю чрезвычайно важно прежде всего уверенно ориентироваться на звездном небе и правильно опознавать небесные светила, а также иметь твердые навыки по работе с Картой звездного неба и Звездным глобусом. Сведения по данному вопросу изложены в учебном пособии “Мореходная астрономия. Теоретический курс.” (Н.А.Верюжский, изд. РКонсульт, 2006 г.).

Оценка астронавигационной обстановки включает:

1. Общую характеристику видимого движения светил в районе плавания на заданное время, которая складывается из оценок следующих явлений:

- восход и заход светила;
- верхняя и нижняя кульминация светила;
- прохождение светила через зенит;
- движение светила по азимутам над горизонтом.

2. Оценку естественной освещенности в районе плавания (восход и заход Солнца, начало и конец утренних и вечерних навигационных сумерек и их продолжительность).

3. Оценку расположения светил на небосводе по высотам и азимутам.

4. Выбор светил для наблюдений в целях оптимального решения задач по определению места, включая дневные наблюдения Луны и планет.

В конечном итоге выполнение перечисленных задач сводится к определению судового времени наступления астрономического явления, предвычислению высоты и азимута светила на этот момент.

При подготовке к рейсу расчёты моментов времени по оценке астронавигационной обстановки достаточно производить приближенно для моментов времени с точностью до пяти минут, а высоты и азимуты светил определять - до одного градуса.

Однако на переходе морем временные моменты астрономических явлений требуется определять с точностью до одной минуты, а наблюдения светил фиксировать - до одной секунды.

1.5.2. Расчёты судового времени T_c восхода и захода Солнца и Луны и периода навигационных сумерек.

Основным пособием для расчёта моментов времени наступления явлений, определяющих освещенность, является Морской астрономический ежегодник (МАЕ).

В ежедневных таблицах МАЕ помещены моменты Всемирного времени видимого восхода и захода Солнца на среднюю из трёх смежных дат и Луны на каждую дату с точностью до одной минуты, наблюдаемых с уровня моря, для тридцати (от 74° N до 60° S) пунктов на Гринвичском меридиане. Слева и справа от моментов наступления восхода и захода указаны их суточные изменения со своими знаками.

Моменты начала и конца гражданских и навигационных сумерек также как и для восхода и захода Солнца даны на среднюю дату из трёх смежных дат.

Порядок расчётов наступления явлений освещенности для судового времени T_c состоит из двух этапов и выполняется по формулам:

$$T_m = T_t + \Delta T_d + \Delta T_\varphi + \Delta T_\lambda;$$
$$T_c = T_m - (\lambda_w^{E+}) + (N_w^{E+})$$

На первом этапе к выбранному из МАЕ табличному моменту T_t придать поправку ΔT_d (только для Солнца), затем поправку за разность заданной и табличной широты ΔT_φ и поправку за долготу заданного места ΔT_λ . В итоге на первом этапе необходимо получить момент T_m явления освещенности по среднему солнечному времени

меридиана места наблюдения.

На втором этапе с учётом долготы места λ_M и номера часового пояса №, принятого для счёта судового времени, перевести T_M через Гринвичское время $T_{Гр}$ в судовое время T_C .

Вычисление судового времени T_C наступления явлений освещенности предлагается выполнять в следующей последовательности:

№ действия	Символ	Содержание и правила выполнения действия
1.	T_T	Табличный момент явления из МАЕ (по среднему времени Гринвичского меридиана), выбранный по календарной дате в табличной широте φ_T , ближайшей меньшей относительно заданной φ_C .
2.	ΔT_d	Поправка за дату для Солнца (сут.изм.). Указана в ежедневных таблицах МАЕ, если заданная дата не равна табличной (средней из трёх смежных дат). Выбирается слева от T_T для предыдущей даты и справа от T_T для последующей даты.
3.	ΔT_φ	Поправка за разность заданной φ_C и ближайшей меньшей широты φ_T : $\Delta\varphi = \varphi_C - \varphi_T$. Выбирается из приложения 1-А к МАЕ, аргументами для входа служат: табличный шаг широты $\Delta\varphi_T$, разности заданной и ближайшей меньшей широты $\Delta\varphi$ и разности моментов Δ явления при перемене широты от меньшей табличной в сторону заданной.
4.	ΔT_λ	Поправка за долготу места. Выбирается из приложения 1-Б к МАЕ, аргументами для входа служат: долгота места и суточное изменение, которое указано в ежесуточных таблицах для Солнца и вычисляется для Луны. Суточное изменение выбирают слева от исходного момента T_T , если долгота восточная, и при западной долготы справа.
5.	T_M	Момент явления по среднему солнечному времени меридиана заданного места наблюдений T_M определяется путем сложения всех поправок со своим знаком, Знак каждой поправки соответствует характеру изменения табличных моментов. $T_M = T_T + \Delta T_d + \Delta T_\varphi + \Delta T_\lambda$.

6.	λ_m	Перевести долготу из градусной в часовую систему счёта: $\lambda^o \rightarrow \lambda^ч$.
7.	$T_{гр}$	Определить Гринвичское время в момент наблюдения явления в заданном пункте: $T_{гр} = T_m - (\lambda^{E+}_{w-})$.
8.	№	Номер часового пояса, принятый на судне для счёта судового времени.
9.	T_c	Рассчитать судовое время момента наблюдения явления в заданном пункте: $T_c = T_{гр} + (\text{№}^{E+}_{w-})$.

Пример 1.5.2.1.

Дано: 19 октября 1998 г. Средиземное море: $\varphi_c = 36^{\circ} 20' N$;
 $\lambda_c = 21^{\circ} 19' E$.

Рассчитать благоприятный период для астронавигационных наблюдений светил во время утренних сумерек, а также момент видимого восхода Солнца.

Решение: 1. Для удобства решения задачи расчёты целесообразно выполнять в табличной форме:

Исходные данные	НУНС	КУНС (НУГС)	Восход Солнца
T_t на 20.10.98. $\varphi_t = 30^{\circ}N$	5 ^ч 13 ^м	5 ^ч 41 ^м	6 ^ч 05 ^м
ΔT_d (сут.изм.)	-	-	- 1 ^м
ΔT_{φ} (по аргументам $\Delta\varphi$; $\Delta\varphi_t$; и Δ).	$\Delta\varphi = 6^{\circ}20'$; $\Delta\varphi_t = 10^{\circ}; + 2^m$ $\Delta = + 3^m$;	$\Delta\varphi = 6^{\circ}20'$; $\Delta\varphi_t = 10^{\circ}; + 5^m$ $\Delta = + 7^m$;	$\Delta\varphi = 6^{\circ}20'$; $\Delta\varphi_t = 10^{\circ}; + 7^m$ $\Delta = + 10^m$;
ΔT_{λ} (по $\lambda = 21^{\circ}18' E$; и сут.изм. = - 1 ^м)	-	-	- 0 ^м
T_m	5 ^ч 15 ^м	5 ^ч 46 ^м	6 ^ч 11 ^м
- λ^{E+}_{w-}	- 1 ^ч 25 ^м	- 1 ^ч 25 ^м	- 1 ^ч 25 ^м
$T_{гр}$	3 ^ч 50 ^м	4 ^ч 21 ^м	4 ^ч 46 ^м
+ №^{E+}_{w-}	+ 1	+ 1	+ 1
T_c	4 ^ч 50 ^м	5 ^ч 21 ^м	5 ^ч 46 ^м

2. Из ежедневных таблиц МАЕ - 1998 г. по средней дате 20.10.98. и ближайшей меньшей табличной широты $\varphi_t = 30^{\circ} N$ выбрать моменты начала и конца утренних навигационных сумерек (НУНС и КУНС), а также момент восхода Солнца и занести соответ-

ственно в рабочую таблицу. Все данные по п.п. 2.3.4 взять здесь из Приложения № 2, по п.п. 5-6 из Приложения № 6.

3. Выбрать поправку за дату только для Солнца ΔT_d (сут.изм.) со своим знаком слева от момента восхода Солнца, т.к. заданная дата предыдущая к средней табличной дате, и записать в рабочую таблицу.

4. Определить аргументы для расчёта поправки за широту ΔT_ϕ для каждого явления и записать в рабочую таблицу:

- разность заданной и ближайшей меньшей широты $\Delta\phi = \phi_c - \phi_r = 36^{\circ}20' N - 30^{\circ} N = 6^{\circ}20'$;

- величина табличного интервала широт:

$\Delta\phi_r = 40^{\circ} - 30^{\circ} = 10^{\circ}$, в котором находится заданная широта;

- табличные разности моментов явлений при перемене широты от меньшей к большей в сторону заданной широты: для НУНС $\Delta = 5^{\text{ч}}16^{\text{м}} - 5^{\text{ч}}13^{\text{м}} = + 3^{\text{м}}$; для КУНС $\Delta = 5^{\text{ч}}48^{\text{м}} - 5^{\text{ч}}41^{\text{м}} = + 7^{\text{м}}$; для восхода Солнца $\Delta = 6^{\text{ч}}15^{\text{м}} - 6^{\text{ч}}05^{\text{м}} = + 10^{\text{м}}$.

5. Рассчитать значения поправок за широту ΔT_ϕ из таблицы 1-А приложения № 1 к МАЕ (стр. 281) путём линейного интерполирования по вычисленным аргументам для каждого явления и записать в рабочую таблицу. По значению $\Delta\phi_r$ 10, 5 или 2° войти в соответствующую из трёх строк вверху таблицы и найти ближайшее меньшее число для значения $\Delta\phi$. В пересечении этого столбца и строки с ближайшим меньшим числом для значения Δ интерполированием рассчитать величину поправки за широту ΔT_ϕ . Знак поправки ΔT_ϕ одинаков со знаком разности моментов Δ . Значения поправок со своими знаками занести в рабочую таблицу:

ΔT_ϕ для НУНС = + $2^{\text{м}}$;

ΔT_ϕ для КУНС = + $5^{\text{м}}$;

ΔT_ϕ для восхода Солнца = + $7^{\text{м}}$.

6. Значение поправки за долготу ΔT_λ выбрать из таблицы 1-Б приложения № 1 к МАЕ (стр. 282) путём интерполирования по долготе места судна и суточному изменению. Суточное изменение необходимо выбирать слева, если долгота восточная, и справа, если долгота западная. Знак поправки ΔT_λ одинаков со знаком суточного изменения: сут.изм. = - $1^{\text{м}}$; $\Delta T_\lambda = - 0^{\text{м}}$.

Для начала и конца сумерек поправка за долготу ΔT_λ не рассчитывается.

7. К моменту явления T_t , выбранному из ежедневных таблиц, прибавить со своими знаками поправки ΔT_d , ΔT_ϕ и ΔT_λ и получить

момент явления по среднему солнечному времени меридиана заданного места наблюдений T_m :

$$T_m \text{ для НУНС} = 5^{\text{ч}}15^{\text{м}};$$

$$T_m \text{ для КУНС} = 5^{\text{ч}}46^{\text{м}};$$

$$T_m \text{ для восхода Солнца} = 6^{\text{ч}}11^{\text{м}}.$$

Произвести соответствующие записи в рабочую таблицу.

8. Рассчитать момент наблюдения явления в заданном пункте по судовому времени того часового пояса, по которому идут судовые часы, способом “через Гринвич”. Данный приём рассмотрен ранее (пример 1.4.8.2.).

Таким образом, продолжительность навигационных сумерек составит 31 минуту, наиболее благоприятное время для астронавигационных наблюдений светил с $4^{\text{ч}}50^{\text{м}}$ до $5^{\text{ч}}21^{\text{м}}$; видимый восход Солнца будет наблюдаться в $5^{\text{ч}}46^{\text{м}}$.

Для данного времени УНС (утренних навигационных сумерек) произведены наблюдения светил и решена задача по определению места судна (Пример 3.3.2.2.)

Пример 1.5.2.2.

Дано: 15 апреля 1998 г. Балтийское море: $\varphi_c = 59^{\circ} 30' \text{ N}$;

$$\lambda_c = 20^{\circ} 50' \text{ E}.$$

Рассчитать T_c момента видимого захода Солнца и период начала и конца вечерних навигационных сумерек.

Решение: 1. Для удобства решения задачи расчёты целесообразно выполнять в табличной форме:

Исходные данные	Заход Солнца	НВНС (КВГС)	КВНС
T_t на 14.04.98. $\varphi_t = 58^{\circ}\text{N}$	$19^{\text{ч}}09^{\text{м}}$	$19^{\text{ч}}52^{\text{м}}$	$20^{\text{ч}}48^{\text{м}}$
ΔT_d (сут.изм.)	$+ 2^{\text{м}}$	-	-
ΔT_{φ} (по аргументам $\Delta\varphi$; $\Delta\varphi_t$; и Δ).	$\Delta\varphi = 1^{\circ}30'$; $\Delta\varphi_t = 2^{\circ}; + 5^{\text{м}}$ $\Delta = + 6^{\text{м}}$;	$\Delta\varphi = 1^{\circ}30'$; $\Delta\varphi_t = 2^{\circ}; + 7^{\text{м}}$ $\Delta = + 9^{\text{м}}$;	$\Delta\varphi = 1^{\circ}30'$; $\Delta\varphi_t = 2^{\circ}; + 11^{\text{м}}$ $\Delta = + 14^{\text{м}}$;
ΔT_{λ} (по $\lambda = 20^{\circ}50' \text{ E}$; и сут.изм. = $- 2^{\text{м}}$)	$- 0^{\text{м}}$	-	-
T_m	$19^{\text{ч}}16^{\text{м}}$	$19^{\text{ч}}59^{\text{м}}$	$20^{\text{ч}}59^{\text{м}}$
$- \lambda^{\text{E+}}_{\text{w}}$	$- 1^{\text{ч}}23^{\text{м}}$	$- 1^{\text{ч}}23^{\text{м}}$	$- 1^{\text{ч}}23^{\text{м}}$
$T_{\text{гр}}$	$17^{\text{ч}}53^{\text{м}}$	$18^{\text{ч}}36^{\text{м}}$	$19^{\text{ч}}36^{\text{м}}$
$+ \lambda^{\text{E+}}_{\text{w}}$	$+ 1$	$+1$	$+1$
T_c	$18^{\text{ч}}53^{\text{м}}$	$19^{\text{ч}}36^{\text{м}}$	$20^{\text{ч}}36^{\text{м}}$

2. Из ежедневных таблиц МАЕ - 1998 г. по средней дате 14.04.98. и ближайшей меньшей табличной широты $\varphi_{\tau} = 58^{\circ} \text{ N}$ выбрать моменты видимого захода Солнца, начала и конца вечерних навигационных сумерек (НВНС и КВНС) и занести соответственно в рабочую таблицу. (Здесь Приложение № 2)

3. Выбрать поправку за дату $\Delta T_{\text{д}}$ (сут.изм.) только для Солнца со своим знаком справа от момента захода Солнца, т.к. заданная дата последующая к средней табличной дате, и записать в рабочую таблицу.

4. Определить аргументы для расчёта поправки за широту ΔT_{φ} для каждого явления и записать в рабочую таблицу:

- разность заданной и ближайшей меньшей широты $\Delta\varphi = \varphi_{\text{с}} - \varphi_{\tau} = 59^{\circ}30' \text{ N} - 58^{\circ} \text{ N} = 1^{\circ}30'$;

- величина табличного интервала широт:

$\Delta\varphi_{\tau} = 60^{\circ} - 58^{\circ} = 2^{\circ}$, в котором находится заданная широта;

- табличные разности моментов явлений при перемене широты от меньшей к большей в сторону заданной широты:

для захода Солнца $\Delta = 19^{\text{ч}}15^{\text{м}} - 19^{\text{ч}}09^{\text{м}} = + 6^{\text{м}}$;

для НВНС $\Delta = 20^{\text{ч}}01^{\text{м}} - 19^{\text{ч}}52^{\text{м}} = + 9^{\text{м}}$;

для КВНС $\Delta = 21^{\text{ч}}02^{\text{м}} - 20^{\text{ч}}48^{\text{м}} = + 14^{\text{м}}$.

5. Рассчитать значения поправок за широту ΔT_{φ} из таблицы 1-А приложения № 1 к МАЕ (стр. 281) путём линейного интерполирования по вычисленным аргументам для каждого явления и записать в рабочую таблицу. По значению $\Delta\varphi_{\tau}$ 10, 5 или 2° войти в соответствующую из трёх строк вверху таблицы (в данном случае $\Delta\varphi_{\tau} = 2^{\circ}$) и найти ближайшее меньшее число для значения $\Delta\varphi$. В пересечении этого столбца и строки с ближайшим меньшим числом для значения Δ интерполированием рассчитать величину поправки за широту ΔT_{φ} . Знак поправки ΔT_{φ} одинаков со знаком разности моментов Δ . Значения поправок со своими знаками занести в рабочую таблицу:

ΔT_{φ} для захода Солнца = $+ 5^{\text{м}}$;

ΔT_{φ} для НВНС = $+ 7^{\text{м}}$;

ΔT_{φ} для КВНС = $+ 11^{\text{м}}$.

6. Значение поправки за долготу ΔT_{λ} выбрать из таблицы 1-Б приложения № 1 к МАЕ (стр. 282) путём интерполирования по долготе места судна и суточному изменению. Суточное изменение необходимо выбирать слева, если долгота восточная, и справа, если долгота западная. Знак поправки ΔT_{λ} одинаков со знаком суточного изменения: сут.изм. = $- 2^{\text{м}}$; $\Delta T_{\lambda} = - 0^{\text{м}}$.

Для начала и конца сумерек поправка за долготу ΔT_λ не рассчитывается.

7. К моменту явления T_t , выбранному из ежедневных таблиц, прибавить со своими знаками поправки ΔT_d , ΔT_ϕ и ΔT_λ и получить момент явления по среднему солнечному времени меридиана заданного места наблюдений T_m . Произвести соответствующие записи в рабочую таблицу:

T_m для захода Солнца = $19^{\text{ч}}16^{\text{м}}$;

T_m для НВНС = $19^{\text{ч}}59^{\text{м}}$;

T_m для КВНС = $20^{\text{ч}}59^{\text{м}}$.

8. Рассчитать момент наблюдения явления в заданном пункте по судовому времени T_c того часового пояса, по которому идут судовые часы, способом “через Гринвич”. Данный приём рассмотрен ранее (пример 1.4.8.2.).

Таким образом, видимый заход Солнца будет наблюдаться в $18^{\text{ч}}53^{\text{м}}$, а продолжительность вечерних навигационных сумерек составит один час, наиболее благоприятное время для астронавигационных наблюдений светил с $19^{\text{ч}}36^{\text{м}}$ до $20^{\text{ч}}36^{\text{м}}$.

Для данного периода ВНС (вечерних навигационных сумерек) произведены наблюдения светил с целью определения места судна в примере 3.3.2.1.

1.6. Подбор светил для астронавигационных наблюдений с помощью звездного глобуса.

Подбор светил в благоприятный период для астронавигационных наблюдений с целью определения места по высотным линиям положения осуществляется как правило с помощью звездного глобуса.

Звёздный глобус представляет собой механический вычислительный прибор, моделирующий вспомогательную небесную сферу, с нанесенными 160 навигационными звёздами, координаты которых даны в таблице “Звёзды. Видимые места” (стр. 270 - 275) Морского астрономического ежегодника (МАЕ). Здесь Приложение № 3

Положения Солнца, Луны и планет наносятся на звёздный глобус на срок их наблюдений с помощью специального мягкого карандаша (типа “Стеклограф”) по их экваториальным координатам (прямому восхождению α и склонению δ), выбираемым из МАЕ по ежесуточным таблицам.

Кроме того, с помощью звёздного глобуса производится опознавание небесных светил на заданный момент по измеренной высоте и замеченному компасному пеленгу.

Перед применением звёздный глобус должен быть выверен, а затем установлен по географической широте места φ_c и времени наблюдений, которое должно соответствовать местному звёздному времени $S_M (t^r_m)$.

1.6.1. Установка звёздного глобуса по широте

1. Установить повышенный полюс над одноименной с широтой точкой горизонта (N или S). Отсчет меридианного кольца у точки горизонта должен соответствовать дополнению широты ($90^\circ - \varphi_c$), а значение широты φ_c - у зенита (для старых моделей).

2. Выполнить контроль правильности установки глобуса по широте. Под точкой зенита должен быть отсчёт величины склонения, равный заданной широте, и над горизонтом должен быть расположен полюс глобуса, одноименный заданной широте.

1.6.2. Установка звездного глобуса по времени наблюдений

1. С помощью МАЕ рассчитать Гринвичский часовой угол точки Овна (t^r_{gp}) на момент наблюдений.

2. Вычислить звёздное время на меридиане наблюдений S_M (местный часовой точки Овна t^r_m) по формуле:

$$t^r_m = t^r_{gp} + (\lambda^{E+}_w)$$

3. Совместить середину меридианного кольца (для старых моделей глобуса) с отсчётом шкалы экватора, равному звездному времени $S_M (t^r_m)$, путём поворота глобуса вокруг оси вращения.

При установке звёздного времени и прямого восхождения, а также считывания отсчётов с экватора следует помнить, что ширина меридианного кольца приблизительно равна двум экваториальным градусам.

После выполненной установки глобус отображает картину надгоризонтной части небесной сферы в заданном месте и в заданный момент. Причем видимая на поверхности глобуса конфигурация созвездий обратна реально наблюдаемой на небосводе.

1.6.3. Рекомендации по подбору светил для наблюдений

При подборе светил необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

1. При определении места по двум светилам разность их азимутов должна быть по возможности близка к 90° .

2. При определении места по трём светилам разность азимутов между ними должна быть близка к 120° , а высоты примерно одинаковы.

3. При определении места по четырём светилам разность азимутов в парах должна быть близка к 180° и к 90° между парами светил, а высоты противоположных светил - примерно одинаковы.

4. Высоты светил не должны быть менее 10° и не превышать 70° .

5. Выполнить подбор наиболее ярких светил для наблюдений с учетом того, что в процессе измерения высот из-за облачности, закрывающей часть горизонта, приходится выбирать другую комбинацию светил. Отсчёты высоты светил снимать с оцифрованного вертикала крестовины, азимут - с азимутального кольца в четвертном счете (для старых моделей).

6. Записать значения высоты и азимута каждого светила и нанести их положение на маневренный планшет. При этом шкалу расстояний можно использовать как шкалу высот в градусах (в центре планшета $h = 90^{\circ}$). Для наглядности на планшете рекомендуются нанести курс судна.

Пример 1.6.3.1. Средиземное море. 19 октября 1998 г. С карты предварительной прокладки снять приближенные координаты места $\varphi_c = 36,3^{\circ} \text{ N}$; $\lambda_c = 21,3^{\circ} \text{ E}$ на период утренних навигационных сумерек (для расчета выбирается момент начала сумерек $T_c = 4^{\text{h}}50^{\text{m}}$). Благоприятный период для астронавигационных наблюдений определен в примере 1.5.2.1.

Подобрать светила для астронавигационных наблюдений с целью определения места по небесным светилам.

Решение:

1. Из таблицы МАЕ - 1998г. (стр.24) "Видимость планет, 1998г." (Здесь Приложение № 1) выбрать планеты, наблюдаемые в октябре в утренние сумерки и нанести их места на звёздный глобус. Для момента планируемых наблюдений будет наблюдаться только Сатурн в созвездии Рыб, остальные планеты в утренние сумерки не будут

видны. Из ежедневных таблиц на 19 октября выбрать экваториальные координаты планеты Сатурн: $\alpha = 29,3^\circ$; $\delta = 9,0^\circ\text{N}$. Нанести место планеты на звёздный глобус.

2. Рассчитать благоприятный период для астронавигационных наблюдений - начало и конец утренних навигационных сумерек. (Решение выполнено в примере 1.5.2.1.).

3. Рассчитать звёздное время меридиана наблюдений S_M (t_M^Y) на момент начала утренних навигационных сумерек $T_c = 4^{\text{ч}}50^{\text{м}} 19.10.98\text{г.}$

по известным формулам:

$$T_c = 4^{\text{ч}}50^{\text{м}} 19.10.$$

$$N_{w.}^{E+} = - 1$$

$$T_{\text{ГР}} = 3^{\text{ч}}50^{\text{м}} 19.10.$$

Из ежедневных таблиц МАЕ - 1998г. выбрать значение $t_{\text{ГР}}^Y$ (здесь Приложение № 2) и рассчитать t_M^Y :

$$t_T^Y = 72,4^{\circ}$$

+

$$\Delta t_1 = 12,5^{\circ}$$

$$t_{\text{ГР}}^Y = 84,9^{\circ}$$

+

$$\lambda^{E+} = + 21,3^{\circ}$$

$$t_M^Y = 106,2^{\circ}$$

4. Установить звёздный глобус по $\varphi_c = 36,3^\circ\text{N}$ и $t_M^Y = 106,2^{\circ}$. Выбрать по всему горизонту яркие светила и с помощью крестовины вертикалов снять с глобуса значения их высот и азимутов. Записать в таблицу названия светил (№№ по МАЕ, созвездие), их горизонтные координаты, а затем нанести видимые места светил на подготовленный планшет:

№№ по МАЕ	Созвездие, название светила	Азимут (четвертной)	Высота светила
72	* α Б.Медведицы, Дубхе	35° NE	47°
94	* η Б.Медведицы, Бенетнаш	44° NE	22°

74	* β Льва, Денебола	90° NE	26°
67	* α Льва, Регул	70° SE	45°
65	* α Гидры, Альфард	42° SE	35°
55	* α Малого Пса, Процион	12° SE	58°
46	* α Большого Пса, Сириус	8° SW	37°
37	* α Голубя, Факт	20° SW	16°
33	* α Зайца, Ариэб	28° SW	30°
27	* β Ориона, Ригель	38° SW	35°
24	* α Тельца, Альдебаран	70° SW	50°
18	* α Кита, Менкар	76° SW	24°
Планета	С а т у р н	87° SW	20°
16	* α Овна, Хамаль	78° NW	24°
19	* β Персея, Альголь	64° NW	42°
9	* β Андромеды, Мирах	60° NW	20°
20	* α Персея, Мирфак	53° NW	45°
6	* α Кассиопеи, Шедар	37° NW	25°

5. Из числа подобранных светил выбрать для наблюдений четыре ярких светила, имеющих попарно примерно равные высоты и расположенные в противоположных азимутах. К числу таких светил можно отнести:

Первая пара: * α Б.Медведицы, Дубхе, № 72 ($A_1 = 35^\circ$ NE; $h_1 = 47^\circ$) и * β Ориона, Ригель, № 27 ($A_2 = 38^\circ$ SW; $h_2 = 37^\circ$).

Вторая пара: * α Льва, Регул, № 67 ($A_3 = 70^\circ$ SE; $h_3 = 45^\circ$) и * α Персея, Мирфак, № 20 ($A_4 = 53^\circ$ NW; $h_4 = 47^\circ$).

6. В процессе непосредственного наблюдения светил могут возникнуть трудности в измерении высот из числа намеченных для наблюдения светил (наличие облачности, трудность в опознавании и другие причины). Для исключения таких неожиданностей штурман обязан наметить для наблюдений дополнительно два-три светила. В данном случае такими светилами могут служить:

* α Большого Пса, Сириус, № 46 ($A_5 = 8^\circ$ SW; $h_5 = 37^\circ$);
планета Сатурн ($A_6 = 87^\circ$; $h_6 = 20^\circ$).

Схема расположения светил на планшете прилагается (стр.61).

Пример 1.6.3.2. Балтийское море. 15 апреля 1998 г. С карты предварительной прокладки снять приближенные координаты $\varphi_c = 59,5^\circ$ N ; $\lambda_c = 20,8^\circ$ E на период вечерних навигационных сумерек.

Подобрать светила для астронавигационных наблюдений с целью определения места по небесным светилам.

Решение:

1. Из таблицы МАЕ - 1998г. (стр.24) "Видимость планет, 1998г." (здесь Приложение № 1) выбрать планеты, наблюдаемые в апреле в вечерние сумерки и нанести их места на звёздный глобус. Для момента планируемых наблюдений устанавливаем, что Венера и Юпитер будут восходить в утренние сумерки в созвездии Водолея, а Сатурн вообще не наблюдается, следовательно их положение нанести на глобус нецелесообразно. Марс заходит в вечерние сумерки в созвездии Рыб и Овна и, вероятней всего, не будет являться объектом наблюдений. Однако место планеты Марс на звёздный глобус нанести можно по выбранным экваториальным координатам $\alpha = 28,07$; $\delta = 11,09$ N из ежедневных таблиц МАЕ на дату наблюдений 15 апреля.

2. Рассчитать благоприятный период для астронавигационных наблюдений - начало и конец вечерних навигационных сумерек. (Решение выполнено в примере 1.5.2.2.).

3. Рассчитать звёздное время меридиана наблюдений $S_M (t_M^Y)$ на момент начала вечерних навигационных сумерек $T_c = 19^h 30^m$ 15.04.98г.

по известным формулам:

$$T_c = 19^h 30^m \text{ 15.04.}$$

$$N^{\circ E+} = - 1$$

$$T_{GP} = 18^h 30^m \text{ 15.04.}$$

Из ежедневных таблиц МАЕ - 1998 г. выбрать значение t_{GP}^Y (здесь Приложение № 2) и рассчитать t_M^Y :

$$t_T^Y = 113,7^{\circ}$$

+

$$\Delta t_1 = 7,5^{\circ}$$

$$t_{GP}^Y = 121,2^{\circ}$$

+

$$\lambda_{w.}^{E+} = + 20,8^{\circ}$$

$$t_M^Y = 142,0^{\circ}$$

4. Установить звёздный глобус по $\varphi_c = 59,5^{\circ}N$ и $t_M^Y = 142,0^{\circ}$. Выбрать по всему горизонту яркие светила, с помощью крестовины

вертикалов снять их высоты и азимуты, записать и нанести на подготовленный планшет:

№№ по МАЕ	Созвездие, название светила	Азимут (четвертной)	Высота светила
149	* α Лебедя, Денеб	10° NE	15°
139	* α Лирь, Вега	36° NE	17°
111	* α Сев.Короны, Альфакка	74° NE	22°
128	* β Дракона, Тит	42° NE	35°
67	* α Льва, Регул	3° SE	42°
65	* α Гидры, Альфард	0° SE	22°
55	* α Малого Пса, Процион	40° SW	29°
40	* α Ориона, Бетельгейзе	61° SW	24°
28	* α Возничего, Капелла	82° NW	51°
6	* α Кассиопеи, Шедар	29° NW	32°

5. Из числа подобранных светил выбрать для наблюдений четыре ярких светила, имеющих попарно примерно равные высоты и расположенные в противоположных азимутах. К числу таких светил можно отнести:

Первая пара: * α Сев.Короны, Альфакка, № 111 ($A_1 = 74^\circ$ NE; $h_1 = 22^\circ$) и * α Ориона, Бетельгейзе, № 40 ($A_2 = 61^\circ$ SW; $h_2 = 25^\circ$).

Вторая пара: * α Льва, Регул, № 67 ($A_3 = 13^\circ$ SE; $h_3 = 42^\circ$) и * α Кассиопеи, Шедар, № 6 ($A_4 = 29^\circ$ NW; $h_4 = 32^\circ$).

6. В процессе непосредственного наблюдения светил могут возникнуть трудности в измерении высот из числа намеченных для наблюдения светил (наличие облачности, трудность в опознавании и другие причины). Для исключения таких неожиданностей штурман обязан наметить для наблюдений дополнительно два-три светила. В данном случае такими светилами могут служить:

* α Гидры, Альфард, № 65 ($A_5 = 180^\circ$ NE; $h_5 = 22^\circ$);

* α Малого Пса, Процион № 55 ($A_6 = 40^\circ$ SW; $h_6 = 29^\circ$);

* α Возничего, Капелла, № 28 ($A_7 = 82^\circ$ NW; $h_7 = 51^\circ$).

Схема расположения светил на планшете прилагается (стр.62).

Схема расположения светил для примера 1.6.3.1.

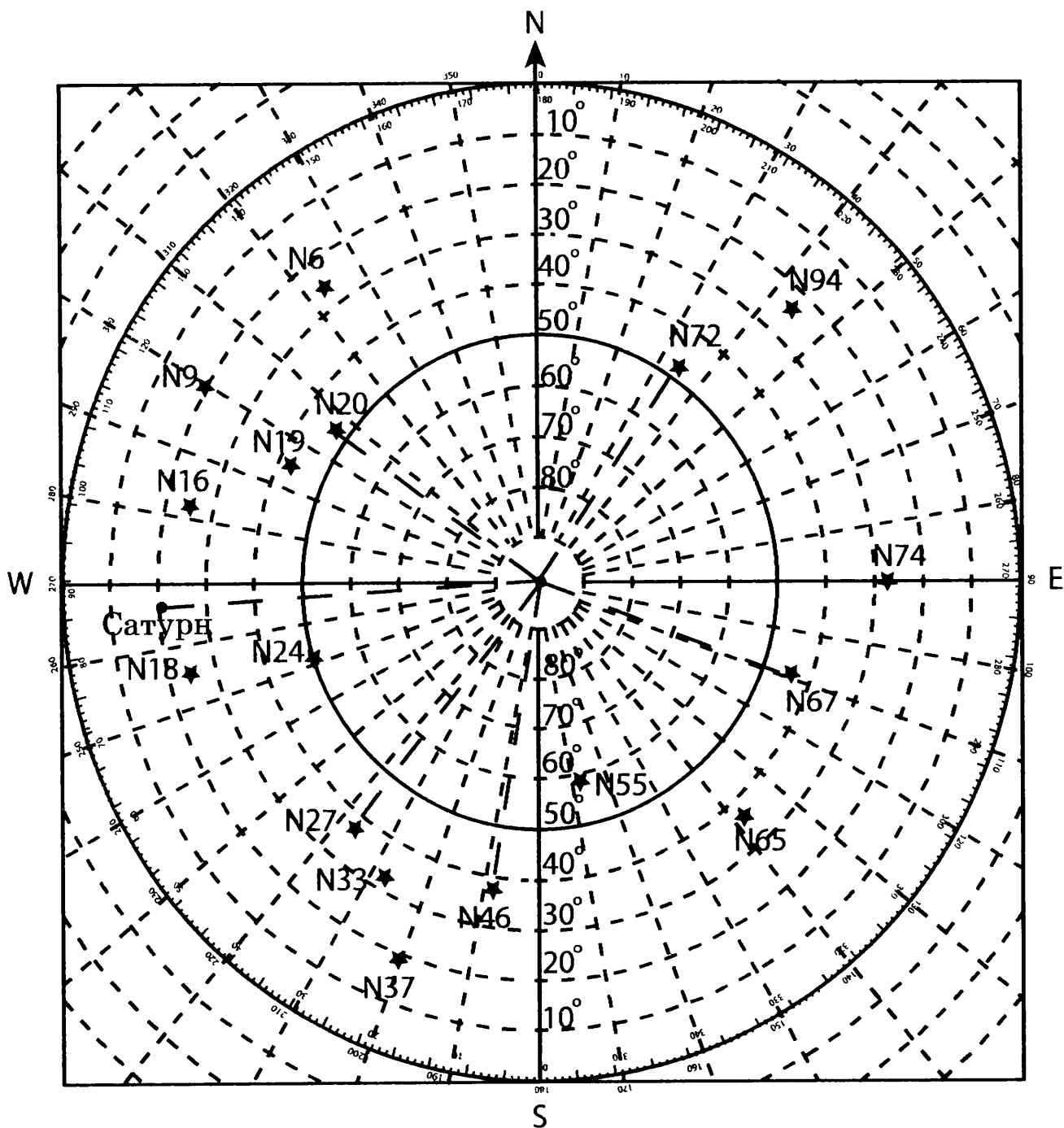
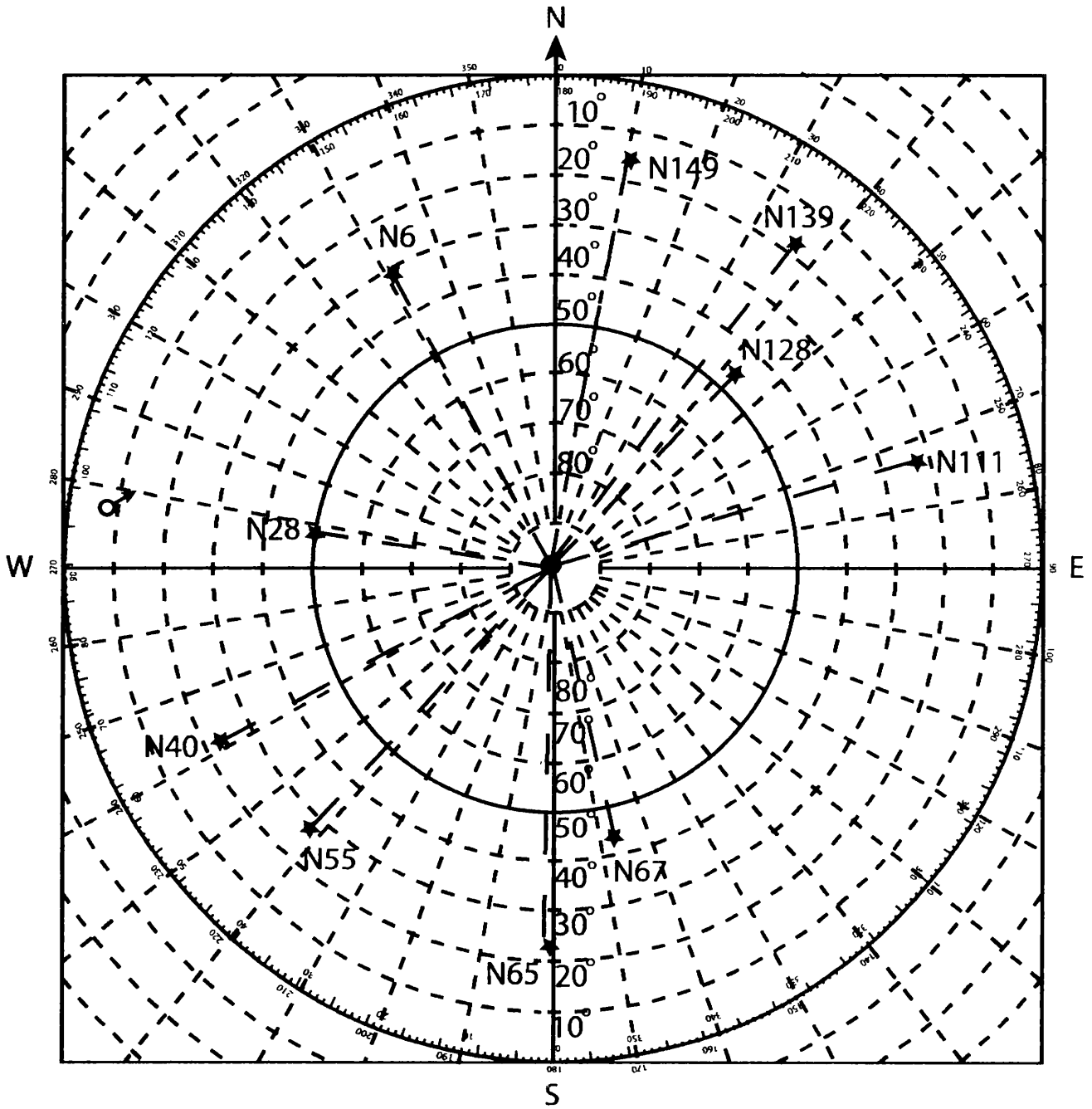


Схема расположения светил
для примера 1.6.3.2.



ГЛАВА 2

Определение истинных направлений на море и расчет поправки курсоуказателя по наблюдениям небесных светил.

2.1. Основы определения истинных направлений на море по наблюдениям небесных светил.

Необходимым условием навигационной безопасности плавания является наиболее точное управление движением судна по заданному направлению. Вахтенный помощник обязан следить за достоверностью учитываемых поправок систем курсоуказания и докладывать капитану судна даже о сомнениях в правдивости их учёта.

В открытом море поправку приборов курсоуказания ΔK (ΔGK , ΔMK или ΔGA) можно определить *только* по небесным светилам - астрономическими способами.

Однако при определённых условиях даже при стоянке в порту, на рейде, при выходе в море и при плавании вблизи берега астрономические способы определения поправки могут оказаться единственными, самыми точными и самыми надёжными.

Астрономические способы определения поправки приборов курсоуказания, как и навигационные способы, основаны на сравнении истинных и компасных направлений на ориентиры:

$$\Delta K = ИП - КП$$

За истинное направление на светило в мореходной астрономии принимается азимут светила в круговом счёте $A_{кр} = ИП^*$ - угол, образованный между плоскостью небесного местного меридиана и плоскостью вертикала светила и измеряемый в плоскости истинного горизонта от нордовой части полуденной линии (линии истинного меридиана) до линии пеленга на светило:

$$\Delta K = A_{кр} - КП^*$$

Из основ сферической астрономии известно, что истинный пеленг светила может быть вычислен по формулам сферической

тригонометрии при решении параллактического треугольника (или навигационного треугольника), если известны координаты места судна ($\varphi_c; \lambda_c$) и координаты географического места светила σ ($\varphi_s^* = \delta^*; \lambda_s^* = t_{гр}^*$).

Исходя из того, что расстояние от судна до географического места светила весьма велико (например, при высоте светила $h_c < 30^\circ$ зенитное расстояние Z_c превышает 1800 миль), то можно считать погрешности счислимых координат места судна, как несущественно влияющие на точность вычисления истинного пеленга светила.

На основании всего вышеизложенного следует, что, сравнивая измеренный компасный пеленг светила $КП^*$ и вычисленный на момент пеленгования истинный пеленг светила $ИП^*$, можно определить *поправку приборов системы курсоуказания* :

$$\Delta К = ИП^* - КП^*,$$

где $ИП^* = A_{кр}$ - азимут светила в круговом счете, рассчитываемый по таблицам (МТ-75 с использованием принципа логарифмирования или натуральных значений тригонометрических функций), по таблицам ТВА-57 или ВАС-58;

$КП^*$ - компасный пеленг на светило.

2.2. Основные способы получения азимута светила и поправки приборов систем курсоуказателя.

Счислимый азимут светила A_c на момент измерения компасного пеленга рассчитывается на основании решения параллактического треугольника по формулам сферической тригонометрии, основными из которых являются:

$$\operatorname{ctg} A_c = \operatorname{tg} \delta \cdot \cos \varphi_c \cdot \operatorname{cosec} t_m - \sin \varphi_c \cdot \operatorname{ctg} t_m ;$$

$$\cos A_c = \sin \delta \cdot \sec \varphi_c \cdot \sec h - \operatorname{tg} \varphi_c \cdot \operatorname{tg} h ;$$

$$\sin A_c = \sin t_m \cdot \cos \delta \cdot \sec h_c .$$

2.2.1. Метод моментов.

Для расчета A_c по формуле:

$$\text{ctg } A_c = \text{tg } \delta \cdot \cos \varphi_c \cdot \text{cosec } t_m - \sin \varphi_c \cdot \text{ctg } t_m$$

Необходимо знать координаты места судна φ_c и λ_c , которые снимаются с навигационной карты, и экваториальные координаты светила δ и t_m , рассчитываемые на момент измерения компасного пеленга с помощью МАЕ входом по всемирному времени $T_{\text{ГР}}$.

Порядок вычисления всемирного времени на момент астронавигационных измерений рассмотрены в Главе 1, пункт 1.4. данного пособия. Кроме того, примеры вычисления $T_{\text{ГР}}$ и порядок расчёта часовых углов t_m и склонения светила δ приведены в Пояснении к пользованию МАЕ.

Таким образом, для применения этой формулы достаточно знать точное время в момент измерения пеленга светила. Поэтому данный приём получения азимута светила, когда не требуется одновременного с фиксацией момента времени производить измерение высоты светила, что на практике не всегда и возможно, называется *методом моментов*.

Несмотря на то, что данный способ не имеет каких-либо ограничений при использовании, вместе с тем, обладает некоторыми недостатками. Например, используемая формула требует исследования на знаки, а при вычислениях по таблицам вручную достаточно трудоёмка и требует большой внимательности и аккуратности в расчётах.

При исследовании формулы на знаки необходимо руководствоваться следующими правилами:

все функции φ являются положительными, так как φ не может быть больше 90° ;

$\text{tg } \delta$ принимается положительным, если δ одноименно с φ , а при

φ и δ разноименных $\text{tg } \delta$ приписывается знак минус;

$\text{cosec } t_m$ и $\text{ctg } t_m$ принимаются положительными, если $t_m < 90^\circ$, а при $t_m > 90^\circ$, то $\text{cosec } t_m$ считают положительным, $\text{ctg } t_m$ - отрицательным.

Вычисленный по формуле азимут всегда будет полукруговым и может иметь величину от 0° до 180° .

При определении величины и наименования азимута в полукруговом счете необходимо знать, что:

если оба члена правой части формулы положительны (+I +II), то $\text{Ctg } A$ положителен, поэтому $A < 90^{\circ}$;

если оба члена правой части формулы отрицательны (-I -II), то $\text{Ctg } A$ отрицателен, поэтому $A > 90^{\circ}$;

если один член правой части положителен, а другой отрицателен: (+I -II) или (-I +II), то знак $\text{Ctg } A$ одинаков со знаком члена, логарифм которого больше.

Если в результате исследований на знаки $\text{Ctg } A$ получил знак минус, то выбранный по логарифму левой части формулы угол принимается за дополнение азимута до 180° , потому как полукруговой азимут в этом случае будет больше 90° .

Наименование вычисленного полукругового азимута определяется: первая буква азимута всегда одноименна с широтой φ_c , вторая - с наименованием часового угла светила t_m .

Пример 2.2.1.1.

Дано: 15.04.98г. Балтийское море. Находясь в счислимых координатах: $\varphi_c = 59^{\circ} 26' \text{ N}$; $\lambda_c = 20^{\circ} 47' \text{ E}$ и следуя ИК = 175° , на $T_c = 17^{\text{ч}} 10^{\text{м}}$, ОЛ= 63,0 взяли три пеленга Солнца $\text{КПср} = 270,0^{\circ}$; $T_{\text{хр}} = 04^{\text{ч}} 07^{\text{м}} 05^{\text{с}}$; $u_{\text{хр}} = + 03^{\text{м}} 13^{\text{с}}$.

Определить поправку компаса ΔK методом моментов.

Решение:

1. Определить экваториальные координаты Солнца: местный часовой угол t_m и склонение δ на момент пеленгования:

• Рассчитать приближенное время и дату на Гринвичском меридиане:

$$\text{Приб. } T_c = 17^{\text{ч}} 10^{\text{м}} 15.04.98.$$

$$N_{\text{w}}^{\text{E}+} = + 1\text{E}$$

$$\text{Приб. } T_{\text{гр}} = 16^{\text{ч}} 10^{\text{м}} 15.04.98.$$

• Рассчитать точное Гринвичское время:

$$T_{\text{хр}} = 04^{\text{ч}} 07^{\text{м}} 05^{\text{с}}$$

+

$$u_{\text{хр}} = + 03^{\text{м}} 13^{\text{с}}$$

$$T_{\text{гр}} = 16^{\text{ч}} 10^{\text{м}} 18^{\text{с}}$$

• С помощью МАЕ-1998г. выбрать и рассчитать часовой угол t_m и склонение δ Солнца на момент пеленгования:

$$\begin{aligned}
 t_r &= 59^\circ 59',5 \text{ (квази. } \Delta = +1,1 \text{)} \\
 \Delta_1 t &= 2\ 34',3 \\
 \Delta_2 t &= +0',2 \\
 \hline
 t_{rp} &= 62\ 34',0 \\
 + \\
 \lambda_{W.}^{E+} &= +20\ 47',0 \\
 \hline
 t_m &= 83^\circ 21',0 W \\
 \delta_r &= 9^\circ 51',1 N \text{ (} \Delta = +0',9 \text{)} \\
 \Delta\delta &= +0',2 \\
 \hline
 \delta &= 9^\circ 51',3 N
 \end{aligned}$$

2. Записать формулу и произвести ее анализ на знаки:

$$\begin{aligned}
 \text{ctg } A_c &= \cos \varphi_c \cdot \text{tg } \delta \cdot \text{cosec } t_m - \sin \varphi_c \cdot \text{ctg } t_m ; \\
 &\quad + \quad + \quad + \quad + \quad + \\
 &\quad \text{(+ I - II)}
 \end{aligned}$$

3. Выполнить расчет данной формулы путем логарифмирования с помощью мореходных таблиц МТ-75:

Аргументы			lg		lg
$\varphi_c N$	$59^\circ 26',0$	cos	9.70633	sin	9.93502
δN	$9^\circ 51',3$	tg	9.23984	-	
$t_m W$	$83^\circ 21',0$	cosec	0.00293	ctg	9.06665
		+ I	8.9491	- II	9.00167
		АГ	0.05257	β	9.05695
				Ctg(180°-A)	8.05862

$$180^\circ - A \quad 89^\circ,3$$

$$A = 90^\circ,7 \text{ NW}$$

$$\text{Акр} = 269^\circ,3$$

4. Рассчитать поправку компаса:

$$\text{Акр} = \text{ИП} = 269^\circ,3$$

$$\text{ср КП} = 270^\circ,0$$

$$\Delta K = -0^\circ,7$$

Ответ: Для счисления принимается округленное значение поправки $\Delta K \approx -0^\circ,5$

Пример: 2.2.1.2.

Дано: 19.10.98г. Средиземное море. Находясь в счислимых координатах: $\varphi_c = 36^\circ 20' N$; $\lambda_c = 21^\circ 19' E$ и следуя ИК = 110° , на Тс = $04^h 55^m$, ОЛ = 33,4 взяли три пеленга на планету Сатурн КПср = $269,08$; Тхр_{ср} = $04^h 00^m 12^c$; $u_{хр} = -04^m 54^c$.

Определить поправку компаса ΔK методом моментов.

Решение:

1. Определить экваториальные координаты планеты Сатурн: местный часовой угол t_m и склонение δ на момент пеленгования:

• Рассчитать приближенное время и дату на Гринвичском меридиане:

$$\text{Приб. Тс} = 04^h 55^m 19.10.98.$$

$$N_{w.}^{E+} = + 1E$$

$$\text{Приб. Тгр} = 03^h 55^m 19.10.98.$$

• Рассчитать точное Гринвичское время:

$$\text{Тхр} = 04^h 00^m 12^c$$

+

$$u_{хр} = - 04^m 54^c$$

$$\text{Тгр} = 03^h 55^m 18^c$$

• С помощью МАЕ-1998г. выбрать и рассчитать часовой угол t_m и склонение δ планеты Сатурн на момент пеленгования:

$$t_\tau = 42^\circ 59',5 \text{ (квази. } \Delta = + 3,6 \text{)}$$

$$\Delta_1 t = 13 48',6$$

$$\Delta_2 t = + 3',3$$

$$t_{rp} = 56 51',4$$

+

$$\lambda_{w.}^{E+} = +21 19',0$$

$$t_m = 78^\circ 10',4 W$$

$$\delta_{\tau} = 9^{\circ} 03',9 \text{ N } (\Delta = - 0',1)$$

$$\Delta\delta = - 0',1$$

$$\delta = 9^{\circ} 03',8 \text{ N}$$

2. Записать формулу и произвести ее анализ на знаки:

$$\text{ctg } A_c = \underbrace{\cos \varphi_c}_{+} \cdot \underbrace{\text{tg } \delta}_{+} \cdot \underbrace{\text{cosec } t_M}_{+} - \underbrace{\sin \varphi_c}_{+} \cdot \underbrace{\text{ctg } t_M}_{+};$$

(+ I - II)

3. Выполнить расчет данной формулы путем логарифмирования с помощью мореходных таблиц МТ-75:

Аргументы			lg		lg
$\varphi_c \text{ N}$	$36^{\circ} 20',0$	cos	9.90611	sin	9.77267
$\delta \text{ N}$	$9^{\circ} 03',8$	tg	9.20281	-	-
$t_M \text{ W}$	$78^{\circ} 10',4$	cosec	0.00931	ctg	9.32097
		+ I	9.11823	- II	9.09364
		β	8.74078	АГ	0.02459
		Ctg(180-A)	7.85901		

$$A = 89^{\circ},6 \text{ NW}$$

$$A_{кр} = 270^{\circ},4$$

4. Рассчитать поправку компаса:

$$A_{кр} = ИП = 270^{\circ},4$$

$$\text{ср КП} = 269^{\circ},8$$

$$\Delta K = + 0^{\circ},6$$

Ответ: Для счисления принимается округленное значение поправки $\Delta K \approx + 0^{\circ},5$

2.2.2. Метод моментов и высот

Данный метод определения поправки приборов курсоуказания наиболее широко применим в судоводительской практике, поскольку одновременно с определением места судна по высотным линиям положения вычисляется азимут светила.

Определение поправки курсоуказателя может производиться также самостоятельно по любому светилу, расположенному в произвольном азимуте. Но для получения наиболее точного результата светило надо наблюдать на возможно меньшей высоте.

Однако азимут наблюдаемого светила вычисляется одновременно с расчетом высоты этого светила с использованием логарифмирования по таблицам МТ-75 по формуле:

$\sin A_c = \sin t_m \cdot \cos \delta \cdot \sec h_c$ (порядок решения изложен в примерах: 1.3.1; 1.3.2; 1.3.3. и 1.3.4.), а также комплексно по специальным таблицам высот и азимутов светил ВАС-58 и ТВА-57 (порядок решения изложен в примерах 1.3.5; 1.3.6; 1.3.7; 1.3.8; 1.3.9. и 1.3.10.).

При этом надо строго помнить, что рассчитываемый азимут светила по формуле: $\sin A_c = \sin t_m \cdot \cos \delta \cdot \sec h_c$ и по таблица ТВА-57 определяется в четвертном счете с точностью до десятых долей минут.

Поэтому для расчета поправки курсоуказателя ΔK минуты необходимо перевести в десятые доли градуса, а величину четвертного азимута пересчитать в круговой счет $A_{кр}$.

Вычисленный по таблицам ВАС-58 азимут имеет полукруговой счет с точностью до десятых долей градуса и для определения ΔK азимут светила достаточно пересчитать в круговой счет $A_{кр}$.

После определения $A_{кр} = ИП^*$ сравнить с $KП^*$ и выполнить окончательный расчет поправки курсоуказателя ΔK .

2.2.3. Метод высот.

Данный метод предусматривает использование формулы:

$$\cos A_c = \sin \delta \cdot \sec \varphi_c \cdot \sec h - \operatorname{tg} \varphi_c \cdot \operatorname{tg} h,$$

в которой отсутствует часовой угол светила t_m^* , что не требует высокой точности измерения времени на момент снятия компасного пеленга светила, но необходимо точно знать высоту светила h на этот момент. Совершенно понятно, что измерить точно высоту светила в момент пеленгования сложнее, чем зафиксировать время. Поэтому в практике судовождения данный метод применяется, как правило, в частном случае тогда, когда высота светила в момент его пеленгования известна без измерений. Например, высоту Солнца можно рассчитать заранее в момент его видимого восхода или захода.

2.2.4. Определение поправки курсоуказателя ΔK по азимуту Солнца в момент видимого восхода или захода его верхнего края.

При касании верхним краем Солнца линии видимого (морского) горизонта высота центра диска Солнца h_{\odot} равна сумме наклонения видимого горизонта d , астрономической рефракции (для средних условий наблюдений $t_B = +10^{\circ}$ в $B_B = 760$ мм), а также средней величине видимого полудиаметра Солнца $R_{\odot} = 16',0$ и при наблюдениях с уровня моря $e=0$ м определяется величиной $h_{\odot} = - 50',3$.

При наблюдениях с мостика судна при высоте глаза наблюдателя $e = 12$ м снижение Солнца увеличивается за счет наклонения видимого горизонта и будет составлять $h_{\odot} = - 57',8$.

Для такой высоты Солнца на основании формулы:

$$\cos A_C = \sin \delta \cdot \sec \varphi_C \cdot \sec h - \operatorname{tg} \varphi_C \cdot \operatorname{tg} h$$

в мореходных таблицах МТ-75 вычислены таблица № 20-а (для одноименных значений широты места судна φ_C и склонения Солнца δ_{\odot}) и таблица № 20-б (для разноименных φ_C и δ_{\odot}), содержащие азимуты видимого восхода и захода верхнего края Солнца в полукруговой системе счета

Порядок наблюдений и вычислений поправки курсоуказателя с применением таблиц № 20-а и № 20-б МТ-75 в принципе не отличается от общих требований, однако имеет свои особенности, а именно:

- измерить единственный компасный пеленг в момент появления (восхода) или скрытия (захода) верхнего края Солнца на линии видимого горизонта;
- заметить момент этого явления по судовому времени T_c с точностью до 1 мин;
- рассчитать с помощью МАЕ склонение Солнца δ на момент наблюдений с точностью до $0^{\circ},1$;
- рассчитать азимут в полукруговом счете $A_{п}$ восхода или захода Солнца с помощью таблиц № 20-а или № 20-б МТ-75, пренебрегая возможным отличием высоты глаза наблюдателя и отличием астрономической рефракции от принятых средних значений. Азимут выбрать из таблиц путем интерполяции на ближайшие меньшие табличные значения широты φ_r и склонения δ_r относительно заданных φ_C и δ и с учетом изменения азимута Δ_r при табличном шаге аргументов (от табличных φ_r и δ_r в сторону заданных φ_C и δ), определить интерполяционные поправки азимута за широту ΔA_{φ} и скло-

нение $\Delta A\delta$ и, наконец, окончательно рассчитать азимут в полукруговом счете:

$$A_{п} = A_{т} + \Delta A_{\phi} + \Delta A_{\delta};$$

• определить истинный пеленг **ИП**, предварительно переводя азимут из полукругового счета $A_{п}$ в круговой $A_{кр}$, тогда: $A_{кр} = ИП_{\circ}$.

Наименование $A_{п}$ устанавливается: первая буква по значению широты места наблюдений ϕ_{\circ} , вторая - по времени наблюдений: при восходе E , при заходе W .

• путем сравнения истинного пеленга **ИП** с компасным пеленгом **КП** рассчитать ΔK по формуле: $\Delta K = ИП - КП$.

Следует иметь в виду, что данный способ определения поправки курсоуказателя, несмотря на то, что допускает пониженные требования к точности измерения времени и координат места наблюдений, а также имеет малый объем расчетов, тем не менее находит достаточно широкое применение в штурманской практике.

Однако из-за часто наблюдаемой дымки на горизонте определение момента восхода (захода) верхнего края Солнца достаточно затруднено и при единичном снятии пеленга возможны случайные ошибки и даже промахи, которые невозможно обнаружить.

Точность определения ΔK несколько хуже рассмотренных ранее способов и апостериорно (на основании опытных данных) средняя квадратическая погрешность СКП определения азимута составляет $m_A = \pm 0^{\circ},3$. Причем эта погрешность возрастает в высоких широтах.

Пример 2.2.4.1.

Дано: Средиземное море. 19.10.1998г. На $T_c = 5^h 46^m$, находясь в координатах: $\phi_{\circ} = 36^{\circ},3 N$ и $\lambda_{\circ} = 21^{\circ},3 E$, измерили пеленг восхода верхнего края Солнца $КП_{\circ} = 100^{\circ},9$.

Рассчитать ΔK .

Решение:

1. Рассчитать приближенное значение $T_{гр}$;

$$T_c = 5^h 46^m \text{ 19.10.98.}$$

$$N^{\circ E+} = + 1E$$

$$\text{Приб. } T_{гр} = 4^h 46^m \text{ 19.10.98.}$$

2. Выбрать из МАЕ-1998г. величину склонения Солнца и округлить до десятых долей градуса:

$$\delta_{\tau} = 9^{\circ} 53',0 \text{ S } (\Delta = + 0',9)$$

$$\Delta\delta = + 0',7$$

$$\delta = 9^{\circ} 53',7 \text{ S}$$

$$\delta \approx 9^{\circ},9 \text{ S}$$

3. Из таблицы № 20-б МТ-75 (φ_c и δ разноименны) выбрать значение азимута восхода Солнца в полукруговом счете. Для удобства расчета составить интерполяционную таблицу:

Аргум.	Задан.	Табл.	$\Delta_{\text{(ЗАДАН. ТАБЛ.)}}$	$A_{\tau} = 101^{\circ},1$	$\Delta_{\text{ТАБЛ.}}$
$\varphi \text{ N}$	$36^{\circ},3$	$36^{\circ},0$	$+ 0^{\circ},3$	$\Delta A\varphi = +0^{\circ},0$	$+ 0^{\circ},1$
$\delta \text{ S}$	$9^{\circ},9$	$9^{\circ},5$	$+ 0^{\circ},4$	$\Delta A\delta = +0^{\circ},5$	$+ 0^{\circ},6$
				$\Sigma\Delta A = +0^{\circ},5$	
				$A_{\pi} = 101,6 \text{ NE}$	

$$A_{\text{кр}} = \text{ИП} = 101^{\circ},6$$

4. Рассчитать ΔK : $\text{ИП} = 101^{\circ},6$

$$- \text{КП} = 100^{\circ},9$$

$$\Delta K = + 0^{\circ},7$$

K счислению принять округленное значение поправки $\Delta K \approx + 0^{\circ},5$.

Пример 2.2.4.2.

Дано: Индийский океан. 14.02.1998г. На $T_c = 18^{\text{ч}}44^{\text{м}}$, находясь в координатах: $\varphi_c = 43^{\circ},9 \text{ S}$ и $\lambda_c = 36^{\circ},6 \text{ E}$, измерили пеленг захода верхнего края Солнца $\text{КП} = 254^{\circ},2$.

Рассчитать ΔK .

Решение:

1. Рассчитать приближенное значение $T_{\text{гр}}$;

$$T_c = 18^{\text{ч}} 44^{\text{м}} 14.02.98.$$

$$- \text{№}^{\text{E}+} = + 2\text{E}$$

$$\text{Приб. } T_{\text{гр}} = 16^{\text{ч}} 44^{\text{м}} 14.02.98.$$

2. Выбрать из МАЕ-1998г. (Здесь Приложение № 2) величину

склонения Солнца и округлить до десятых долей градуса:

$$\delta_{\tau} = 12^{\circ} 56',0 \text{ S } (\Delta = - 0',8)$$

$$\Delta\delta = - 0',8$$

$$\delta = 12^{\circ} 55',2 \text{ S}$$

$$\delta \approx 12^{\circ},9 \text{ S}$$

3. Из таблицы № 20-а МТ-75 (φ_c и δ одноименны) выбрать значение азимута захода Солнца в полукруговом счете. Для удобства расчета составить интерполяционную таблицу:

Аргум.	Задан.	Табл.	Δ (ЗАДАН.-ТАБЛ.)	$A_{\tau} = 71^{\circ},8$	$\Delta_{\text{ТАБЛ.}}$
$\varphi \text{ S}$	$43^{\circ},9$	$43^{\circ},0$	$+ 0^{\circ},9$	$\Delta A\varphi = - 0^{\circ},3$	$- 0^{\circ},3$
$\delta \text{ S}$	$12^{\circ},9$	$12^{\circ},5$	$+ 0^{\circ},4$	$\Delta A\delta = - 0^{\circ},5$	$- 0^{\circ},7$
				$\Sigma\Delta A = - 0^{\circ},9$	
				$A_{\Pi} = 70,9 \text{ SW}$	

$$A_{\text{кр}} = \text{ИП} = 250^{\circ},9$$

4. Рассчитать ΔK : $\text{ИП} = 250^{\circ},9$

$$\text{КП} = 252^{\circ},3$$

$$\Delta K = - 1^{\circ},4$$

К счислению принять округленное значение поправки $\Delta K \approx - 1^{\circ},5$.

2.2.5. Определение поправки курсоуказателя ΔK по Полярной звезде.

В низких и умеренных северных широтах удобным ориентиром для определения ΔK является Полярная звезда (α Малой Медведицы).

В 1998 году ее склонение $\delta \approx 89^{\circ}15' \text{ N}$, а прямое восхождение $\alpha \approx 37^{\circ},6$ (соответственно полярное расстояние $\Delta \approx 45'$ и звездный угол $\tau \approx 322^{\circ},4$).

В ходе видимого суточного движения по параллели сферического радиуса $\Delta \approx 45'$ Полярная звезда дважды в сутки пересекает местный меридиан наблюдателя и тогда ее азимут равен 0° . В течение суток ее азимут будет изменяться очень медленно и удаляться от местного меридиана по азимуту чуть более 2° в сторону W и E.

Данное обстоятельство позволяет значительно упростить вычисления азимута Полярной звезды без потери точности результатов. К тому же место судна может быть известно очень приближенно: с точностью до 1° как по широте φ_c , так и по долготе λ_c . Момент измерения пеленга Полярной также может измеряться с большим приближением (с точностью до 1 мин).

Азимут Полярной звезды в полукруговом счете рассчитанный по формуле: $Aп = \Delta \cdot \sec\varphi \cdot \sin(t_m^Y - 38^\circ)$ приводится в специальной таблице МАЕ “Азимут Полярной” (стр 276). Здесь Приложение № 4. Для входа в таблицу необходимо рассчитать местное звездное время на момент наблюдений ($Sм = t_m^Y$) с точностью до 1° .

Для определения наименования полукругового азимута надо помнить правило входа в таблицу: если t_m^Y расположен в левом столбце таблицы, то азимут Полярной NW, если t_m^Y находится в правом столбце, то азимут Полярной NE.

Выбранное значение полукругового азимута Полярной $Aп$ перевести в круговой счет $Aкр = ИП^*$ с точностью до десятых долей градуса. Средняя квадратическая погрешность полученного азимута не превышает $m_A \approx \pm 0^{\circ},1$.

Для расчета ΔK необходимо истинный пеленг Полярной $ИП^*$ сравнить со средним значением компасного пеленга $КП^*ср$ по известной формуле:

$$\Delta K = ИП^* - КП^*ср .$$

Пример 2. 2. 5. 1.

Дано: Атлантический океан. 14.04.1998г. На $Tс = 18^{\text{ч}}44^{\text{м}}$, находясь в координатах: $\varphi_c = 29^{\circ},8 \text{ N}$ и $\lambda_c = 72^{\circ},3 \text{ W}$, измерили пять пеленгов Полярной звезды $ср КП^* = 1^{\circ},8$.

Рассчитать ΔK .

Решение:

1. Рассчитать приближенное время и дату на Гринвичском меридиане $Tгр$:

$$Tс = 22^{\text{ч}} 50^{\text{м}} 14.04.98.$$

$$№_{\text{W}} = + 5$$

$$\text{Приб. } Tгр = 03^{\text{ч}} 50^{\text{м}} 15.04.98.$$

2. Выбрать из МАЕ-1998г. Здесь Приложение № 2. местное звездное время и округлить до десятых долей градуса:

$$t^Y_T = 248^{\circ}, 1$$

$$\Delta_1 t = 12^{\circ}, 5$$

$$t^Y_{\text{гп}} = 260^{\circ}, 6$$

$$\lambda_{\text{с. в.}} = - 72^{\circ}, 3$$

$$t^Y_M = 188^{\circ}, 3 \text{ W}$$

3. Из таблицы “Азимут Полярной” МАЕ-1998г. Здесь Приложение № 4 по аргументам: $\varphi_c = 29^{\circ}, 8 \text{ N}$ и $t^Y_M = 188^{\circ}, 3 \text{ W}$ выбрать значение азимута Полярной в полукруговом счете, определив его наименование:

$$A_{\text{п}} = 0^{\circ}25' \text{ NW} = 0^{\circ}, 4 \text{ NW};$$

$$A_{\text{кр}} = \text{ИП}^* = 359^{\circ}, 6$$

4. Рассчитать ΔK : $\text{ИП}^* = 359^{\circ}, 6$

-

$$K_{\text{П}^* \text{ ср}} = 361^{\circ}, 8$$

$$\Delta K = - 2^{\circ}, 2$$

K счислению принять округленное значение поправки $\Delta K = - 2^{\circ}, 0$.

2.2.6. Некоторые практические рекомендации по выбору светил и правилам их пеленгования.

1. С уменьшением высоты пеленгуемого светила повышается точность снятия компасного пеленга, поэтому желательно подбирать светила на высоте менее 20° , а при качке - не более 10° .

2. При пеленговании светил в штилевую погоду допустимо подбирать светила на высотах до $40^{\circ} - 50^{\circ}$ и пеленгование производить с использованием откидного зеркала. Однако надо помнить, что использование откидного зеркала приводит к неточности в пеленговании, поэтому пользоваться откидным зеркалом для пеленгования без крайней необходимости не следует.

3. При килевой качке нужно пеленговать светила, расположенные ближе к диаметральной плоскости судна, а при бортовой - ближе к траверзу в момент выравнивая судна.

4. Визирная плоскость пеленгатора в момент взятия пеленга должна быть вертикальной (находиться в плоскости вертикала светила). С этой целью пеленгатор гирокомпаса надо удерживать по уровню в горизонтальном положении, котелок магнитного компаса - на глаз.

5. При спокойном море репитер гирокомпаса можно немного наклонять в плоскости вертикала светила (“на себя”), не допуская наклона влево и вправо. На качке наклонять котелок магнитного компаса нельзя.

6. Поправку гирокомпаса $\Delta ГК$ нужно определять через 1,5-2 часа после изменения курса, поскольку гирокомпас после маневрирования не сразу приходит в меридиан. Поправку магнитного компаса $\Delta МК$ можно определять через 1-2 мин после поворота.

7. Пеленговать Солнце нужно только через светофильтры. Визирная нить пеленгатора должна делить диск Солнца точно пополам и одновременно проходить через середину пузырька уровня. Можно также пеленговать край диска Солнца. Если пеленгуется левый край диска, то компасный пеленг нужно увеличить на $0^{\circ},3$, если правый - уменьшить на $0^{\circ},3$.

8. Важнейшим условием надежного определения $\Delta К$ является снятие отсчета компасного пеленга с одновременным наведением визирной нити на светило.

ГЛАВА 3

Основные методы определения места судна по высотным линиям положения

Определение места судна по наблюдениям светил - основная задача морской астронавигации. Астронавигационные методы определения места судна доступны в любом районе Мирового океана и чаще всего они являются наилучшими из возможных в конкретном районе плавания, а иногда единственно возможными.

В современном судовождении место судна на море по наблюдениям светил главным образом определяют посредством измерения их высот (теоретические положения изложены - в Главе 1 данного пособия).

3.1. Исправление высот светил, измеренных над видимым горизонтом

Для измерения вручную высот светил над видимым (морским) горизонтом используется навигационный секстан. Кроме того, навигационный секстан применяется для определения места судна при измерении вертикальных и горизонтальных углов береговых ориентиров.

При хороших условиях наблюдения светил точность измерения угла секстаном очень велика, предельная погрешность измерения не превышает 1', что соответствует точности измерения времени на судне по хронометру и точности расчета координат светил по МАЕ.

В данном учебном пособии устройство секстана, подготовка секстана к наблюдениям, проведение необходимых проверок секстана, определение общей поправки секстана (Δoc) не рассматриваются. Однако надо знать, что общая поправка секстана складывается из поправки индекса секстана (i) и его инструментальной поправки (s):

$$\Delta oc = i + s.$$

Вместе с тем следует отметить, что умение правильно, быстро и точно работать с секстаном является важнейшим этапом в деятельности штурмана при определении места судна в море по наблюдениям светил при измерении их высот.

Таким образом, при измерении высоты светила наблюдаемый отсчет секстана (OC), исправленный общей поправкой секстана (Δoc), называется **измеренной высотой** светила и обозначается $h_{изм}$:

$$h_{\text{ИЗМ}} = \text{ОС} + \Delta_{\text{ОС}} = \text{ОС} + (i + s).$$

Исправлением высоты светила называется операция перехода от измеренной высоты светила ($h_{\text{ИЗМ}}$) к истинной геоцентрической высоте светила ($h_{\text{ИСТ}}$), являющейся астронавигационным параметром и определяющей положение круга равных высот относительно географического места светила (см. Глава 1, п.п. 1.1., 1.2.). Истинную геоцентрическую высоту светила ($h_{\text{ИСТ}}$) также называют **обсервованной высотой светила** (h_o).

При исправлении высоты светила учитываются поправки, необходимые в каждом конкретном случае измерения соответствующего светила.

Общая формула для исправления высоты светила имеет вид:

$$h_{\text{ИСТ}} = \text{ОС} + (\pm\Delta_{\text{ОС}}) + (-\Delta h_d) + (\Delta h_p^*) + (\Delta h_p) + (\pm R) + (\pm\Delta h_t) + (\pm\Delta h_b),$$

где **ОС** - среднее арифметическое значение отчета секстана трех-пяти измерений высоты светила;

$\Delta_{\text{ОС}} = (i + s)$ - общая поправка секстана; i - поправка индекса секстана определяется непосредственно перед астронавигационными наблюдениями; s - инструментальная поправка выбирается из формуляра секстана;

Δh_d - поправка за наклонение видимого горизонта, которая определяется наклономером перед или после астронавигационных наблюдений или выбирается из соответствующих таблиц по высоте глаза наблюдателя;

Δh_p^* - поправка за астрономическую рефракцию;

Δh_p - поправка за параллакс;

R - поправка за видимый полудиаметр Солнца или Луны;

Δh_t и Δh_b - поправки к высотам за температуру и давление воздуха (учитываются при высотах светил менее 30°).

Порядок ввода поправок изложен в приложении 2 к МАЕ и в пояснениях к таблицам исправления высот в астронавигационных пособиях МТ-75, ВАС-58 и ТВА-57.

Вычисления по исправлению высот светил целесообразно производить в следующей последовательности:

1) рассчитать и записать величину среднего арифметического значения измерений отсчета секстана **ОС**;

2) записать температуру t_b и давление воздуха B_b ;

3) записать общую поправку секстана $\Delta_{oc} = (i + s)$;

4) записать измеренное наклономером наклонение видимого горизонта со знаком (-) как поправки к измеренной высоте или по высоте глаза наблюдателя e выбрать из таблиц и записать поправку Δh_d ,

5) рассчитать измеренную высоту светила: $h_{изм} = OC + \Delta_{oc}$;

6) рассчитать видимую высоту светила: $h_{вид} = h_{изм} + \Delta h_d$;

7) выбрать из таблиц поправки за температуру и давление воздуха, а также необходимые поправки для указанного типа светила, вычислить и записать их алгебраическую сумму;

8) просуммировать видимую высоту с необходимыми для данного светила поправками и найти истинную геоцентрическую высоту светила $h_{ист}$;

9) рассчитать для каждого светила соответствующие поправки приведения высот светил к одному зениту Δh_z ;

10) рассчитать для каждого светила соответствующие значения приведенных высот светил к одному зениту: $h_{прив} = h_{ист} + \Delta h_z$;

11) рассчитать перенос для каждой приведенной высотной линии положения:

$$n = h_{прив} - h_c$$

12) перенос для высотной линии положения, к зениту которой приводятся остальные высоты светил, определяется по формуле:

$$n = h_{ист} - h_c$$

3.1.1. Исправление высот звезд, планет Юпитера и Сатурна

Вследствие очень большого удаления небесных светил от Земли лучи света от звезд, планет Юпитера и Сатурна приходят в глаз наблюдателя и в центр Земли параллельными, поэтому значения истинных геоцентрических высот этих светил равны топоцентрическим высотам:

$$h_{ист} = h_{тп.}$$

Тогда полная формула исправления этих светил примет вид:

$$h_{ист} = OC + (\pm \Delta_{oc}) + (-\Delta h_d) + (-\Delta h_p^*) + (\pm \Delta h_t) + (\pm \Delta h_v)$$

Пример 3.1.1.1.

Дано: Среднее арифметическое значение отсчета секстана звезды Мирфак, α Персея, № 20 $OC_{cp} = 44^{\circ} 36, '2$. Общая поправка секстана $\Delta_{oc} = + 1, '4$. Высота глаза наблюдателя $e = 11,9$ м. Температура и давление воздуха: $t_v = + 18^{\circ}C$, $B_v = 740$ мм рт.ст.

Рассчитать: Истинную высоту звезды $h_{ист}$.

Решение: Согласно схемы последовательности вычислений, изложенных ранее, определить измеренную высоту $h_{\text{изм}}$. Затем из таблицы “Поправка за наклонение” МАЕ-1998г. (стр.284) по известной высоте глаза наблюдателя $e = 11,9\text{м}$ выбрать значение поправки за наклонение видимого горизонта со своим знаком $\Delta h_d = - 6, '1$, которую алгебраически прибавить к значению измеренной высоты $h_{\text{изм}}$ и получить значение видимой высоты $h_{\text{вид}}$.

Из таблицы “Поправка высоты за рефракцию для звезды” МАЕ (стр.284) по значению видимой высоты $h_{\text{вид}}$ выбрать поправку за астрономическую рефракцию со своим знаком $\Delta h_p^* = - 1, '0$.

Поскольку видимая высота светила более 30^0 , то значение поправок за температуру и давление воздуха можно не учитывать.

Исправить выбранными поправками видимую высоту светила и получить значение истинной геоцентрической высоты данного светила.

Запись и расчеты выполнить последовательно столбиком:

$$\begin{array}{r}
 \text{OC} = 44^0 36, '2 \\
 + \\
 \Delta_{\text{OC}} = + 1, '4 \\
 \hline
 h_{\text{изм}} = 44^0 37, '6 \\
 + \\
 \Delta h_d = - 6, '1 \\
 \hline
 h_{\text{вид}} = 44^0 31, '5 \\
 + \\
 \Delta h_p^* = - 1, '0 \\
 + \\
 \Delta h_t = + 0, '0 \\
 + \\
 \Delta h_B = + 0, '0 \\
 \hline
 h_{\text{ист}} = 44^0 30, '5
 \end{array}$$

Ответ: Истинная геоцентрическая высота звезды Мирфак

$$h_{\text{ист}} = 44^0 30, '5$$

Данное решение использовано в расчетах IV линии положения при определении места судна в примере 3.3.2.2.

Пример 3.1.1.2.

Дано: Среднее арифметическое значение отсчета секстана планеты Сатурн $OC_{cp} = 16^{\circ} 03, '6$. Общая поправка секстана $\Delta_{oc} = + 1, '4$. Высота глаза наблюдателя $e = 11,9$ м. Температура и давление воздуха: $t_B = + 18^{\circ}C$, $B_B = 740$ мм рт.ст

Рассчитать: Истинную высоту планеты Сатурн $h_{ист}$.

Решение: Запись и расчеты выполнить последовательно по установленной схеме столбиком:

$$\begin{array}{r} OC = 16^{\circ} 03, '6 \\ + \\ \Delta_{oc} = + 1, '4 \\ \hline h_{изм} = 16^{\circ} 05, '0 \\ + \\ \Delta h_d = - 6, '1 \\ \hline h_{вид} = 15^{\circ} 58, '9 \\ + \\ \Delta h_p^* = - 3, '3 \\ + \\ \Delta h_t = + 0, '1 \\ + \\ \Delta h_B = + 0, '1 \\ \hline h_{ист} = 15^{\circ} 55, '8 \end{array}$$

Ответ: Истинная геоцентрическая высота планеты Сатурн

$$h_{ист} = 15^{\circ} 55, '8$$

3.1.2. Исправление высот планет Марса и Венеры

Топоцентрические и геоцентрические высоты светил, близко расположенных к Земле, неодинаковы. Геоцентрическая высота близко расположенного к Земле светила будет отличаться от его топоцентрической высоты на угол, под которым со светила усматривается земной радиус в месте расположения наблюдателя. Этот угол называется **суточным параллаксом** светила и обозначается буквой p .

В ежедневных таблицах МАЕ для каждой планеты, а также для Солнца и Луны указывается наибольшее его значение, которое на-

зывается горизонтальным экваториальным параллаксом и обозначается ρ_0 .

Поправка за параллакс для планет Марса и Венеры Δh_r выбирается из соответствующих таблиц МАЕ (стр.287) и других астронавигационных пособий МТ-75, ВАС-58 и ТВА-57 по горизонтальному экваториальному параллаксу ρ_0 и видимой высоте планеты $h_{\text{вид}}$. Поправка за параллакс Δh_p всегда положительна и прибавляется к топоцентрической высоте.

При высокоточных дневных наблюдениях Венеры может возникнуть необходимость в учете её фазы. Поправка высоты за фазу Δh_ϕ

Венеры выбирается из таблиц 1 и 2, Приложение №2 МАЕ -1998г.(стр.283).

Тогда полная формула исправления этих светил примет вид:

$$h_{\text{ист}} = \text{ОС} + (\pm \Delta_{\text{ОС}}) + (-\Delta h_d) + (-\Delta h_\rho) + (+\Delta h_p) + (\pm \Delta h_t) + (\pm \Delta h_B) + (\pm \Delta h_\phi)$$

Пример 3.1.2.1.

Дано: 14.02.98г. Измерена высота Венеры. Среднее арифметическое значение отсчета секстана планеты Венера $\text{ОС}_{\text{ср}} = 23^\circ 29,5$. Общая поправка секстана $\Delta_{\text{ОС}} = - 3,5$. Высота глаза наблюдателя $e = 10,4\text{м}$. Температура и давление воздуха: $t_B = + 20^\circ\text{C}$, $B_B = 765$ мм рт.ст.

Рассчитать: Истинную высоту планеты Венера $h_{\text{ист}}$.

Решение: Из ежедневных таблиц МАЕ-1998г. на дату наблюдения для планеты Венера выбрать горизонтальный экваториальный параллакс $\rho_0 = 0,4$.

Дальнейшие расчеты выполнить последовательно по установленной схеме столбиком:

$$\begin{array}{r} \text{ОС}_{\text{ср}} = 23^\circ 29,5 \\ + \\ \Delta_{\text{ОС}} = - 3,5 \\ \hline h_{\text{изм}} = 23^\circ 26,0 \\ + \\ \Delta h_d = - 5,7 \\ \hline h_{\text{вид}} = 23^\circ 20,3 \\ + \\ \Delta h_\rho = - 2,2 \\ + \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
\Delta h_p = + 0, '4 \\
+ \\
\Delta h_t = + 0, '1 \\
+ \\
\Delta h_B = - 0, '0
\end{array}$$

$$h_{\text{ист}} = 23^{\circ} 18, '6$$

Поправка высоты за фазу Венеры Δh_{ϕ} в штурманской практике из-за малых ее величин не всегда учитывается.

Ответ: Истинная геоцентрическая высота планеты Венера $h_{\text{ист}} = 23^{\circ} 18, '6$.

Пример 3.1.2.2.

Дано: 22.11.98г. Измерена высота Марса. Среднее арифметическое значение отсчета секстана планеты Марс $OC_{\text{ср}} = 45^{\circ} 08, '6$. Общая поправка секстана $\Delta_{\text{ос}} = + 2, '3$. Высота глаза наблюдателя $e = 7,1\text{м}$. Температура и давление воздуха: $t_B = + 8^{\circ}\text{C}$, $B_B = 754\text{ мм рт.ст.}$

Рассчитать: Истинную высоту планеты Марс $h_{\text{ист}}$.

Решение: Из ежедневных таблиц МАЕ-1998г. на дату наблюдения для планеты Марс выбрать горизонтальный экваториальный параллакс $p_0 = 0, '1$.

Дальнейшие расчеты выполнить последовательно по установленной схеме столбиком:

$$\begin{array}{r}
OC = 45^{\circ} 08, '6 \\
+ \\
\Delta_{\text{ос}} = + 2, '3 \\
\hline
h_{\text{изм}} = 45^{\circ} 10, '9 \\
+ \\
\Delta h_d = - 4, '7 \\
\hline
h_{\text{вид}} = 45^{\circ} 06, '2 \\
+ \\
\Delta h_p = - 1, '0 \\
+ \\
\Delta h_p = + 0, '1 \\
+ \\
\Delta h_t = - 0, '0 \\
+
\end{array}$$

$$\Delta h_B = + 0, '0$$

$$h_{\text{ист}} = 45^{\circ} 05, '3$$

Ответ: Истинная геоцентрическая высота планеты Марс

$$h_{\text{ист}} = 45^{\circ} 05, '3$$

3.1.3. Исправление высот Солнца

Для повышения точности измерения высоты Солнца обычно совмещают с горизонтом нижний край видимого диска Солнца. Измерение высоты по его верхнему краю не рекомендуется выполнять без особой к тому необходимости, поскольку вследствие явления иррадиации яркий диск Солнца на темном фоне моря представляется преувеличенным. При хорошей натренированности наблюдателя возможно совмещение и середины диска Солнца.

Для получения искомой высоты центра Солнца в истинную геоцентрическую высоту нижнего края Солнца необходимо добавить величину видимого полудиаметра (углового радиуса) Солнца R ; при наблюдении высоты верхнего края Солнца величина R вычитается; при измерении высоты центра диска Солнца величина R не учитывается. Величина видимого полудиаметра выбирается по календарной дате из МАЕ (стр.287) или других астронавигационных пособий.

Поправка за параллакс Солнца и астрономическую рефракцию изменяются в зависимости от видимой высоты Солнца и для удобства расчетов эти поправки объединены в общую поправку Δh_{p+r} , размещенную в таблице “Поправок высоты за рефракцию и параллакс” МАЕ (стр.284) и других астронавигационных пособиях. (Здесь Приложение № 7)

Полная формула исправления высоты Солнца имеет вид:

$$h_{\text{ист}} = OC + (\pm \Delta_{OC}) + (-\Delta h_d) + (-\Delta h_{p+r}) + (\pm \Delta h_t) + (\pm \Delta h_B) + (\pm R)$$

В таблице № 8 МТ-75 (стр.216) помещены общие поправки высот нижнего и верхнего краев Солнца, рассчитанные по календарному принципу для летнего и зимнего периодов с учетом среднего значения видимого полудиаметра Солнца. (Здесь Приложение № 7)

Такая поправка для нижнего края Солнца будет иметь вид:

$$h_{\text{ниж}} = (-\Delta h) + (+\Delta h_p) + (+R_{\text{CP}});$$

для верхнего края: $h_{\text{верх}} = (-\Delta h) + (+\Delta h_p) + (-R_{\text{CP}});$

для центра Солнца: $h_{\text{центр}} = 0,5 (h_{\text{ниж}} + h_{\text{верх}}).$

Эти поправки придаются к видимой высоте ($h_{\text{вид}}$) края Солнца.

Пример 3.1.3.1.

Дано: 22.11.98г. Измерена высота нижнего края Солнца:

$OC = 19^{\circ}28,7$; $\Delta_{oc} = (i + s) = +2,3$; $e = 7,1$ м; $t_B = +8^{\circ}C$; $B_B = 754$ мм рт.ст.

Рассчитать: Истинную высоту Солнца $h_{ист}$.

Решение: Из соответствующих таблиц по аргументу видимой высоты $h_{вид} = 19^{\circ}26,3$ выбрать поправку за рефракцию и параллакс со своим знаком: $\Delta h_{\rho+p} = -2,6$. По календарной дате выбрать величину видимого полудиаметра Солнца $R = 16,2$ и прибавить к видимой высоте.

Расчеты выполнить последовательно по установленной схеме столбиком:

$$\begin{array}{r} OC = 19^{\circ} 28,7 \\ + \\ \Delta_{oc} = + 2,3 \\ \hline h_{изм} = 19^{\circ} 31,0 \\ + \\ \Delta h_d = - 4,7 \\ \hline h_{вид} = 19^{\circ} 26,3 \\ + \\ \Delta h_{\rho+p} = - 2,6 \\ + \\ R_{ниж} = +16,2 \\ + \\ Dh_t = + 0,0 \\ + \\ Dh_B = + 0,0 \\ \hline h_{ист} = 19^{\circ} 39,9 \end{array}$$

Ответ: Истинная высота Солнца: $h_{ист} = 19^{\circ} 39,9$

Данные расчеты использованы при решении задачи 3.3.5.1.

3.1.4. Исправление высот Луны

Вследствие незначительного удаления Луны от Земли по сравнению с другими светилами суточный параллакс и видимый полудиаметр Луны имеют большие величины, которые изменяются быстро и в значительных пределах. Поэтому для удобства состав-

ления таблиц поправок полудиаметр Луны рассчитывают через её параллакс и затем переходят к топоцентрической величине полудиаметра Луны $R_{\text{тц}}$.

Тогда формула исправления высоты Луны в общем виде примет выражение:

$$h_{\text{ист}} = OC + (\pm \Delta_{OC}) + (-\Delta h_d) + (-\Delta h_p) + (+\Delta h_p) + (\pm \Delta h_l) + (\pm \Delta h_B) + (\pm R_{\text{тц}}),$$

где топоцентрическая величина полудиаметра Луны $R_{\text{тц}}$ при наблюдениях нижнего края имеет знак (+) и имеет знак (-) при наблюдениях верхнего края Луны.

При составлении таблиц с поправками для исправления высоты Луны используются различные варианты объединения частных поправок. Так, в МАЕ (стр.286) принят вариант расчета общей поправки высоты Луны (ОП) и дополнительных поправок наблюдающегося края.

В таблицах ТВА-57, ВАС-58 и МТ-75 использован вариант расчета отдельных таблиц общих поправок высоты нижнего края, верхнего края и центра диска Луны.

Порядок ввода поправок изложен в пояснении к таблицам исправления высот в указанных астронавигационных пособиях. Аргументами для входа в таблицы исправления высоты Луны служат видимая высота $h_{\text{вид}}$ и параллакс ρ_0 , выбираемый из ежедневных таблиц МАЕ на момент измерения высоты по всемирному времени $T_{\text{гр}}$.

3.2. Вычисление элементов высотной линии положения

Элементами, определяющими высотную линию положения, являются перенос $n = h - h_c$ и азимут A_c , вычисляемые для расчетной точки вблизи счислимого места судна (см. глава 1, п.п.1.2.; 1.3.).

Исходными данными для вычисления элементов высотной линии положения (влп) являются:

- результаты измерений высот светил и моментов времени, которые обязательно записываются в судовой журнал вместе с поправками секстана, хронометра, наклоном горизонта (или высотой глаза), температурой и давлением воздуха;

- элементы счисления пути судна: путевой угол и скорость судна, счисляемые координаты судна, судовое время наблюдений, отчет лага, номер часового пояса и календарная дата наблюдений.

Расчетная точка чаще всего принимается совпадающей со счислимым местом судна по судовому времени на средний арифметический момент наблюдений выбранного светила (как правило последнего).

Основными этапами вычисления элементов высотной линии положения являются:

А. Вычисление координат светила по МАЕ (рассмотрено в главе 1, п.1.3.1.).

Б. Вычисление счислимых высоты и азимута светила (рассмотрено в главе 1, п.п. 1.3.2., 1.3.3., 1.3.4., 1.3.5., 1.3.6.).

В. Исправление измеренной высоты светила и получение истинной геоцентрической высоты светила (рассмотрено в главе 3, п.3.1.).

Г. Вычисление непосредственно переноса p с указанием его знака. Данный пункт требует некоторого разъяснения. На выполнение серии (от трех до пяти) замеров высоты наблюдаемого светила у судоводителя в зависимости от личных качеств уходит от одной до пяти минут. При хорошей подготовке и организации наблюдений на измерение высот четырех - шести светил в быстрой последовательности потребуется в среднем 10 - 20 минут. При этом все наблюдения светил выполняются на движущемся относительно дна моря судне, а это означает, что для каждого светила наблюдения производятся из разных географических мест.

Одновременно с этим следует иметь в виду, что за указанный промежуток времени происходит видимое перемещение светил на небесной сфере, связанное с суточным вращением Земли.

В связи с изложенным высоты наблюдаемых светил должны быть приведены на избранный судоводителем момент судового времени к одному и тому же месту судна.

Существует несколько методов решения этой частной задачи.

3.2.1. Приведение истинных высот светил к одному зениту

Известно, что положение $w_{пл}$ на поверхности Земли определяется значением истинной геоцентрической высоты светила, значит перемещение $w_{пл}$ всегда пропорционально изменению этой высоты.

Следовательно, при наблюдении нескольких светил значение $w_{пл}$ каждого светила необходимо переместить на величину плавания судна за время между наблюдениями. На практике при выполнении расчетов удобнее приводить к одному месту не $w_{пл}$, а истинные геоцентрические высоты к месту измерения высоты другого светила.

В конечном итоге это означает, что необходимо изменить пере-

нос одной влп относительно другой влп на величину изменения высоты светила вследствие перемещения судна за время между наблюдениями.

На средний момент наблюдений выбранного светила (как правило последнего), к зениту которого необходимо приводить влп других светил, фиксируется судовое время, отсчет лага, метеорологическая обстановка, навигационные характеристики движения и определяются счислимые координаты места судна.

Величину приведения высоты светила к одному месту или к одному зениту называют поправкой и обозначают Δh_z .

Поправка Δh_z выбирается из таблицы, помещенной в МАЕ (стр.285), а также из соответствующих таблиц других астронавигационных пособий МТ-75, ТВА-57, ВАС-58. Аргументами для входа в таблицу "Приведение высот к одному месту измерений" являются: скорость судна V в узлах и курсовой угол на светило $KУ = A_{кр} - ПУ$. (Здесь Приложение № 7)

Таблица рассчитана по формуле: $\Delta h_z = \omega_{hz} \cdot \tau_n$,

где ω_{hz} - скорость изменения высоты за 1 минуту;

τ_n - промежуток времени между наблюдениями светил, выраженный в минутах и десятых её долях.

Практика показывает, что данный прием приведения истинных высот к одному зениту в широтах $\varphi < 80^\circ$, при наблюдении светил на высотах $h < 70^\circ$ и при плавании между наблюдениями не более 10 - 20 миль не допускает погрешности в определении поправки приведения высоты Δh_z более 0,1 - 0,2.

Выполненные при таких условиях наблюдения высот называются

одновременными, а полученное место судна называют *обсервованным*. При ведении навигационной прокладки все обсервации по светилам обозначают двумя concentрическими окружностями с точкой в центре.

Таким образом, окончательно перенос n для каждой влп рассчитывается после приведения к одному зениту:

$$\begin{aligned} h_{\text{ПРИВ}} &= h_{\text{ИСТ}} + (\pm \Delta h_z) \\ n &= h_{\text{ПРИВ}} - h_c \end{aligned}$$

Пример 3.2.1.1.

Дано: Средиземное море. 19.10.98. Тс = 5^ч15^м; ол = 37,1; номер часового пояса № = 1 Е. Судно следует ПУ = 110°, V = 10 узлов.

1 влп: Тгр₁ = 4^ч03^м40^с; Ас₁ = 35°,4 NE; h_{ИСТ1} = 47°15,8; h_{с1} = 47°13,3

2 влп: $T_{гр_2} = 4^{\text{ч}}06^{\text{м}}35^{\text{с}}$; $A_{с_2} = 67^{\circ},8 \text{ SE}$; $h_{ист_2} = 45^{\circ}23,4$;
 $h_{с_2} = 45^{\circ}21,6$

3 влп: $T_{гр_3} = 4^{\text{ч}}11^{\text{м}}27^{\text{с}}$; $A_{с_3} = 138^{\circ},4 \text{ NW}$; $h_{ист_3} = 35^{\circ}45,4$;
 $h_{с_3} = 35^{\circ}44,0$

4 влп: $T_{гр_4} = 4^{\text{ч}}15^{\text{м}}13^{\text{с}}$; $A_{с_4} = 52^{\circ},6 \text{ NW}$; $h_{ист_4} = 44^{\circ}30,5$;
 $h_{с_4} = 44^{\circ}29,5$

Требуется:

Привести истинные высоты светил на момент $T_c = 5^{\text{ч}}15^{\text{м}}$, что соответствует моменту наблюдений 4-ой влп, и рассчитать переносы для каждой линии положения.

Решение:

1. Определить поправки приведения к зениту четвертой влп.

Расчет удобно выполнить в табличной форме. Столбец для четвертой линии (4 влп) прочеркнуть, так как приведение выполнить к четвертому светилу.

	1 влп	2 влп	3 влп	4 влп
Акр	35	112	222	-
ПУ	110	110	110	-
Акр - ПУ	75	2	112	-
ω_{hz}	+ 0,045	+ 0,17	- 0,06	-
τ_n	+ 11,5	+ 8,6	+ 3,8	-
Δh_z	+ 0,5	+ 1,5	- 0,2	-

2. Перевести азимуты светил в круговой счет и записать в таблицу с точностью до целого градуса.

3. Записать в таблицу величину путевого угла судна..

4. Рассчитать курсовой угол каждого светила и записать в таблицу.

5. Выбрать из таблицы “Приведение высот к одному месту измерений” в МАЕ (стр.285) или других астронавигационных пособий МТ-75, ВАС-58, ТВА-57 по аргументам: скорости судна и путевому углу на светило величину скорости изменения высоты за одну минуту ω_{hz} путем интерполирования для каждого светила со своим знаком и записать в соответствующие графы.

6. Рассчитать промежуток времени в минутах и десятых долях минут между моментами каждого светила относительно четвертого светила и записать в соответствующие графы.

7. Рассчитать поправку приведения ($\Delta h_z = \omega_{hz} \cdot \tau_n$) для каждой линии положения и записать в соответствующие графы со своим знаком.

8. Определить значение приведенной высоты для первого светила:

$$h_{\text{ИСТ1}} = 47^{\circ}15,8$$

+

$$\Delta h_{z\ 1} = + 0,5$$

$$h_{\text{ПРИВ1}} = 47^{\circ}16,3$$

для второго светила:

$$h_{\text{ИСТ2}} = 45^{\circ}23,4$$

+

$$\Delta h_{z\ 2} = + 1,5$$

$$h_{\text{ПРИВ2}} = 45^{\circ}24,9$$

для третьего светила:

$$h_{\text{ИСТ3}} = 35^{\circ}45,4$$

+

$$\Delta h_{z\ 3} = - 0,2$$

$$h_{\text{ПРИВ3}} = 35^{\circ}45,2$$

9. Рассчитать переносы для каждой высотной линии положения:

для первой линии положения:

$$h_{\text{прив1}} = 47^{\circ}16,3$$

-

$$hc\ 1 = 47^{\circ}13,3$$

$$n_1 = + 3,0$$

для второй линии положения:

$$h_{\text{прив2}} = 45^{\circ}24,9$$

-

$$hc\ 2 = 45^{\circ}21,6$$

$$n_2 = + 3,3$$

для третьей линии положения:

$$h_{\text{прив3}} = 35^{\circ}45,2$$

-

$$hc\ 3 = 35^{\circ}44,0$$

$$n_3 = + 1,2$$

для четвертой линии положения:

$$h_{\text{ист4}} = 44^{\circ}30,5$$

-

$$hc_4 = 44^{\circ}29,5$$

$$n_4 = + 1,0$$

Ответ: Переносы высотных линий положения:

$$n_1 = + 3,0$$

$$n_2 = + 3,3$$

$$n_3 = + 1,2$$

$$n_4 = + 1,0$$

Примечание: Указанные расчеты использованы в решении примера 3.3.2.2.

3.3. Определение места судна по одновременным наблюдениям нескольких светил

Благоприятным временем для одновременного наблюдения светил и выполнения астронавигационных измерений является такой период суток, когда на темнеющем небосводе уже проявляются светила, но еще хорошо виден горизонт (вечерние сумерки) и наоборот, когда на светлеющем небосводе еще видны светила, а горизонт виден все четче (утренние сумерки). Такая ситуация подробно разобрана в первой главе (раздел 1.5.).

В дневное время при благоприятных обстоятельствах случается одновременно наблюдать Солнце и Луну, Солнце и Венеру, Луну и Венеру. Так, например, в течение каждого месяца два-три дня Солнце и Луна видны одновременно, когда Луна находится в последней четверти и наблюдается в первой половине дня справа от Солнца. При нахождении Луны в первой четверти в течение двух-трех дней она наблюдается во второй половине дня слева от Солнца. Разность азимутов между светилами в этот период близка к 90° . Обсервации по одновременным наблюдениям Солнца и Луны в дневное время при хорошей натренированности судоводителей являются наиболее точными из всех астронавигационных определений.

При определении места судна по одновременным наблюдениям нескольких светил, как указывалось в предыдущем параграфе, характерным является то, что все линии положения рассчитываются по одним счислимым координатам, а перемещение судна за время между отдельными наблюдениями учитывается приведением высот к одному зениту.

Следовательно, обсервация будет относиться именно к моменту приведения высот к зениту тех наблюдений, на которое определяются счислимые координаты судна. На практике чаще всего все высоты приводятся к зениту последних наблюдений, потому как судовое время T_c и отсчет лага OL фиксируют на средний момент измерения высот для последнего светила.

Выполнять задачу по определению места судна по высотам нескольких светил, измеренных одновременно, рекомендуется в следующей последовательности:

1. Рассчитать средние моменты наблюдений и средние отсчеты секстана на каждое светило.

2. По судовому времени T_c наблюдений и номеру часового пояса №п вычислить приближенное гринвичское время **Приб.Тгр** наблюдений, обращая особое внимание на два важных момента: первая или вторая половина суток на гринвичском меридиане и совпадают ли даты на Гринвиче и на судне. (см. примеры в п.п. 1.3.1., 1.4.8. и 1.4.9.).

3. Определить точное гринвичское время по хронометру и его поправке. Показания хронометра увеличить на 12 часов, если на Гринвиче вторая половина суток (см. примеры в п.п. 1.3.1., 1.4.8. и 1.4.9.).

4. На гринвичскую дату и гринвичское время наблюдений выбрать из МАЕ склонение δ и гринвичские часовые углы $t_{гр}$ наблюдавшихся светил. Счислимой долготой λ_c гринвичские часовые углы $t_{гр}$ перевести в местные t_m (см. примеры в п.п. 1.3.1.).

5. Используя в качестве исходных данных счислимую широту места судна φ_c , склонения δ и местные часовые углы t_m светил, решить параллактические треугольники и получить счислимые высоты и азимуты светил в моменты их наблюдений. Азимуты перевести в круговой счет (см. примеры в п.п. 1.3.2., 1.3.3., 1.3.4., 1.3.5., 1.3.6.).

6. Рассчитать поправки Δh_z для приведения высот к одному зениту (см. примеры в п.п. 3.2.1.).

7. Исправить высоты всеми поправками, включая поправку Δh_z .

В итоге получить приведенные к одному зениту высоты наблюдаемых светил (см. примеры в п.п. 3.1.1., 3.1.2., 3.1.3., 3.1.4. и 3.2.1.).

8. Рассчитать переносы p , которые совместно со счислимыми азимутами светил A_c , являются элементами высотных линий по-

ложения и служат для определения обсервованного поположения судна в море (см. примеры в п.п. 3.2.1.).

9. Выполнить прокладку влп непосредственно на путевой навигационной карте или на оборотной стороне бланка астронавигационных вычислений формы Ш-8. Прокладку линий положения в крайнем случае допустимо выполнить на чистом листе клетчатой бумаги.

10. Определить обсервованные координаты места судна (φ_0 ; λ_0) с последующим нанесением обсервации на путевую навигационную карту и произвести оценку точности полученного места.

11. Провести анализ обсервованного места с целью принятия решения об использовании его для контроля счисления.

3.3.1. Определение места судна по одновременным наблюдениям двух светил

Совершенно очевидно, что определение места судна по высотам светил представляет собой целый комплекс взаимосвязанных действий, выполняемый за определенный промежуток времени.

От правильного распределения этих действий по времени и месту, а также от своевременного, полного и аккуратного оформления расчетов зависят быстрота, надежность и точность определения места судна.

Все основные действия, выполняемые при определении места судна по высотам светил, рассматривались достаточно подробно в предыдущих главах. Вместе с тем некоторые вопросы дополнительно поясняются в излагаемых разделах данной главы.

Пример 3.3.1.1.

Дано: 14.02.98г. Индийский океан. $T_c = 19^h 25^m$; ОЛ = 30,2 ; $\varphi_c = 43^{\circ} 54,8' S$; $\lambda_c = 36^{\circ} 33,3' E$; ПУ = 290° ; $V = 14$ уз ; $e = 10,4$ м ; $\Delta_{oc} = -3,5$; $U_{xp} = -1^M 11^C$; $t_v = +20^{\circ} C$; $B_B = 765$ мм рт.ст.

Измерение наклона видимого горизонта d не производилось. Судовое время T_c , отсчет лага ОЛ и счисляемые координаты судна φ_c и λ_c определены на средний момент измерения высоты второго светила * α Центавра. Средняя квадратическая погрешность измеренной высоты $h_{изм} = \pm 1,2$. Количество измерений высоты $N_0 = 5$ измерений. Средняя квадратическая погрешность обработки измерений и вычислений $h_{обр} = \pm 0,3$.

Выполнены наблюдения двух звезд и получены следующие данные:

* α Гидры, Альфард, № 65. $T_{\text{ХР ср}} = 17^{\text{ч}}22^{\text{м}}54^{\text{с}}$; $OC_{\text{ср}} = 27^{\circ}23,7$.

* α Центавра, Ригил Кентавр, № 102. $T_{\text{ХР ср}} = 17^{\text{ч}}26^{\text{м}}27^{\text{с}}$; $OC_{\text{ср}} = 20^{\circ}31,9$.

Требуется: Определить координаты обсервованного места судна. Расчеты элементов влп выполнить на бланке астронавигационных вычислений формы Ш - 8.

Решение:

1. Заполнить исходными данными требуемые графы, расположенные в верхней части стандартного бланка астронавигационных наблюдений формы Ш - 8 и по специальным схемам, соблюдая необходимую последовательность, выполнить соответствующие расчеты.

2. По судовому времени T_c и номеру часового пояса №п рассчитать приближенное гринвичское время **Приб.Тгр**, определить дату на Гринвиче наблюдений (порядок расчета изложен в примерах 1.3.1.1., 1.4.7.2., 1.4.11.1., 2.2.4.2..) и записать в таблицу для второго светила.

3. Рассчитать точное гринвичское время **Тгр** для каждого светила, контролируя соответствие показаний хронометра и значение приближенного времени (см. примеры 1.4.11.1., 2.2.1.1., 2.2.1.2.) и заполнить таблицу для первого и второго светила. Схемы расчетов времени расположены в левом верхнем углу бланка.

4. Выбрать из МАЕ-1998г. на гринвичскую дату и гринвичское время наблюдений для каждой звезды склонение δ и гринвичские часовые углы точки Овна $t_{\text{гр}}^Y$, которые перевести в местные часовые углы t_m^* с помощью счислимой долготы λ_c и звездного дополнения τ^* этих звезд (см. примеры 1.3.1.1.) и заполнить таблицу. Схемы расчетов склонения и местных часовых углов светил расположены на левой стороне бланка.

5. Произвести расчет параллактических треугольников по таблицам ВАС-58 для каждого светила по значению счислимой широты φ_c , склонению δ и местного часового угла звезды t_m^* с целью определения их счислимых высот h_c и азимутов A_c (см. примеры 1.3.5.1., 1.3.5.2., 1.3.5.3.). Схемы расчетов счислимых высот h_c и азимутов A_c светил расположена на правой стороне бланка.

6. Выполнить исправление измеренных высот наблюдаемых звезд необходимыми поправками для получения истинных геоцентрических высот $h_{ист}$ (см. примеры 3.1.1.1., 3.1.1.2.). Схема расчета исправления измеренных высот поправками расположена в левом нижнем углу стандартного бланка.

7. Рассчитать поправку Δh_z для приведения высоты первой звезды * α Гидры, Альфард к месту наблюдения второй звезды * α Центавра, Ригил Кентавр. (см. примеры 3.2.1.1.). Схема расчета поправки Δh_z расположена в правом нижнем углу бланка. Затем определить приведенную высоту $h_{прив}$ для первого светила и записать в таблицу.

8. Рассчитать переносы для первого светила относительно приведенной высоты $h_{прив}$, а для второго светила - относительно истинной геоцентрической высот $h_{ист}$ и записать в таблицу.

9. Выполнить графическую прокладку высотных линий положения на оборотной стороне астронавигационного бланка. Прежде всего необходимо уяснить, что на оборотной стороне бланка нанесена сетка, условно говоря, параллелей и меридианов через 1 см, в центре которой располагается расчетная точка (счислимое место судна).

Рамка сетки оцифрована в круговом, полукруговом (на бланке формы Ш-8) и четвертном (формы Ш-8а и Ш-8б), что удобно для нанесения истинных пеленгов и азимутов светил.

В правом нижнем углу расположена таблица, где записываются координаты расчетной точки (счислимого места), а затем по разности широт $\Delta\varphi$ и разности долгот $\Delta\lambda$ рассчитываются обсервованные координаты места судна φ_0 и λ_0 на заданные значения судового времени T_c отсчета лага ОЛ.

В левом нижнем углу отведено место для нанесения номограммы углового масштаба при определении разности долгот $\Delta\lambda$ графическим методом.

Для прокладки переносов необходимо назначить достаточно крупный масштаб, который, как правило, принимается $1\text{см} = 1'$ морской мили. В то же время при выборе масштаба надлежит учитывать величины и знаки переносов так, чтобы обсервация не оказалась за пределами бланка.

Итак, графическую прокладку высотных линий положения вы-

полнить по элементам влп для каждого светила в следующей последовательности.

Из центра бланка провести линии азимутов светил, обозначив стрелками направления на светила Ac_1 и Ac_2 соответственно.

В избранном масштабе снять измерителем переносы p_1 и p_2 с боковой рамки бланка и отложить их величины на азимутальных линиях из центра бланка с учетом знака переноса. Если $p > 0$, то перенос отложить на светило, если $p < 0$, то перенос отложить от светила. В данном случае оба переноса положительны и отложить их следует на светила.

Затем через полученные определяющие точки перпендикулярно к азимутам провести влп I - I и влп II - II. Точка пересечения этих влп покажет обсервованное место судна Mo , которое обозначить двумя концентрическими окружностями с точкой в центре.

10. Для определения обсервованных координат судна φ_0 и λ_0 вначале найти разность широт $\Delta\varphi$, которую измерить в выбранном масштабе между параллелями счислимого и обсервованного мест по вертикальной внутренней рамке бланка, определить наименование и занести в таблицу, расположенную в правом нижнем углу бланка.

$$\begin{array}{r} \text{В данном примере:} \quad \varphi_c = 43^{\circ}54,8 \text{ S} \\ + \\ \Delta\varphi = 2,0 \text{ к S} \\ \hline \varphi_0 = 43^{\circ}56,8 \text{ S} \end{array}$$

Затем определить разность долгот $\Delta\lambda$. Из навигации известно, что расстояние между меридианами в широтном масштабе (в морских милях) является отшествием $отш$, которое необходимо перевести в масштаб долготы (в экваториальных милях). В данном примере замерить циркулем расстояние между меридианами счислимого и обсервованного мест и снять его также по вертикальной внутренней рамке бланка и дать наименование $отш = 3,0$ (морских миль) к Е. Для определения $\Delta\lambda$ чаще всего используется графический метод.

С этой целью на угловой номограмме провести наклонную линию под углом к нижней рамке бланка равным значению счислимой широты $\varphi_c = 43^{\circ}54,8 \text{ S} \approx 44^{\circ}$. На наклонной линии произвести разметку в соответствии с принятым масштабом $1 \text{ см} = 1$ морской мили. Из каждой размеченной точки в выбранном масштабе на

наклонной линии опустить перпендикуляры на нижнюю горизонтальную рамку. Основания перпендикуляров отсекут на нижней рамке бланка расстояния равные 1' экваториальной мили, что будет соответствовать размерности долготы.

Другими словами, в данном случае графическим методом решена задача перехода размерности из морских миль в экваториальные согласно известной в навигации формулы:

$$\Delta\lambda = \frac{\text{отш}}{\cos \varphi}$$

Данная формула может быть решена аналитическим методом по таблице № 25а МТ-75.

Таким образом, для определения λ_0 необходимо величину **отш**, измеренное циркулем, приложить к нижней рамке бланка угловой номограммы и снять значение $\Delta\lambda$, определить наименование, записать в правом нижнем углу бланка и произвести необходимые расчеты:

$$\begin{aligned} \lambda_c &= 36^{\circ}33,3 \text{ E} \\ + \\ \Delta\lambda &= 4,2 \text{ к E} \\ \hline \lambda_0 &= 36^{\circ}37,5 \text{ E} \end{aligned}$$

После определения обсервованных координат необходимо снять невязку от счислимого места к обсервации в принятом масштабе и записать на свободном месте бланка.

В нашем примере невязка : $C = 124^{\circ} - 3,6$ мили.

11. Для быстрой оценки точности обсервации средней квадратической погрешностью **СКП** места с учетом как случайных, так и систематических погрешностей **вп** пользуются формулой:

$$M_0 = \frac{1}{\sin \Delta A} \sqrt{m_{n1}^2 + m_{n2}^2},$$

где: $\Delta A = A_1 - A_2$ - разность азимутов, желательно подбирать светила с разностью азимутов $\Delta A = 60^{\circ}$ ч 100° ;

m_{n1} и m_{n2} - СКП переносов линий положения, которые рассчитываются по формуле:

$$m_n = \sqrt{\frac{(m_{h \text{ изм}})^2}{N_{\text{изм}}} + m_{\text{обр}}^2},$$

где: $m_{h \text{ изм}}$ - СКП измеренной высоты, величина которой непостоянна и зависит от условий наблюдения, качества инструмента и профессиональных навыков наблюдателя и изменяется в пределах:

0,5 ч 1,5. Для данного примера принимаем $m_{h \text{ изм}} \pm 1,2$.

$N_{\text{изм}}$ - количество измерений высоты светила. Принимаем для данного примера $N_{\text{изм}} = 5$ измерений.

$m_{\text{обр}}$ - СКП вычислений и обработки высоты, изменяется в пределах 0,2 ч 0,3. Для расчета данного примера $m_{\text{обр}} = \pm 0,3$.

При равноточных влп СКП переносов линий положения можно считать равными: $m_{n1} = m_{n2} = m_n$, тогда формула расчета СКП обсервации примет вид:

$$M_o = 1,41 \cdot m_n \cdot \text{cosec} \Delta A.$$

Выполнить расчет СКП обсервации M_o и предельную её величину:

$$\hat{M}_o = 2 M_o.$$

$$m_n = \sqrt{\frac{(m_{h \text{ изм}})^2}{N_{\text{изм}}} + m_{\text{обр}}^2},$$

$$m_n = \sqrt{\frac{(1,2)^2}{5} + (0,3)^2} = \pm 0,6$$

$$M_o = 1,41 \cdot 0,6 \cdot \text{cosec} 84^\circ = \pm 0,85;$$

$$\hat{M}_o = 2 M_o = \pm 1,7.$$

Анализ оценки точности полученного обсервованного места предусматривает нанесение величины рассчитанной СКП M_o и значения предельной СКП $2M_o$ в ранее выбранном масштабе на графике построения и определения обсервованного места. Радиусом, равным величине M_o , из обсервованного места описать окружность, в пределах площади которой с вероятностью около 63-68% находится действительное место судна. Для повышения вероятности нахождения действительного места судна с вероятностью около 97% нанести круг погрешностей радиусом, равным предельной СКП $2M_o$.

Для более полной и точной оценки точности обсервации может рассчитываться эллипс погрешности, порядок расчета и построения которого в данной работе не рассматривается (см. "Математические основы судовождения". М. Транспорт).

12. Обработка астронавигационных наблюдений заканчивается расчетом и построением средней квадратической погрешности, являющейся критерием оценки точности полученного места. После этого производится окончательный анализ обсервации. Если обсервованные координаты не вызывают сомнения, то производится коррекция счисления и делается соответствующая запись в судовом журнале.

Ответ: Координаты обсервованного места:

$$\varphi_0 = 43^{\circ}56,8 \text{ S}; \lambda_0 = 36^{\circ}37,5 \text{ E.}$$

Невязка: $C = 124^{\circ} - 3,6$ мили.

СКП обсервованного места: $M_0 = \pm 0,85$; предельная СКП обсервованного места $\pm 1,7$.

Решение примера 3.3.1.1. на бланке формы Ш-8 прилагается.

Общая оценка способа. Способ определения места судна по высотам двух светил, измеренным навигационным секстаном, обеспечивает предельную погрешность обсервации в дневных условиях до 2,5 мили и до 5 миль при прочих условиях, если наблюдения и их обработка были выполнены наилучшим образом. В отдельных случаях погрешность обсервации может достигать 7 миль.

Данный способ не позволяет исключать систематические погрешности и не дает возможности выявлять наличие промаха в измерениях или вычислениях. Поэтому данный способ считается малонадежным и имеет значение вспомогательного приема при определении места судна в море по наблюдениям светил.

Время, затрачиваемое на полный цикл решения задачи двух высот от начала наблюдения до получения обсервованных координат при табличном способе решения, составляет 30 - 40 минут. За счет частичной автоматизации вычислений с использованием программируемого микрокалькулятора время может быть сокращено до 15 - 20 минут. При использовании электронно-вычислительных машин, навигационных автоматизированных комплексов и индивидуальных компьютеров только на вычисление требуется не более 2 - 3 минут.

14.02.1998г
 Район: Индийский океан

$\varphi_1 = 43^{\circ}54'8'' S$
 $\lambda_1 = 36^{\circ}33'3'' E$

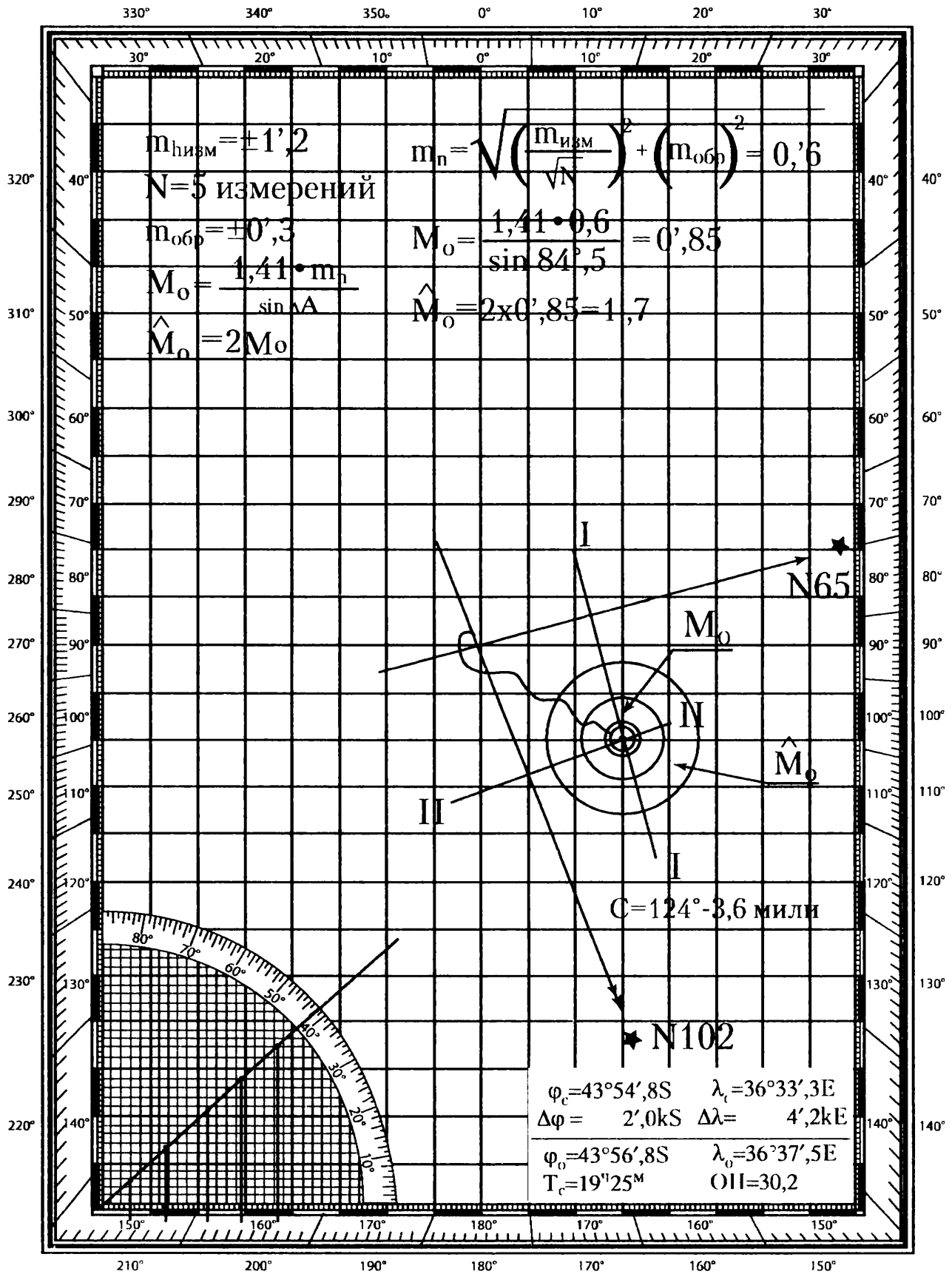
Пример 3.3.1.1.
 $\varphi_2 = -$
 $\lambda_2 = -$

$e = 10.4 \text{ м.}$
 $V = 14 \text{ узл.}$
 $t_b = +20^{\circ}C$
 $B_b = 765 \text{ мм рт. ст.}$

Бланк формы ш-8

		* №65 Альфард α Гидры	* №102 Ригил - Кентавр α Центавра	III ли- ния	IV ли- ния	Арг.	Задан.	Табл.	Задан.- Табл.	h	27°38,4	A	105.°1	
		I линия	II линия			φS	43°54,8	44°	-5,2	Δh_p	+1.4	ΔA_p	-0.0	
Приб. T _c		-	19° 25"			δS	8°39,2	9	-20,8	Δh_s	-14,8	ΔA_s	+0° 3	
№ $\frac{()}{\text{И}'} +$			(-2)			t E	60°22,2	60	+22,2	Δh_t	-15,5	ΔA_t	-0° 3	
Приб. T _{гp}			17° 25"			q	45			Δh_q	-	$\Sigma \Delta A$	-0.0	
Дата			14.02.98			φ и δ <i>одно</i> именные					$\Sigma \Delta h$	-28.9	A _c	105° 1 SE
T _{cp}		17° 22' 54"	17° 26' 27"								h_c	27°09,5	A _{cp}	74° 9
ц _p		-1° 11"	-1° 11"			Арг.	Задан.	Табл.	Задан.- Табл.	h	20°12,9	A	21,0	
T _{cp}		17° 21' 43"	17° 25' 16"			φS	43°54,8	44°	-5.2	Δh_p	-4,9	ΔA_p	-0.0	
t _r		39°30,6	39°30,6			δS	60°49,3	60°30'	+19.3	Δh_s	+16,4	ΔA_s	-0° 2	
Δt		5°26,6	6°20,0			t E	137°28,4	137°	+28.4	Δh_t	-7,2	ΔA_t	-0° 2	
Δt		-	-			q	32			Δh_q	-	$\Sigma \Delta A$	-0° 4	
t _{cp}		44°57,2	45°50,6			φ и δ <i>одно</i> именные					$\Sigma \Delta h$	+4,3	A _c	20° 6 SE
$\lambda \frac{() +}{\text{И}'} -$		°36°33' 3	°36°33' 3								h_c	20°17,2	A _{cp}	159° 4
u ^r		81°30,5	82°23,9			Арг.	Задан.	Табл.	Задан.- Табл.	h		A		
r		218°07,3	140°07,7			φ				Δh_p		ΔA_p		
L		299°37,8	222°31,6			δ				Δh_s		ΔA_s		
L		60°22,2	137°28,4			t				Δh_t		ΔA_t		
Δ		-	-			q				Δh_q		$\Sigma \Delta A$		
δ_1		8°39,2 ^s	60°49,3 ^s			φ и δ <i>одно</i> именные <i>разно</i>					$\Sigma \Delta h$		A _c	
$\Delta \delta$		-	-								h_c		$A_c - \frac{\Delta A_c}{2}$	
δ		-	-			Арг.	Задан.	Табл.	Задан.- Табл.	h		A		
Отсчет		27°23,7	20°31,9			φ				Δh_p		ΔA_p		
i + s		-3,5	-3,5			δ				Δh_s		ΔA_s		
Изм. h		27°20,2	20°28,4			t				Δh_t		ΔA_t		
Δh_p		-5,7	-5,7			q				Δh_q		$\Sigma \Delta A$		
Вид. h		27°14,5	20°22,7			φ и δ <i>одно</i> именные <i>разно</i>					$\Sigma \Delta h$		A _c	
Поправки		Δh_p	-1,9	-2,6							h_c		$A_c - \frac{\Delta A_c}{2}$	
		Δh_t	+0,1	+0,1		Полярная			I ли- ния	II ли- ния	III линия	IV линия		
		Δh_B	-0,0	-0,0		I погр.		A круг.	75°					
Ист. h		27°12,7	20°20,2			II погр.		ПУ	290°					
Δh_s		-0,7	-			III погр.		A-ПУ	215°					
Прив. b		27°12,0	20°20,2			Σ		Δh	-0.19					
h _c		27°09,5	20°17,2			Прив. h		ΔT	+3° .6					
h - h _c		+2,5	+3,0			φ_0		Δh_c	-0,7					

Графический рисунок примера № 3.3.1.1.



В данном примере решение задачи приведено с детальными пояснениями по этапам.

В последующих примерах пояснения сокращены, а все вычисления объединены в одной схеме, которой следует придерживаться при решении подобных задач. Последовательность действий в основном остается прежней.

3.3.2. Определение места судна по одновременным наблюдениям трех и четырех светил

Порядок действий при определении места судна по наблюдениям трех или четырех светил соблюдается такой же, как и по двум светилам.

Вместе с тем необходимо указать на некоторые особенности и отличия в определении места при решении задач трех и четырех высотных линий положения.

Для определения места судна по трем влп наилучшим расположением светил на небосводе является нахождение их по всему горизонту со смежными разностями азимутов $\Delta A = 110^\circ - 130^\circ$. При этом желательно также соблюдать принцип равенства условий наблюдений по величинам высот выбранных светил, их яркости и уверенности в распознавании, по освещенности горизонта под светилами и некоторым другим условиям.

Однако на практике может сложиться такая ситуация, когда светила будут наблюдаться только в одной части горизонта со смежными разностями азимутов $\Delta A = 30^\circ - 60^\circ$ и по разным причинам не могут быть выполнены условия равенства наблюдения светил, что естественно не может не привести к появлению дополнительных погрешностей. При графическом построении трех рассчитанных элементов влп в большинстве случаев образуется треугольник погрешностей, обусловленный неточностями в определении поправок для исправления измеренных высот и погрешностями в процессе наблюдения светил.

Исследование воздействия погрешностей измерений и обработки выполняется по аналитическому методу наименьших квадратов (Метод наименьшей квадратичной формы разработан профессором, капитаном дальнего плавания В.Т.Кондрашиным в 1966 году - Н.В.). Обоснование данного метода изучается в разделе математической обработки и анализа навигационной информации по дисциплине "Математические основы судовождения".

В практике морской астронавигации этот метод имеет достаточно простую графоаналитическую интерпретацию для определения места и оценки его точности при различных соотношениях погрешностей влп.

В реальных условиях астронавигационных определений типичным фактом является то, что влп отягощены наличием как случайных, так и систематических погрешностей без существенного преобладания какой-либо из них.

Если величина треугольника погрешностей обусловлена случайными погрешностями, то вероятное место судна находится внутри треугольника на пересечении антимедиан (антимедиана - прямая, симметричная медиане относительно биссектрисы угла).

В случае преобладания систематических погрешностей вероятное место судна принимается в точке пересечения астрономических биссектрис как внутри треугольника погрешностей при расположении светил по всему горизонту, так и вне площади треугольника при расположении светил по одну сторону горизонта.

Астрономические биссектрисы строят в вершинах треугольника, где сначала проводят направления на светила и образовавшиеся между ними углы делят пополам.

Обычно не представляется возможным определить в результате действия каких погрешностей (случайных или систематических) возникла фигура погрешностей. Размеры сторон треугольника не могут служить критерием для их установления и поэтому можно полагать, что систематические и случайные погрешности действуют совместно.

Для отыскания вероятнейшего места судна в условиях совместного действия погрешностей с л е д у е т:

1. Определить методом антимедиан или методом вероятных поправок место судна M_1 , исключаящее действие случайных погрешностей.

2. Определить методом построения астрономических биссектрис место судна M_2 , исключаящее действия систематических погрешностей.

3. Отыскать вероятнейшее место судна M_0 , свободное как от случайных, так и от систематических погрешностей, которое располагается на середине отрезка прямой, соединяющей места судна в точках M_1 и M_2 . Такое построение обязательно для случая, когда три светила расположены по одну сторону горизонта. Если светила расположены по всему горизонту, то точки M_1 и M_2 будут располо-

жены близко друг к другу и обсервованное место обычно принимают на пересечении астрономических биссектрис.

Следует считать оправданным как теоретически, так и практически, что при малых размерах фигуры погрешностей (стороны треугольника менее 1 - 1,5 мили) независимо от расположения светил по горизонту вероятнейшее место судна можно принимать внутри треугольника.

В средних условиях определение места судна по высотам трех светил обеспечивается с погрешностью 1,5 - 3 мили при общих затратах времени на обработку табличным способом до 40 минут.

Точность обсервованного места как правило оценивается величиной средней квадратической погрешности (СКП) M_0 :

- при расположении светил по всему горизонту $M_0 = 1,2 m_n$;
- при расположении светил по одну сторону горизонта СКП может иметь значительные величины: $M_0 = 1,4 - 2,4 m_n$.

Более подробно характеристика метода изложена в учебном пособии “Определение поправок курсоуказателей и порядок выполнения обсерваций по высотным линиям положения” (Верюжский Н.А., Сидоров В.И., изд. МГАВТ, 2000 г.).

Для получения наиболее точной и надежной обсервации измеряют высоты **четырёх светил**. Направления на светила выбирают по всему горизонту как правило со смежными разностями азимутов около 90° ($\Delta A = 90^\circ$).

Такое требование следует из того, что при расположении всех четырех наблюдаемых светил в пределах одной половины горизонта существенного выигрыша по точности результата по сравнению с задачей трех высот не получается.

Однако на практике такое требование трудно выполнить, поэтому вполне допустимо иметь разности азимутов смежных светил около $80^\circ - 110^\circ$ ($\Delta A = 80^\circ - 110^\circ$), соблюдая принцип равенства условий наблюдений.

После приведения вли к одному месту наблюдений при их графическом построении также образуется фигура (четырёхугольник) погрешностей, форма и размеры которой зависят от азимутов светил и погрешностей линий положения.

Как и в задаче трех высот, обсервованное место определяется штурманом графоаналитическим способом.

Если соблюдаются необходимые условия подбора светил по все-

му горизонту с требуемой разницей азимутов смежных светил при равноточных влп, то допустимо вероятное место судна определить в пересечении разностных линий, проведенных через середины симметрично расположенных противоположных сторон образовавшегося четырехугольника погрешностей.

Точность обсервованного места судна по высотам при оптимальном выборе четырех светил может определена по формуле:

$$M_0 = m_n$$

В средних условиях определение места судна при использовании навигационного секстана по высотам четырех светил обеспечивается с погрешностью 1 - 1,5 мили. Время, затрачиваемое на обработку в зависимости от используемых вычислительных средств при уверенной работе оператора, составляет 30 - 60 мин.

Пример 3.3.2.1.

Дано: 15.04.98г. Балтийское море. $T_c = 20^h 10^m$; $OL = 48,4$;

$\varphi_c = 59^{\circ}31',2$ N; $\lambda_c = 20^{\circ}48',5$ E; ПУ = 210° ; $V = 10$ узл.;

$\Delta_{oc} = + 2',8$;

$U_{xp} = + 3^m 13^s$; $tv = + 12^{\circ}$; $B_p = 750$ мм рт.ст. Измерение видимого горизонта произведено наклономером $d = - 6',0$.

Судовое время, отчет лага и счислимые координаты судна определены на средний момент измерения высоты второго светила * α Малого Пса (Процион).

Дополнительные данные для выполнения расчетов по оценке точности обсервации: $m_{h\text{ изм}} = \pm 1',2$; $m_{обр} = 0',5$.

Выполнены наблюдения высот трех звезд (по пять измерений каждого светила) и получены следующие данные:

* α Сев. Короны, Альфакка, № 111, $T_{xp\text{ ср}} = 19^h 04^m 34^s$;
 $OC_{cp} = 26^{\circ}51',4$;

* α Малого Пса, Процион, № 55, $T_{xp\text{ ср}} = 19^h 07^m 10^s$;
 $OC_{cp} = 28^{\circ}47',9$;

* α Кассиопеи, Шедар, № 6, $T_{xp\text{ ср}} = 19^h 11^m 38^s$; $OC_{cp} = 29^{\circ}40',6$.

Определить координаты и оценить точность обсервованного места судна с прокладкой влп на бланке формы Ш -8б.

Решение. Расчеты и графические построения выполнены на бланке формы Ш-8б в последовательности, изложенной в п.3.3.1.

Расчеты судового времени продолжительности навигационных сумерек приведены в примере 1.5.2.2. Подбор светил для наблюдений выполнен в примере 1.6.3.2.

Ответ: Обсервованные координаты судна:

$$\varphi_0 = 59^{\circ}27',4 \text{ N}; \lambda_0 = 20^{\circ}55',4 \text{ E.}$$

Невязка: $C = 137^{\circ} - 5,3$ мили;

$M_0 = \pm 0',9$ мили; предельная СКП = $\pm 1',8$ мили.

Пример 3.3.2.2.

Дано: 19.10.98г. Средиземное море. $T_c = 5^{\text{ч}}15^{\text{м}}$; $ОЛ = 37,1$;

$\varphi_c = 36^{\circ}20',8 \text{ N}$; $\lambda_c = 21^{\circ}19',2 \text{ E}$; $ПУ = 110^{\circ}$; $V = 10$ узл.;

$\Delta_{oc} = + 1',4$;

$U_{xp} = - 4^{\text{м}}54^{\text{с}}$; $t_b = +18^{\circ}$; $B_B = 740$ мм рт.ст. Высота глаза наблюдателя $e = 11,9$ м.

Судовое время, отчет лага и счислимые координаты судна определены на средний момент измерения высоты четвертого светила * α Персея (Мирфак).

Дополнительные данные для выполнения расчетов по оценке точности обсервации: $m_{\text{н изм}} = \pm 1',2$; $m_{\text{обр}} = \pm 0',3$.

Выполнены наблюдения высот четырех звезд (по три измерения каждого светила) и получены следующие данные:

* α Б.Медведицы, Дубхе, № 72, $T_{xp\text{cp}} = 4^{\text{ч}}08^{\text{м}}34^{\text{с}}$; $OC_{cp} = 47^{\circ}21',4$;

* α Льва, Регул, № 67, $T_{xp\text{cp}} = 4^{\text{ч}}11^{\text{м}}29^{\text{с}}$; $OC_{cp} = 45^{\circ}29',1$;

* β Ориона, Ри гель, № 27, $T_{xp\text{cp}} = 4^{\text{ч}}16^{\text{м}}21^{\text{с}}$; $OC_{cp} = 35^{\circ}51',4$;

* α Персея, Мирфак, № 20, $T_{xp\text{cp}} = 4^{\text{ч}}20^{\text{м}}07^{\text{с}}$; $OC_{cp} = 44^{\circ}36',2$.

Определить координаты и оценить точность обсервованного места судна с прокладкой влп на бланке формы Ш -8а.

Решение. Расчеты и графические построения выполнены на бланке формы Ш-8а в последовательности, изложенной в п.3.3.1.

Расчеты судового времени продолжительности навигационных сумерек приведены в примере 1.5.2.1. Подбор светил для наблюдений выполнен в примере 1.6.3.1. Порядок расчета часового угла и склонения для четвертого светила α Персея (Мирфак) изложен в примере 1.3.1.1. Приведение высот светил к моменту измерения высоты четвертого светила и расчет переносов для каждой влп показан в примере 3.2.1.1.

Ответ: Обсервованные координаты судна:

$$\varphi_0 = 36^{\circ}20',8 \text{ N}; \lambda_0 = 21^{\circ}21',0 \text{ E.}$$

Невязка: $C = 90^{\circ} - 1,4$ мили;

$M_0 = \pm 0',75$ мили; предельная СКП = $\pm 1',5$ мили.

Таблица расчетов приведена на стр. 110 и 111.

Пример 3.3.2.1.

15.04.1998г.

$\varphi_1=59^{\circ}31'2''$ N $\varphi_2=-$ $d=-6'0''$ $t_0=+12^{\circ}\text{C}$

$\text{ол}_1=48,4$ $\text{ол}_2=-$

Район Балтийское море

$\lambda_1=20^{\circ}48'5''$ E

$\lambda_2=-$

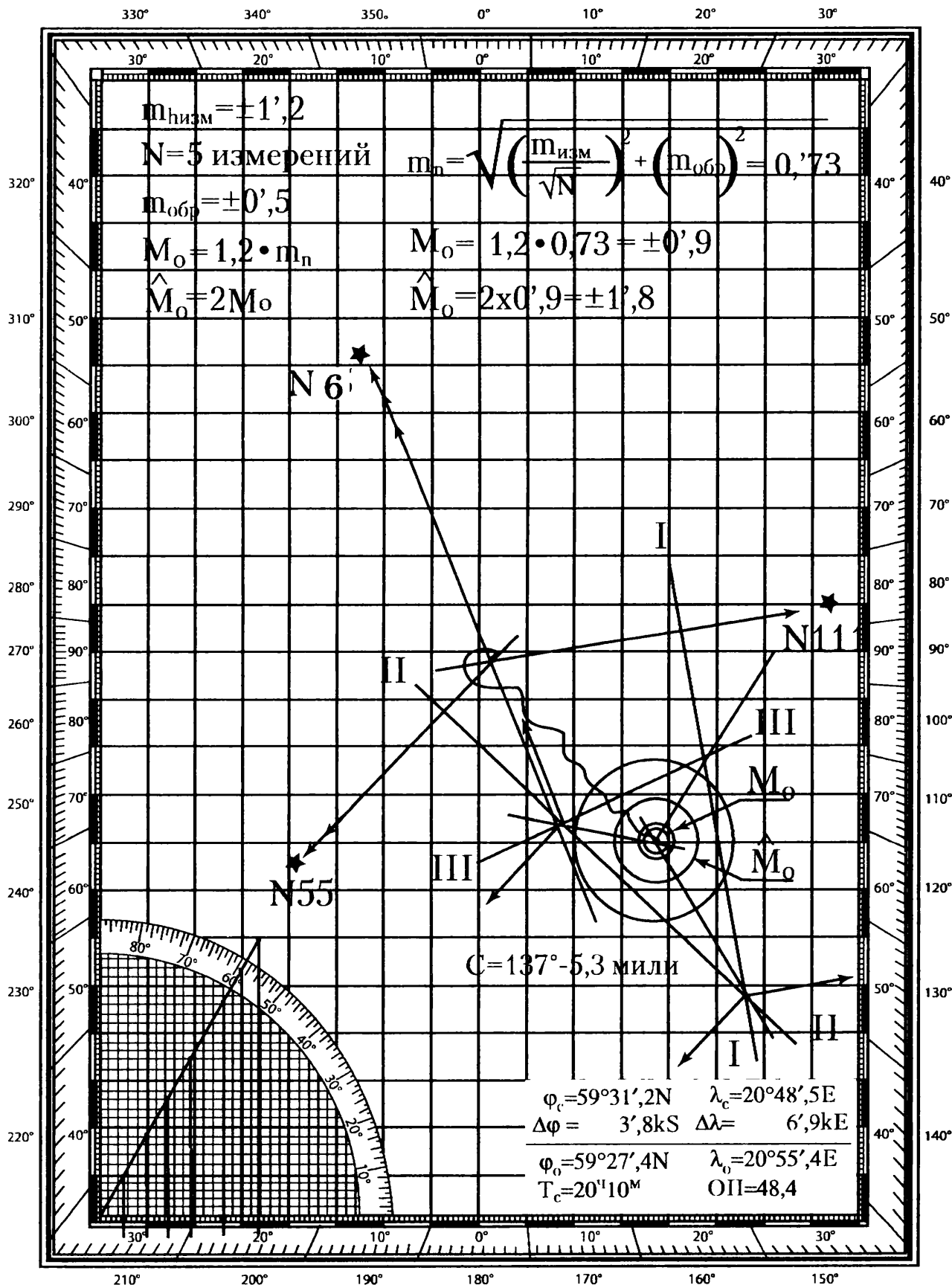
$V=10$ узл.

$B_0=750$ мм рт. ст.

Бланк формы ш-8Б

				δ N	$26^{\circ}43'2''$	T (δ)	64763	I линия			
				t E	$82^{\circ}09'9''$	+ S (t)	17309	T(t)	87952		
Приб. T_c				x N	$74^{\circ}50'9''$	T (x)	82072	S(x)	11655		
$\frac{O-}{W+}$				φ N	$59^{\circ}31'2''$			T(p) + S(y)	76297		
Приб. $T_{гp}$				$90^{\circ} + (x-\varphi)$	$105^{\circ}19'7''$				11557	T (y)	81967
Дата				A_c	$82^{\circ}1\text{NE}$			T(a)	87854	S (a)	17212
$T_{гp}$				h_c	$26^{\circ}41'7''$					T (h)	64755
$u_{гp}$				δ N	$5^{\circ}13'6''$	T (δ)	49951	II линия			
$T_{гp}$				t W	$37^{\circ}20'5''$	+ S (t)	1992	T(t)	68375		
t_T				x N	$6^{\circ}33'8''$	T (x)	51943	S(x)	57		
Δt				φ N	$59^{\circ}31'2''$			T(p)	68318		
$\Delta_2 t$				$90^{\circ} + (x-\varphi)$	$142^{\circ}57'4''$			+ S(y)	1958	T (y)	68281
$t_{гp}$				A_c	$43^{\circ}05' \text{SW}$	$A_{гp}$	223.5	T(a)	70276	S (a)	2792
$\frac{O+}{H-}$				h_c	$28^{\circ}41'5''$					T (h)	65489
t_k				δ N	$56^{\circ}31'5''$	T (δ)		III линия			
t^*				t W	$143^{\circ}10'1''$	+ S (t)		T(t)	68214		
t_*				x N	$117^{\circ}53'4''$	T (x)		S(x)	6599		
t^2				φ N	$59^{\circ}31'2''$			T(p)	61615		
Δ				$90^{\circ} + (x-\varphi_c)$	$148^{\circ}22'2''$			+ S(y)	1397	T (y)	66516
δ_T				A_c	$22^{\circ}04' \text{NW}$	$A_{гp}$	337.6	T(a)	63012	S (a)	679
$\Delta\delta$				h_c	$29^{\circ}40'0''$					T (h)	65837
δ				δ		T (δ)		IV линия			
Отсчет				t		+ S (t)		T(t)			
$i+s$				x		T (x)		S(x)			
Изм. h				φ				T(p)			
Δh_d				$90^{\circ} + (x-\varphi_c)$				+ S(y)		T (y)	
Вид. h				A_c				T(a)		S (a)	
Поправки	Δh_p	-1'9	-1'8	-1'7	h_c					T (h)	
	Δh_t	+0.0	+0.0	+0.0	Полярная		I ли- ния	II ли- ния	III линия	IV линия	
	Δh_B	+0.0	+0.0	+0.0	I попр.	A круг.	82°		337.6		
Ист. h	$26^{\circ}46'3''$	$28^{\circ}42'9''$	$29^{\circ}35'7''$	II попр.	ПУ	210°		210°			
Δh_s	-0'3	-	+0'5	III попр.	A-ПУ	128		127.6			
Прив. h	$26^{\circ}46'0''$	$28^{\circ}42'9''$	$29^{\circ}36'2''$	Σ	Δh	-0'1		-0'1			
h_c	$26^{\circ}41'7''$	$28^{\circ}41'5''$	$29^{\circ}40'0''$	Прив h	ΔT	+2'6		-4'6			
$h-h_c$	+4'3	+1'4	-3'8	φ_0	Δh_s	-0.3		+0.5			

Графический рисунок примера № 3.3.2.1.



Пример 3.3.2.2.

ПУ=110°

Бланк формы ш-8А

19.10.1998г.

$\varphi_1 = 36^{\circ}20'8''$ N

$\varphi_2 = -$

$e = 11.9$ м.

$\zeta_g = +18^{\circ}C$

$OL_1 = 37.1$

$OL_2 = -$

Район: Средиземное море

$\lambda_1 = 21^{\circ}19'2''$ E

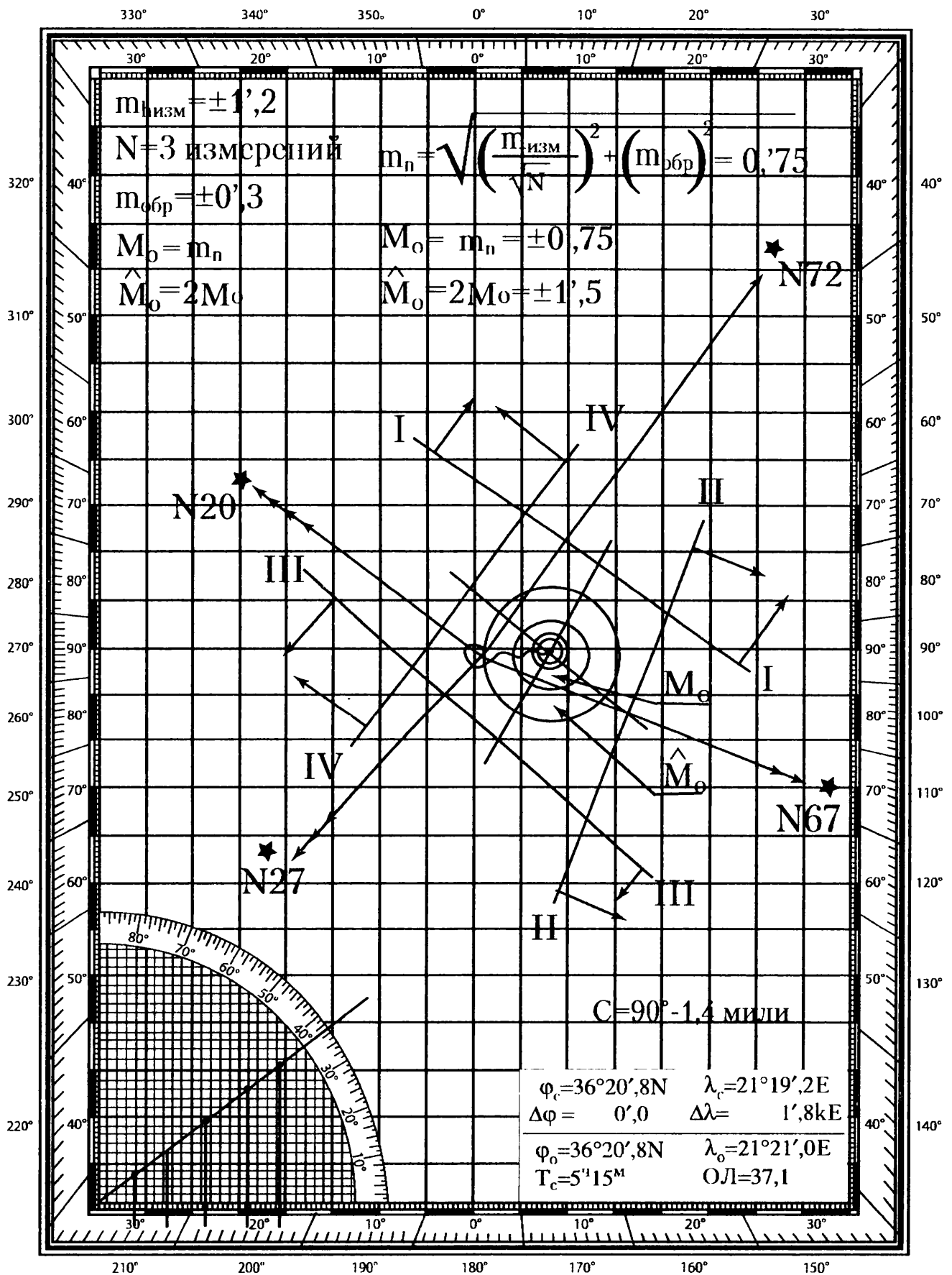
$\lambda_2 = -$

$V = 10$ узл.

$B_g = 740$ мм рт. ст.

	Дубхе №72 α Б. Медведицы	Регул №67 α Льва	Ригель №27 β Ориона	Мирфак №20 α Персея	I линия		$\sin^2 \frac{\delta}{2} = \sin^2 \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \sin^2 \frac{\lambda_1 - \lambda_2}{2}$							
	I линия	II линия	III линия	IV линия	tg	lg	lg	lg	lg	lg	lg			
Приб. T _c	-	-	-	5° 15'	t E	56° 13' 7	-	-	sin ²	9.34646	sin	9.91974		
№ $\frac{\lambda_1 - \lambda_2}{2}$				01	φ_1 N	36° 20' 8			cos	9.90604	-			
					δ N	61° 45' 4			cos	9.67506	cos	9.67506		
Приб. T _p				4° 15'	$\varphi_1 - \delta$	25° 24' 6	sin ²	8.68457	Σ	8.92756	-			
Дата				19.10.98	Прив. h	4716.3 А	0.24299	α	0.19632	sec	h _c	0.16802		
T _{хр}	4° 08' 34"	4° 11' 29"	4° 16' 21"	4° 20' 07"	h _c	47° 13' 3			sin ² $\frac{\delta}{2}$	9.12388	sin	9.76282		
Ц _p	-4° 54'	-4° 54'	-4° 54'	-4° 54'	h - h _c	+3' 0			z _c	42° 46' 7	A _c	35.4 NF		
T _p	4° 03' 40"	4° 06' 35"	4° 11' 27"	4° 15' 13"	II линия		lg		lg		lg			
t _r	87° 25' 8	87° 25' 8	87° 25' 8	87° 25' 8	t E	41° 40' 2	-		sin ²	9.10211	sin	9.82272		
Δ _t	0° 55' 2	1° 39' 0	2° 52' 2	3° 48' 9	φ_1 N	36° 20' 8			cos	9.90604	-			
Δ _t	-	-	-	-	δ N	11° 58' 5			cos	9.99044	cos	9.99044		
t _p	88° 21' 0	89° 04' 8	90° 18' 0	91° 14' 7	$\varphi_1 - \delta$	24° 22' 3	sin ²	8.64891	Σ	8.99859	-			
$\lambda_1 - \lambda_2$	+21° 19' 2	21° 19' 2	21° 19' 2	21° 19' 2	Прив. h	4524.9 АГ	0.34968	α	0.16047	sec	h _c	0.15326		
					h _c	45° 21' 6			sin ² $\frac{\delta}{2}$	9.15906	sin	A _c	9.96642	
t _n	109° 40' 2	110° 24' 0	111° 37' 2	112° 53' 9	h - h _c	+3' 3			z _c	44° 38' 4	A _c	67° 8 SE A _p = 112° 2		
t _n	194° 06' 1	207° 55' 8	281° 22' 8	308° 56' 2	III линия		lg		lg		lg			
t _n	303° 46' 3	318° 19' 8	33° 00' 0	61° 30' 1	t W	33° 00' 0	-		sin ²	8.90668	sin	9.73611		
t _n	56° 13' 7	41° 40' 2	-	-	φ_1 N	36° 20' 8			cos	9.90604	-			
Δ	-	-	-	-	δ N	8° 12' 2			cos	9.99553	cos	9.99553		
δ _T	61° 45' 4"	11° 58' 5"	8° 12' 2"	49° 51' 3"	$\varphi_1 - \delta$	44° 33' 0	sin ²	9.15740	Σ	8.80825	-			
Δδ	-	-	-	-	Прив. h	35° 45' 2 α	0.16063	A _c	0.34915	sec	h _c	0.09059		
δ	-	-	-	-	h _c	35° 44' 0	9.31803		sin ² $\frac{\delta}{2}$		sin	A _c	9.82223	
Отсчет	47° 21' 4	45° 29' 1	35° 51' 4	44° 36' 2	h - h _c	+1' 2	54° 16' 0	z _c		A _c	41° 6 SW A _p = 221° 6			
i + s	+1' 4	+1' 4	+1' 4	+1' 4	IV линия		lg		lg		lg			
Изм. h	47° 22' 8	45° 30' 5	35° 52' 8	44° 37' 6	t W	61° 30' 1	-		sin ²	9.41736	sin	9.94391		
Δh _c	-6' 1	-6' 1	-6' 1	-6' 1	φ_1 N	36° 20' 8			cos	9.90604	-			
Вид. h	47° 16' 7	45° 24' 4	35° 46' 7	44° 31' 5	δ N	49° 51' 3			cos	9.80937	cos	9.80937		
Поправки	Δh _p	-0' 9	-1' 0	-1' 3	-1' 0	$\varphi_1 - \delta$	13° 30' 5	sin ²	8.14087	Σ	9.13277	-		
						Прив. h	4430.5 АГ	0.99190	α	0.04214	sec	h _c	0.14669	
	Δh _t	+0' 0	+0' 0	+0' 0	-0' 0	h _c	44° 29' 5			sin ² $\frac{\delta}{2}$	9.17491	sin	A _c	9.89997
						h - h _c	+1' 0			z _c	45° 30' 5	A _c	52.6 NW A _p = 307° 4	
Δh _B	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	Полярная		I линия	II линия	III линия	IV линия				
					I попр	A круг	35°	112°	222°					
					II попр	ПУ	110°	110°	110°					
Ист. h	47° 15' 8	45° 23' 4	35° 45' 4	44° 30' 5	III попр	A-ПУ	75	2	112					
					Σ	Δh	+0.045	+0.17	-0.06					
Δh _c	+0.5	+1.5	-0.2	-	Прив. h	ΔT	+11° 5	+8° 6	+3° 8					
Прив. h	47° 16' 3	45° 24' 9	35° 45' 2	44° 30' 5	φ_1	Δh _c	+0' 5	+1' 5	-0' 2					

Графический рисунок примера № 3.3.2.2.



3.3.3. Определение места судна по одновременным наблюдениям нескольких светил, одна из которых является Полярная звезда

Отличительной особенностью данного способа является то, что по измеренной высоте Полярной звезды производится расчет обсервованной широты φ_0 , при графическом построении параллель которой можно считать линией положения. Элементами данной линии положения являются перенос n , равный разности широт: $n = \Delta\varphi = \varphi_0 - \varphi_c$ и азимут Полярной звезды A_c , расчеты которых носит упрощенный характер, чем достигается значительный выигрыш времени при получении обсервованного места судна.

Полярная звезда (α Малой Медведицы) находится вблизи Северного полюса P_N . Для определения широты по наблюдениям Полярной необходимо истинную высоту $h_{ист}$ исправить тремя поправками и получить значение величины полюса: $\varphi_0 = h_{ист} + I + II + III$. (Здесь Приложение № 3)

Поправки выбираются из трех таблиц, помещенных в МАЕ “Широта по высоте Полярной” (стр.277 - 280). Основным аргументом для входа в таблицы служит местный часовой угол точки Овна t_M^Y . Для отыскания второй и третьей поправок дополнительными аргументами являются: истинная высота светила $h_{ист}$ (II поправка); дата наблюдений (III поправка).

Значение азимута Полярной в полукруговом счете NW или NE определяется по таблице “Азимут Полярной” (стр. 276, МАЕ) также по аргументу местного часового угла точки Овна t_M^Y . Выбранный азимут путем интерполяции рассчитывается с точностью до десятых долей градуса и переводится в круговой счет $A_{кр}$. (Здесь Приложение № 4)

При одновременном наблюдении с Полярной двух и более светил их элементы высотных линий положения рассчитываются обычным порядком. Окончательные координаты обсервации определяют относительно полученной фигуры погрешностей известными способами. Анализ результатов определения места и оценка точности обсервации производится по тем же правилам, что и в общем случае определения места при одновременном наблюдении нескольких светил.

Пример 3.3.3.1.

Дано: 21.11.98г. Атлантический океан. $T_c = 5^h56^m$; $OL = 62,4$;
 $\varphi_c = 38^{\circ}44',6$ N; $\lambda_c = 11^{\circ}16',3$ W; ПУ = 300° ; $V = 12$ узл.;
 $\Delta_{oc} = + 4',3$;

$U_{xp} = + 2^m 08^c$; $t_v = + 5^0 C$; $V_B = 740$ мм рт.ст. Высота глаза наблюдателя $e = 10,5$ м.

Судовое время, отчет лага и счислимые координаты судна определены на средний момент измерения высоты третьего светила - Полярной звезды.

Дополнительные данные для выполнения расчетов по оценке точности обсервации: $m_{h \text{ изм}} = \pm 1',2$; $m_{\text{обр}} = \pm 0',3$.

Выполнены наблюдения высот трех светил (по пять измерений каждого) и получены следующие данные:

планета Марс, $T_{xp \text{ ср}} = 6^h 43^m 41^c$; $OC_{cp} = 46^0 30',7$;

* α Малого Пса, Процион, № 55, $T_{xp \text{ ср}} = 6^h 49^m 09^c$;
 $OC_{cp} = 42^0 45',2$;

* Полярная, $T_{xp \text{ ср}} = 6^h 53^m 54^c$; $OC_{cp} = 38^0 30',0$.

Определить координаты и оценить точность обсервованного места судна с прокладкой влп на бланке формы Ш -8б.

Решение. Расчеты и графические построения выполнены на бланке формы Ш-8б в последовательности, изложенной в п.3.3.1.

Ответ: Обсервованные координаты судна:

$\varphi_0 = 38^0 45',3$ N; $\lambda_0 = 11^0 12',7$ W.

Невязка: $C = 76^0 - 3,0$ мили;

$M_0 = \pm 0',74$ мили; предельная СКП = $\pm 1',5$ мили.

3.3.4. Определение места судна по разновременным наблюдениям светил

В светлое время суток обычно имеется возможность наблюдать одно светило - Солнце. После измерения высоты Солнца в первое наблюдение необходимо выждать перемещение видимого места Солнца на небосводе, чтобы его азимут изменился как минимум на $40^0 - 50^0$, и произвести повторное его наблюдение. Рассчитанные влп влп выполненных наблюдений пересекутся под углом равным разности азимутов ΔA Солнца. Наблюдения высот светил, разделенные большим временным интервалом называются **разновременными**, а полученное место называют **счислимо-обсервованным**.

При неблагоприятных погодных условиях случается так, что удается получить только одну высотную линию положения. Тогда допустимо использовать разновременное наблюдение светил: в сумерки - одно наблюдение - звезды или планеты, а в светлое время - другое наблюдение - Солнца. При этом следует помнить, что на-

Пример 3.3.3.1.

21.11.1998г.

$\varphi_1 = 38^\circ 44' 6''$ N

$\varphi_2 = -$

$e = -10.5$ м.

$t_b = +5^\circ$ C

$ол_1 =$

$ол_2 = -$

Район: Атлантический океан

$\lambda_1 = 11^\circ 16' 3''$ W

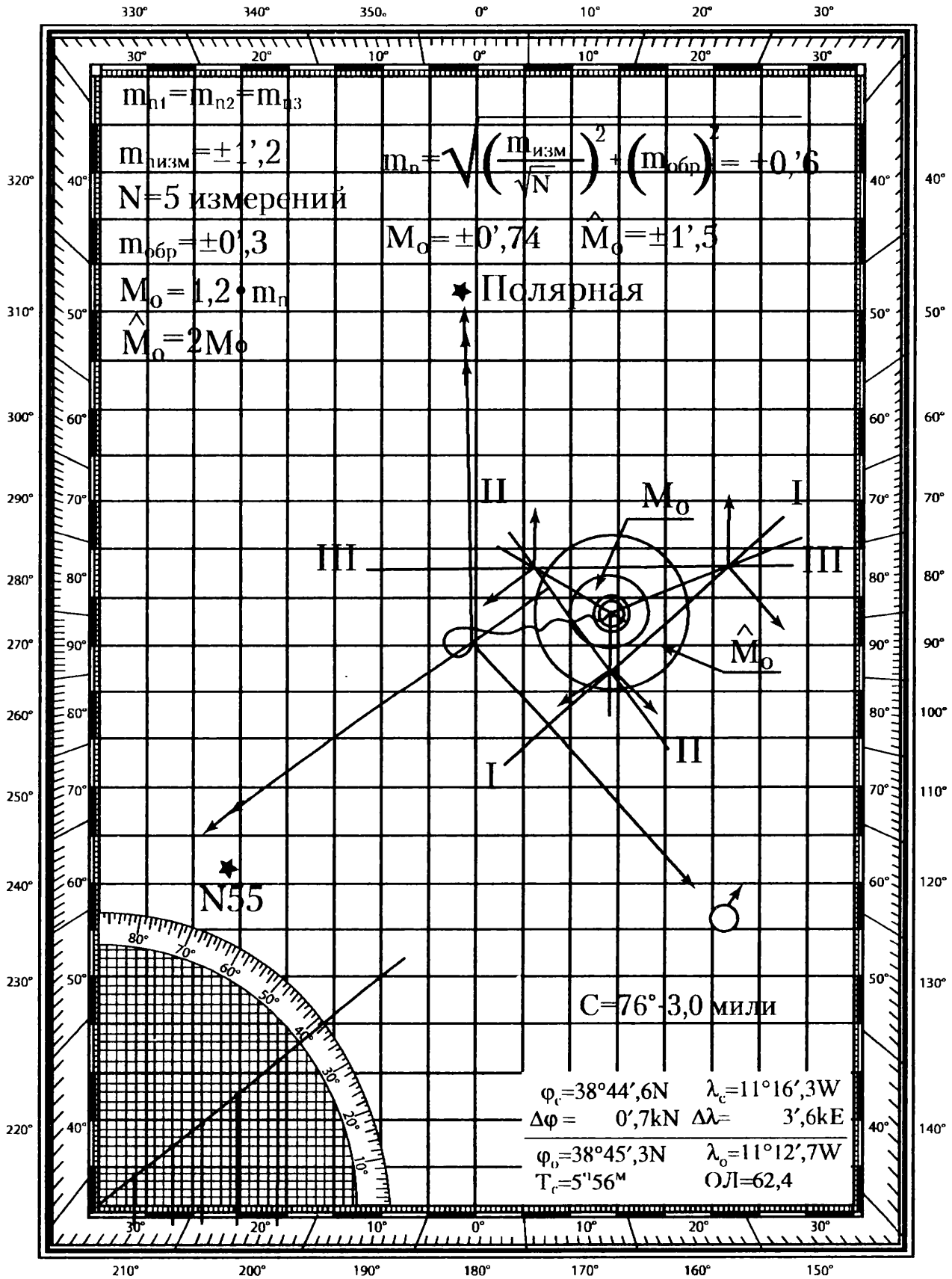
$\lambda_2 = -$

$V = 12$ узл.

$B_b = 740$ мм рт. ст.

		Марс σ	Процион * №55 α М. Пса	* Полярная		δ N	$2^\circ 52'.8$	T (δ) + S (t)	44758	Марс I линия			
		I линия	II линия	III линия	IV ли- ния	t E	$27^\circ 12'.6$		1019	T(t)	64947		
Приб. T _c		-	-	$5^\circ 56''$		x N	$3^\circ 14'.3$	T(x)	45777	S(x)	14		
№ $\frac{O \dots}{W +}$				$\oplus 1$		φ_c N	$38^\circ 44'.6$			T(p) + S(y)	64933		
Приб. T _r				$6^\circ 56''$		$900 +$ (x- φ_c)	$125^\circ 30'.3$				4720	T(y)	73658
Дата				21.11.98		A _c	$41^\circ 5$ SE	A _{xp}	138. ⁹⁵	T(a)	69653	S(a)	2507
T _{xp}		$6^\circ 43' 41''$	$6^\circ 49' 09''$	$6^\circ 53' 54''$		h _c	$46^\circ 24.2$					T(h)	71151
u _{xp}		$+2^\circ 08''$	$+2^\circ 08''$	$+2^\circ 08''$		δ N	$5^\circ 13'.6$	T (δ) + S (t)	49951	Процион II линия			
T _{rp}		$6^\circ 45' 49''$	$6^\circ 51' 17''$	$6^\circ 56' 02''$		t W	$36^\circ 48'.7$		1931	T(t)	68208		
t _r		$332^\circ 35'.6$	$150^\circ 02'.3$	$150^\circ 02'.3$		x N	$6^\circ 31'.0$	T(x)	51882	S(x)	56		
$\Delta_1 t$		$11^\circ 26'.5$	$12^\circ 51'.4$	$14^\circ 02'.8$		φ_c N	$38^\circ 44'.6$			T(p) + S(y)	68150		
$\Delta_2 t$		+1.6	-	-		$900 +$ (x- φ_c)	$122^\circ 13'.6$				5461	T(y)	74733
t _{rp}		$344^\circ 03'.7$	$162^\circ 53'.7$	$164^\circ 05'.1$		A _c	$54^\circ 4$ SW	A _{xp}	234. ⁹⁴	T(a)	73613	S(a)	4690
$\lambda \frac{O +}{W -}$		$\ominus 11^\circ 16'.3$	$\ominus 11^\circ 16'.3$	$\ominus 11^\circ 16'.3$		h _c	$42^\circ 45'.2$					T(h)	70043
t _y		-	$151^\circ 37'.4$	$152^\circ 48'.8$				T (δ) + S (t)		Полярная III линия			
t*		-	$245^\circ 11'.3$	-						T(t)			
t _w		$332^\circ 47'.4$	$36^\circ 48'.7$	-		φ_0 N	$38^\circ 46'.2$	T(x)		S(x)			
t _b		$27^\circ 12'.6$	-	-		φ_c N	$38^\circ 44'.6$			T(p)			
Δ		$+2'.1$	-	-		$\Delta\varphi_c =$	+1.6 (kN)			T(p) + S(y)		T(y)	
Δ		$-0'.5$	-	-								T(y)	
δ_1		$2^\circ 53'.2''$	$5^\circ 13'.6''$	-						T(a)		S(a)	
$\Delta\delta$		-0.4	-	-								T(h)	
δ		$2^\circ 52'.8''$	-	-		δ		T (δ) + S (t)		IV линия			
Отсчет		$46^\circ 30'.7$	$42^\circ 45'.2$	$38^\circ 30'.0$		t				T(t)			
i + s		+4.3	+4.3	+4.3		x		T(x)		S(x)			
Изм. h		$46^\circ 35'.0$	$42^\circ 49'.5$	$38^\circ 34'.3$		φ_c				T(p) + S(y)		T(y)	
Δh_1		-5'.7	-5'.7	-5'.7		$900 +$ (x- φ_c)						T(y)	
Вид h		$46^\circ 29'.3$	$42^\circ 43'.8$	$38^\circ 28'.6$		A _c				T(a)		S(a)	
Поправки	Δh_p	-0'.9	-1'.0	-1'.2		h _c						T(h)	
	Δh_r	+0.1	-	-		Полярная				I ли- ния	II ли- ния	III ли- ния	IV ли- ния
	Δh_v Δh_t	0.0	0.0	0.0		I попр.	+18'.9	A круг.	138. ⁹⁵	234. ⁹⁴			
Ист. h	$46^\circ 28'.5$	$42^\circ 42'.8$	$38^\circ 27'.4$		II попр.	+0.2	ПУ	300 ⁹	300 ⁶				
Δh_2	-1.9	+0.4	-		III попр.	-0.3	A-ПУ	$161^\circ 5$	$65^\circ 6$				
Прив. h	$46^\circ 26'.6$	$42^\circ 43'.2$	$38^\circ 27'.4$		Σ	+18'.8	Δh	-0.19	+0.085				
h _c	$46^\circ 24'.2$	$42^\circ 45'.2$	-		Прив. h	3827.4	ΔT	+10 ⁹ .2	+4 ⁹ .7				
h - h _c	+2'.4	-2'.0	-		φ_0	3846.2	Δh_1	-1'.9	+0'.4				

Графический рисунок примера № 3.3.3.1.



дежную обсервацию можно получить при условии тщательного ведения счисления, измерения наклона видимого горизонта наклономером в обоих случаях, подбора разности азимутов между светилами близкой к 90° и минимального промежутка времени между наблюдениями.

В обычных условиях при определении места по разновременным наблюдениям Солнца также обращается внимание на точность счисления пути судна и уменьшение интервала времени между наблюдениями.

Наибольшая скорость изменения азимута светила происходит при кульминации. С этой целью предварительно, исходя из условий видимого суточного движения Солнца в дневное время, подбираются благоприятные моменты наблюдений до верхней кульминации и после неё. Однако могут подбираться моменты наблюдений Солнца в любое светлое время без учета его кульминации, но при обязательном соблюдении условия изменения азимута не менее чем на 30° . В любом случае первые и вторые наблюдения будут разделены большим промежутком времени. Условия наблюдения при этом могут существенно измениться, что необходимо учитывать в расчетах (поправка хронометра, поправка индекса секстана, температура и давление воздуха, поправка за наклонение видимого горизонта и др.).

В связи с этим каждое разновременное наблюдение можно считать самостоятельным наблюдением светила. Подготовка к каждому наблюдению, выполнение наблюдений и порядок расчетов производится с соблюдением всех требований, предусмотренных для одновременных наблюдений.

Однако следует учитывать особенности обработки результатов наблюдений и определения места судна. Так, элементы каждой **влп** рассчитывают на соответствующий момент наблюдений Солнца. Прокладка **влп** на астрономическом бланке производится по методу приведения расчетных точек относительно координат вторых (последних) наблюдений.

Полученное таким путем место называется **счислимо-обсервованным**, так как точность обсервации будет зависеть не только от астрономических наблюдений и вычислений, но и от точности счисления за промежуток времени между наблюдениями.

После анализа обсервации и оценки точности полученного места принимается решение, как и в других подобных случаях, об учете этого места для дальнейшего счисления о чем производится запись в судовом журнале.

3.3.5. Определение места судна по разновременным наблюдениям Солнца, когда одна из высот измерена в меридиане.

Особенностью данного приема является то, что место судна определяется как по двум, так и по трем линиям положения, когда параллель обсервованной широты, получаемой по измерению меридиональной высоты Солнца, принимается за высотную линию положения. Элементами данной влп являются перенос n , равный разности широт:

$n = \Delta\varphi = \varphi_o - \varphi_c$, и азимут Солнца при прохождении меридиана наблюдателя в верхней кульминации: $A_c = 180^\circ$.

Применение меридиональной высоты для определения места судна позволяет значительно сократить и упростить вычисления при обработке результатов наблюдений. С помощью таблиц ВАС-58, задаваясь необходимой величиной разности азимутов между наблюдениями, можно установить наивыгоднейшее время для измерения высот Солнца до и после кульминации.

Для получения места по двум линиям положения допустимо использовать один из вариантов: первый - определение моментов и измерение высот Солнца до и в момент кульминации; второй - определение моментов и определение высот в момент кульминации Солнца и после неё.

Вместе с тем возможно выбрать третий вариант и определить место по трем линиям положения, что всегда предпочтительнее, чем по двум линиям, однако расходуя на это определение двойной лимит времени.

Таким образом, если позволяют условия плавания и наблюдений, нет оснований отказываться от возможности определения места по трем влп: до кульминации, в момент кульминации по меридиональной выоте и после кульминации.

Особенности такой работы целесообразно рассмотреть на примере.

Пример 3.3.5.1.

Дано: 22.11.98г. Атлантический океан. Следуя постоянным курсом ($ПУ=30^\circ$) и скоростью (12 узл.) и планируя определить место судна по разновременным наблюдениям Солнца, произвели предварительные расчеты по определению момента кульминации T^k_c для счислимых координат: $\varphi_c = 42^\circ,6 N$; $\lambda_c = 10^\circ,6 W$.

Решение:

1. Рассчитать судовое время верхней кульминации Солнца T_c^k (теоретические положения и порядок расчетов изложен в разделе 1.5.):

$$T_M^k = 11^ч 46^м 22.11.98г.$$

$$\begin{array}{r} - \\ \frac{\lambda_{Cw} = + 42^м}{T_{ГР} = 12^ч 28^м 22.11.98г.} \\ + \\ \frac{№_w = - 1}{T_c^k = 11^ч 28^м 22.11.98г.} \end{array}$$

2. Рассчитать благоприятное время выхода на первое и третье наблюдения относительно момента кульминации с помощью таблиц ВАС-58.

С этой целью:

- определить суточное значение склонения Солнца (выбрать из МАЕ или рассчитать устно на дату видимого годового движения по эклиптике (теория и проведение расчетов изложены в учебном пособии “Мореходная астрономия. Теоретический курс (Н.А.Верюжский изд. РКонсульт, 2006 г.) с точностью до целого градуса $\delta = 20^{\circ} S$;

- принять необходимую разность азимутов между наблюдениями $\Delta A = 35^{\circ}$;

- определить азимуты Солнца в момент первых и третьих наблюдений, которые рассчитать по формуле:

$$\text{для первого наблюдения: } A_1 = 180^{\circ} - \Delta A = 180^{\circ} - 35^{\circ} = 145^{\circ};$$

$$\text{для третьего наблюдения: } A_3 = 180^{\circ} + \Delta A = 180^{\circ} + 35^{\circ} = 215^{\circ};$$

- с помощью таблиц ВАС-58 по аргументам: $\varphi = 42^{\circ} N$; $\delta = 20^{\circ} S$ и $A = 135^{\circ}$ (стр. 31, снизу и справа, т.к. φ и δ разноименны) выбрать значение часового угла, которое перевести во временную систему счета: $t_M = 35^{\circ} = 2^ч 20^м$;

- определить судовое время выхода на астронавигационные наблюдения Солнца для измерения высот:

$$\text{первого наблюдения: } T_{c1} = T_c^k - 2^ч 20^м = 11^ч 28^м - 2^ч 20^м = 9^ч 08^м;$$

$$\text{второго наблюдения: } T_{c2} = T_c^k = 11^ч 28^м;$$

$$\text{третьего наблюдения: } T_{c3} = T_c^k + 2^ч 20^м = 11^ч 28^м + 2^ч 20^м = 13^ч 48^м.$$

3. Первое наблюдение: находясь в координатах $\varphi_{C_1} = 42^{\circ}25',4N$; $\lambda_{C_1} = 10^{\circ}23',8 W$ и следуя прежним курсом и скоростью, в $T_{C_1} = 9^h08^m$; ОЛ = 10,6 произвели пять измерений высот нижнего края Солнца: $OC_{CP_1} = 19^{\circ}28',7$; $T_{XP_{CP_1}} = 09^h51^m33^s$.

4. Второе наблюдение меридиональной высоты Солнца за-
мерили в $T_{C_2} = T_C^k = 11^h28^m$; $OC_{CP_2} = 26^{\circ}50',5$ к S; $\varphi_{C_2} = 42^{\circ}49',5 N$;
 $\lambda_{C_2} = 10^{\circ}06',2 W$; ОЛ = 36,4.

5. Третье наблюдение произвели: $T_{C_3} = 13^h48^m$; $\varphi_{C_2} = 43^{\circ}03',6 N$;
 $\lambda_{C_2} = 09^{\circ}48',6 W$; ОЛ = 63,2. Выполнено пять измерений высот ниж-
него края Солнца: $T_{XP_{CP_3}} = 02^h32^m03^s$; $OC_{CP_3} = 18^{\circ}35',1$.

Для всех измерений: $\Delta_{OC} = +2',3$; высота глаза наблюдателя 7,1 м;
 $t_B = +8^{\circ}C$; $V_B = 754$ мм рт.ст.; $U_{XP_1} = 16^m15^s$; $U_{XP_3} = 16^m16^s$.

Дополнительные данные для выполнения расчетов по оценке
точности обсервации: $m_{h_{изм}} = \pm 1',2$; $m_{обр} = \pm 0',5$; все три линии по-
ложения считать равноточными; Коэффициент счисления числить
для плавания в открытом море, $K_c = 1,2$.

Определить координаты и оценить точность счислимо-обсерво-
ванного места судна с прокладкой влп на бланке формы Ш-8.

Расчеты и графические построения выполнены на бланке фор-
мы Ш-8 в последовательности, изложенной в п.3.3.4. для определе-
ния места по разновременным наблюдениям светил.

Ответ: Счислимо-обсервованные координаты судна:

$\varphi_{co} = 43^{\circ}06',0 N$; $\lambda_o = 09^{\circ}47',7 W$.

Невязка: $C = 12^0 - 2,6$ мили;

$M_{co} = \pm 2',9$ мили; предельная СКП = $\pm 5',8$ мили.

3.3.6. Определение места судна по разновременным наблюдени- ям Солнца методом соответствующих высот.

При высотах Солнца больше 75° вблизи кульминации азимут
Солнца меняется настолько быстро, что в течение непродолжитель-
ного периода времени можно применить так называемый комбини-
рованный метод определения обсервованных координат места суд-
на в море:

- широты - по меридиональной (наибольшей) высоте Солнца, ко-
торый рассматривался в предыдущем параграфе;

- долготы - по соответствующим высотам, измеряемым в строго
фиксируемые моменты при азимутах не менее чем $20^{\circ} - 30^{\circ}$ до и по-
сле кульминации Солнца.

Пример 3.3.5.1.

22.11.1998г.

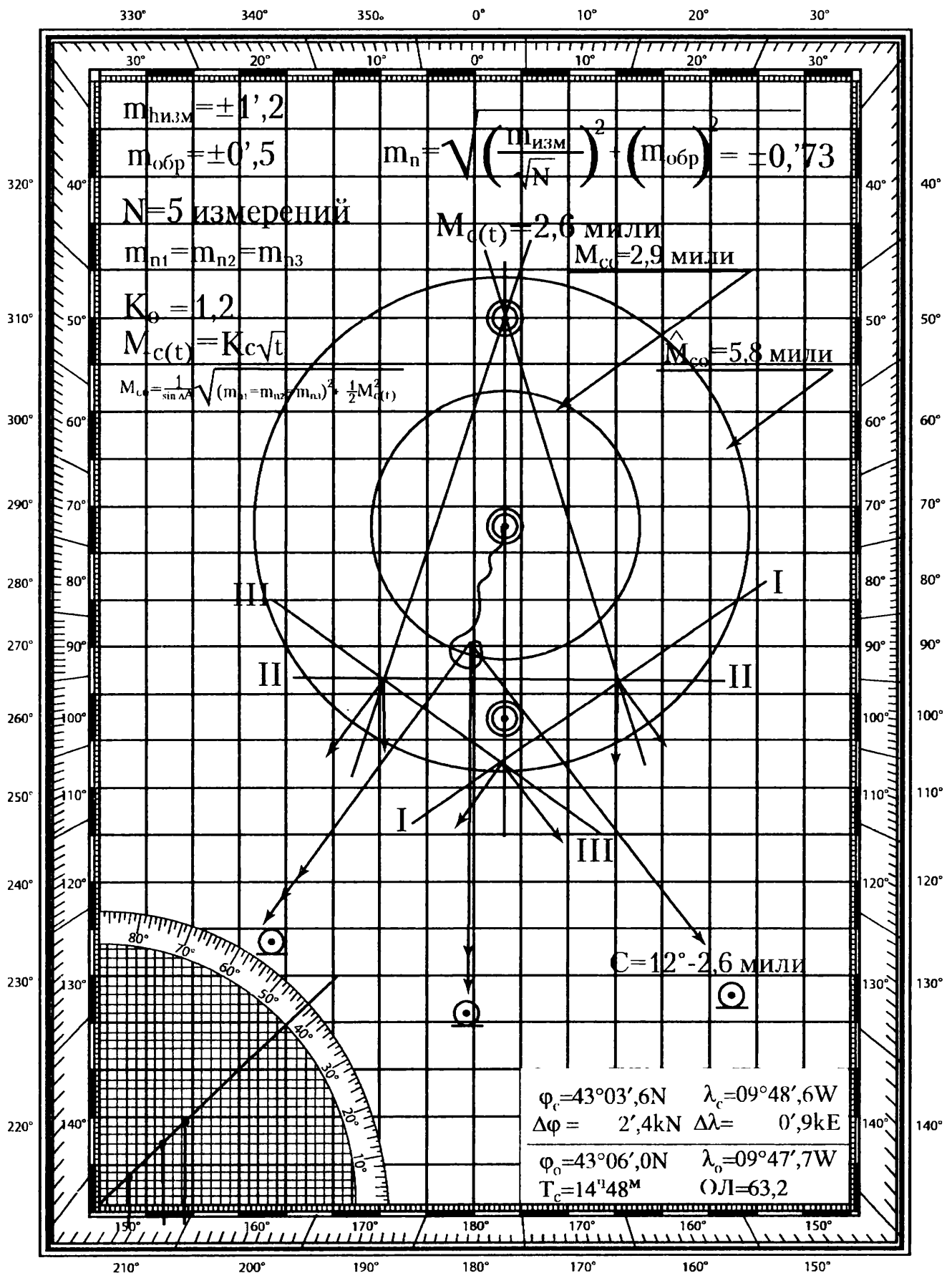
$\varphi_1=42^{\circ}25'4''$ N $\varphi_2=42^{\circ}49'5''$ N $e=10.4$ м. $\varphi_3=43^{\circ}03'6''$ N $\zeta=+8^{\circ}$ С

Район: Атлантический океан $\lambda_1=10^{\circ}23'8''$ W $\lambda_2=10^{\circ}06'2''$ W $V=14$ узл. $\lambda_3=09^{\circ}48'6''$ W $B_s=754$ мм рт. ст.

Бланк формы ш8

	⊙	⊙	⊙		Арг.	Задан.	Табл.	Задан.-Табл.	h	20°04'2	A	145.90
	I линия	II линия	III линия	IV линия	φ S	42°25'4	42°	+25.4	Δh_s	-20.8	ΔA_s	+0.0
Приб. T _c	09° 08"	11° 28"	13° 48"		δ S	20°07.6	20°	+7.6	Δh_s	-6.7	ΔA_s	+0.1
№ $\frac{O}{W+}$	⊕1	⊕1	⊕1		t E	34°57.8	35°	-2.2	Δh_s	+0.9	ΔA_s	+0.0
Приб. T _p	10° 08"	12° 28"	14° 48"		q	153°			Δh_s	-	$\Sigma \Delta A$	+0.1
Дата	22.11.98	22.11.98	22.11.98		φ и δ <i>одно</i> именные				$\Sigma \Delta h$	-26.6	A _c	145.91 NE
T _{св}	09° 51' 33"		02° 32' 03"						h_s	19°37'6	A _{св}	145.91
u _p	+16' 15"		+16' 16"		Арг.	Задан.	Табл.	Задан.-Табл.	h		A	
T _p	10° 07' 48"		14° 48' 19"		φ S		N _s	27°02'5	Δh_s		ΔA_s	
t	333°29'0		33°28'3		δ S		Z N	62 57,5	Δh_s		ΔA_s	
Δt	1°56'9		12°03'9		t E	е	δ S	20 08,8	Δh_s		ΔA_s	
Δt	+0'1		+0'6		q		φ_s N	42 48,7	Δh_s		$\Sigma \Delta A$	
t _p	335°26'0		45°32'8		φ и δ <i>одно</i> <i>разно</i> именные		φ_s N	42°49'5	$\Sigma \Delta h$		A _c	
$\lambda \frac{O+}{W-}$	⊖10°23'8		⊖9°48'6				$\Delta \varphi_s$ S	-0'8	h_s		A _c $\frac{\Delta \lambda_s}{2}$	
t _т	-		-		Арг.	Задан.	Табл.	Задан.-Табл.	h	18°49'7	A	144.93
t'	-		-		φ	43°03'6	43°	+3'6	Δh_s	-2.9	ΔA_s	+0'0
t _с	325°02'2		35°44'2		δ	20°10'1	20°	+10'1	Δh_s	-9,0	ΔA_s	+0'1
t _с	34°57'8				t	35°44'2	36°	-15'8	Δh_s	+6,7	ΔA_s	+0'2
Δ	+0.8	+0.5	+0.8	+0.5	q	153°			Δh_s	-	$\Sigma \Delta A$	+0'3
δ_t	20°07'5S	20°08'6S	20°09'7S		φ и δ <i>одно</i> именные				$\Sigma \Delta h$	-5.2	A _c	144.96 NW
$\Delta \delta$	+0.1	+0.2	+0.4						h_s	18°44'5	A _{св}	215.4
δ	20°07'6S	20°08'8S	20°10'1S		Арг.	Задан.	Табл.	Задан.-Табл.	h		A	
Отсчет	19°28'7	26°50'5	18°35'1		φ				Δh_s		ΔA_s	
i+s	+2'3	+2'3	+2'3		δ				Δh_s		ΔA_s	
Изм. h	19°31'0	26°52'8	18°37'4		t				Δh_s		ΔA_s	
Δh_s	-4'7	-4'7	-4'7		q				Δh_s		$\Sigma \Delta A$	
Вид. h	19°26'3	26°48'1	18°32'7		φ и δ <i>одно</i> <i>разно</i> именные				$\Sigma \Delta h$		A _c	
Поправки	Δh_{p+p}	-2'6	-1'8	-2'7					h_s			
	R ₀	+16'2	+16'2	+16'2	Полярная				I линия	II линия	III линия	IV линия
	$\frac{\Delta h_v}{\Delta h_t}$	+0.0	+0.0	+0.0	I попр.		A круг.					
Ист. h	19°39'9	27°02'5	18°46'2		II попр.		ПУ					
Δh_s	-	-	-		III попр.		A-ПУ					
Прив. h	19°39'9	-	18°46'2		Σ		Δh					
h_s	19°37'6	-	18°44'5		Прив. h		ΔT					
h - h _s	+2'3	-	+1'7		φ_s		Δh_s					

Графический рисунок примера № 3.3.5.1.



Данный прием не требует графического построения на планшете или навигационной карте, а выполняется аналитическим путем. Достаточно прост в теоретическом отношении и расчетах. Однако метод не нашел широкого применения на практике из-за невозможности точно зафиксировать момент прохождения Солнцем меридиана наблюдателя.

Обсервованная широта φ_0 , определенная по меридиональной высоте Солнца, рассчитывается по известной формуле:

$$\varphi_0 = Z \pm \delta.$$

На основании положений первой экваториальной системы координат вытекает возможность определить значение обсервованной долготы из формулы:

$$t_M = t_{GP} \pm \lambda_{W.}^{E+}, \text{ тогда}$$

$$\lambda_0 = t_{GP} - t_M.$$

В момент прохождения Солнца через меридиан наблюдателя местный часовой угол его $t_M = 0^0$, следовательно долгота в западном исчислении будет определяться величиной значения гринвичского часового угла, выбираемого из МАЕ на момент верхней кульминации:

$$\lambda_{0W} = t_{GP},$$

что справедливо для случая, когда судно неподвижно и склонение Солнца не меняется.

На практике получение обсервованной долготы осложняется трудностью фиксирования истинного полудня. Из-за перемещения судна и изменения склонения Солнца суточный путь светила будет симметричным не относительно меридиана наблюдателя, а относительно его наибольшей высоты. Следовательно, местный часовой угол Солнца t_M в данном случае будет соответствовать не меридиональной высоте, а наибольшей высоте h_{max} на величину τ , которую можно определить как часовой угол меридиана наибольшей высоты в момент нахождения Солнца до или после истинного полудня. Тогда обсервованную долготу λ_0 можно определить по формуле: если

$$t_M = \tau, \text{ то } \lambda_{0W} = t_{GP} - \tau \text{ и } \lambda_{0E} = 360^0 - \lambda_{0W}.$$

Значение и знак τ вычисляется по формуле:

$$\tau = 3.8 (\operatorname{tg} \varphi'_0 - \operatorname{tg} \delta) (\Delta - \psi), \text{ где:}$$

φ'_0 - широта, рассчитанная по наибольшей измеренной высоте Солнца;

δ - склонение Солнца, положительно при одноименных φ и δ , и отрицательно при разноименных φ и δ ;

Δ - часовое изменение склонения Солнца, которое выбирается из

МАЕ и имеет знак (+), если Солнце приближается к повышенному полюсу, и при удалении от него имеет знак (-);

ψ - разность широт за один час плавания, определяемая с помощью МТ-75, табл.24, имеет знак (+) при одноименных значениях с широтой и при разноименных значениях имеет знак (-).

Значения величин $\text{tg } \varphi'_0$ и $\text{tg } \delta$ рассчитывают с помощью калькулятора или по натуральным тригонометрическим функциям в МТ-75, табл. 6-а.

Рассматриваемый способ определения места целесообразен для использования в малых широтах и при наблюдаемых высотах Солнца более 75° , когда азимут изменяется быстро и промежуток времени между наблюдениями соответствующих высот будет малым.

При определении места в средних и высоких широтах рекомендуется рассчитывать поправку к широте $\Delta\varphi$ за движение судна и изменение склонение Солнца к определенной широте по меридиональной высоте Солнца φ'_0 . Тогда обсервованная широта φ_0 будет соответствовать её значению для наибольшей высоты Солнца и получит выражение по формуле: $\varphi_0 = \varphi'_0 + \Delta\varphi$. Поправка к широте $\Delta\varphi$, рассчитанной по наибольшей высоте светила, выбирается из таб. 19, МТ- 75.

Таким образом, произведенные наблюдения и выполненные вычисления обсервованных координат φ_0 и λ_0 будут относиться к моменту, когда Солнце достигнет наибольшей высоты.

Приложение № 1

Видимость планет, 1998 г.

(Видимость планет рассчитана для $\varphi = 50^{\circ}$ N)

Месяц	Венера	Марс	Юпитер	Сатурн
Январь	-4.0 Восходит в утренних сумерках в созвездии Козерога	+1.2 Заходит через 2 ч. после захода Солнца в созвездии Козерога	-2.1 Заходит через 2,5 ч. после захода Солнца в созвездии Козерога	+0.7 Виден до полуночи в созвездии Рыб
Февраль	-4.7 Восходит за 2-2,5 ч. до восхода Солнца в созвездии Козерога	+1.2 Заходит через 2 ч. после захода Солнца в созвездии Водолея	-2.0 Заходит в вечерних сумерках в созвездии Водолея	+0.7 Заходит за 2 ч. до полуночи в созвездии Рыб
Март	-4.5 Восходит за 2 ч. до восхода Солнца в созвездии Козерога	+1.2 Заходит через 1,5 ч. после захода Солнца в созвездии Рыб	Не виден	+0.7 Заходит через 2 ч. после захода Солнца в созвездии Рыб
Апрель	-4.2 Восходит в утренних сумерках в созвездии Водолея	+1.3 Заходит в вечерних сумерках в созвездиях Рыб и Овна	-2.1 Восходит в утренних сумерках в созвездии Водолея	Не виден
Май	-4.0 Восходит в утренних сумерках в созвездии Рыб	Не виден	-2.2 Восходит за 2 ч. перед восходом Солнца в созвездии Водолея	+0.6 Восходит в утренних сумерках в созвездии Рыб
Июнь	-3.8 Восходит за 2 ч. до восхода Солнца в созвездии Овна	+1.5 Восходит в утренних сумерках в созвездии Тельца	-2.5 Восходит после полуночи в созвездии Водолея	+0.5 Восходит через 1 ч. после полуночи в созвездии Рыб
Июль	-3.7 Восходит за 2 ч. до восхода Солнца в созвездиях Тельца и Близнецов	+1.6 Восходит за 1,5 ч. перед восходом Солнца в созвездии Близнецов	-2.7 Восходит через 2-3 ч. после захода Солнца в созвездии Водолея	+0.5 Восходит около полуночи и виден до утра в созвездии Рыб
Август	-3.7 Восходит за 2 ч. до восхода Солнца в созвездиях Близнецов и Рака	+1.7 Восходит за 2,5 ч. перед восходом Солнца в созвездии Близнецов	-2.9 Восходит через 2 ч. после захода Солнца в созвездии Водолея	+0.3 Восходит через 2 ч. после захода Солнца и виден до утра в созвездии Овна
Сентябрь	-3.8 Восходит в утренних сумерках в созвездии Льва	+1.7 Восходит через 2 ч. после полуночи в созвездии Рака	-2.9 Восходит в вечерних сумерках и виден до утра в созвездии Водолея	+0.2 Восходит в вечерних сумерках и виден до утра в созвездии Овна
Октябрь	-3.9 Восходит в утренних сумерках в созвездии Девы	+1.6 Восходит через 2 ч. после полуночи в созвездии Льва	-2.9 Заходит за 2-3 часа до восхода Солнца в созвездии Водолея	0.0 Виден всю ночь в созвездии Рыб
Ноябрь	Не видна	+1.5 Восходит через 1,5 ч. после полуночи в созвездии Льва	-2.7 Заходит через 1,5 ч. после полуночи в созвездии Водолея	+0.1 Виден всю ночь и заходит за 2 ч. до восхода Солнца в созвездии Рыб
Декабрь	-3.8 Заходит в вечерних сумерках в созвездиях Скорпиона и Стрельца	+1.1 Восходит через 1,5 ч. после полуночи в созвездии Девы	-2.5 Виден от захода Солнца до полуночи в созвездии Водолея	+0.3 Заходит через 2-3 ч. после полуночи в созвездии Рыб

Приложение № 2

1998 год

Февраль 12, 13, 14 (43, 44, 45)

T _{ГР}		Т. Овна (S)	Солнце		Венера -4,7		Марс +1,2		Юпитер -2,9		Сатурн +0,7		T _{ГР}
Д	Ч	t _{ГР}	t _{ГР}	δ	t _{ГР}	δ	t _{ГР}	δ	t _{ГР}	δ	t _{ГР}	δ	Ч
	0	141°50.5	176°26.5	13°49.8	212°02.7	15°24.8	156°22.2	7°09.8	167°43.2	11°39.0	125°50.9	4°16.5	0
12	1	156 52.9	191 26.5	S48.9	227 04.6	S24.9	171 22.8	S09 0	182 45.1	S38.8	140 53.1	N16.5	1
	2	171 55.4	206 26.5	48.1	242 06.4	25.1	186 23.5	08.2	197 47.0	38.5	155 55.4	16.5	2
	3	186 57.9	221 26.5	47.3	257 08.2	25.2	201 24.1	07.4	212 48.9	38.3	170 57.7	16.7	3
	4	202 00.3	236 26.5	46.5	272 10.1	25.3	216 24.8	06.7	227 50.8	38.1	185 59.9	16.8	4
	5	217 02.8	251 26.5	45.6	287 11.9	25.5	231 25.4	05.9	242 52.6	37.9	201 02.2	16.9	5
	6	232 05.3	266 26.6	13°44.8	302 13.7	15°25.6	246 26.1	7°05.1	257 54.5	11°37.7	216 04.4	4°17.0	6
	7	247 07.7	281 26.6	S44.0	317 15.5	S25.7	261 26.7	S04.3	272 56.4	S37.5	231 06.7	N17.1	7
ч	8	262 10.2	296 26.6	43 1	332 17.3	25.9	276 27.4	03.5	287 58.3	37 3	246 08.9	17.2	8
е	9	277 12.7	311 26.6	42.3	347 19.1	26.0	291 28.0	02.8	303 00.2	37.1	261 11.2	17.3	9
т	10	292 15.1	326 26.6	41.5	2 20.9	26.1	306 28.7	02.0	318 02.1	36.8	276 13.4	17.4	10
в	11	307 17.6	341 26.6	40.6	17 22.7	26.3	321 29.3	01.2	333 04.0	36.6	291 15.7	17.5	11
е	12	322 20.1	356 26.6	13°39.8	32 24.5	15°26.4	336 30.0	7°00.4	348 05.9	11°36.4	306 17.9	4°17.6	12
р	13	337 22.5	11 26.6	S39.0	47 26.3	S26.5	351 30.6	6°59.7	3 07.8	S36.2	321 20.2	N17.7	13
г	14	352 25.0	26 26.6	38.1	62 28.1	26.7	6 31.3	S58.9	18 09.7	36.0	336 22.4	17.8	14
	15	7 27.4	41 26.6	37.3	77 29.9	26.8	21 31.9	58.1	33 11.6	35.8	351 24.7	17.9	15
	16	22 29.9	56 26.6	36.5	92 31.7	26.9	36 32.6	57.3	48 13.5	35.6	6 26.9	18 0	16
	17	37 32.4	71 26.6	35.6	107 33.5	27.1	51 33.2	56.6	63 15.4	35.4	21 29.2	18.1	17
	18	52 34.8	86 26.7	13°34.8	122 35.2	15°27.2	66 33.9	6°55.8	78 17.3	11°35.1	36 31.4	4°18.2	18
	19	67 37.3	101 26.7	S34.0	137 37.0	S27.3	81 34.5	S55.0	93 19.1	S34.9	51 33.7	N18.3	19
	20	82 39.8	116 26.7	33.1	152 38.8	27.5	96 35.2	54.2	108 21.0	34.7	66 36.0	18.4	20
	21	97 42.2	131 26.7	32.3	167 40.5	27.6	111 35.8	53.5	123 22.9	34.5	81 38.2	18.5	21
	22	112 44.7	146 26.7	31.5	182 42.3	27.7	126 36.5	52.7	138 24.8	34.3	96 40.5	18.6	22
	23	127 47.2	161 26.7	30.6	197 44.1	27.9	141 37.1	51.9	153 26.7	34.1	111 42.7	18.7	23
	0	142°49.6	176°27.1	13°29.8	212°45.8	15°28.0	156°37.8	6°51.1	168°28.6	11°33.9	126°45.0	4°18.8	0
13	1	157 52.1	191 26.7	S29.0	227 47.6	S28.1	171 38.4	S50.3	183 30.5	S33.6	141 47.2	N18.8	1
	2	172 54.5	206 26.7	28.1	242 49.3	28.3	186 39.1	49.6	198 32.4	33.4	156 49.5	18.9	2
	3	187 57.0	221 26.8	27.3	257 51.0	28.4	201 39.7	48.8	213 34.3	33.2	171 51.7	19.0	3
	4	202 59.5	236 26.8	26.4	272 52.8	28.5	216 40.4	48.0	228 36.2	33.0	186 54.0	19.1	4
	5	218 01.9	251 26.8	25.6	287 54.5	28.7	231 41.0	47.2	243 38.1	32.8	201 56.2	19.2	5
	6	233 04.4	266 26.8	13°24.8	302 56.2	15°28.8	246 41.7	6°46.5	258 40.0	11°32.6	216 58.5	4°19.3	6
	7	248 06.9	281 26.8	S23.9	317 58.0	S28.9	261 42.4	S45.7	273 41.9	S32.4	232 00.7	N19.4	7
п	8	263 09.3	296 26.8	23.1	332 59.7	29.1	276 43.0	44.9	288 43.7	32.2	247 03.0	19.5	8
я	9	278 11.8	311 26.8	22.3	348 01.4	29.2	291 43.7	44.1	303 45.6	31.9	262 05.2	19.6	9
т	10	293 14.3	326 26.9	21.4	3 03.1	29.3	306 44.8	43.3	318 47.5	31.7	277 07.5	19.7	10
н	11	308 16.7	341 26.9	20.6	18 04.8	29.5	321 45.0	42.6	333 49.4	31.5	292 09.7	19.8	11
и	12	323 19.2	356 26.9	13°19.7	33 06.5	15°29.6	336 45.6	6°41.8	348 51.3	11°31.3	307 12.0	4°19.9	12
ц	13	338 21.7	11 26.9	S18.9	48 08.2	S29.7	351 46.3	S41.0	3 53.2	S31.1	322 14.2	N20.0	13
а	14	353 24.1	26 26.9	18.0	63 09.9	29.9	6 46.9	40.2	18 55.1	30.9	337 16.5	20.1	14
	15	8 26.6	41 26.9	17.2	78 11.6	30.0	21 47.6	39.4	33 57.0	30.7	352 18.7	20.2	15
	16	23 29.0	56 27.0	16.4	93 13.3	30.1	36 48.2	38.7	48 58.9	30.4	7 21.0	20.3	16
	17	38 31.5	71 27.0	15.5	108 15.0	30.3	51 48.9	37.9	64 00.8	30.2	22 23.2	20.4	17
	18	53 34.0	86 27 0	13°14.7	123 16.7	15°30.4	66 49.5	6°37.1	79 02.7	11°30.0	37 25.5	4°20.5	18
	19	68 36.4	101 27.0	S13.8	138 18.4	S30.5	81 50.2	S36.3	94 04.6	S29.8	52 27.7	N20.6	19
	20	83 38.9	116 27.0	13.0	153 20.1	30.7	96 50.8	35.6	109 06.5	29.6	67 30.0	20.7	20
	21	98 41.4	131 27.0	12.1	168 21.7	30.8	111 51.5	34.8	124 08.3	29.4	82 32.2	20.8	21
	22	113 43.8	146 27.1	11.3	183 23.4	30.9	126 52.1	34.0	139 10.2	29.2	97 34.5	20.9	22
	23	128 46.3	161 27.1	10.4	198 25.1	31.1	141 52.8	33.2	154 12.1	28.9	112 36.7	21.0	23

	0	143 48.8	176 27.1	13 09.6	213 26.7	15 31.2	156 53.5	6 32.4	169 14.0	11 28 7	127 39.0	4 21.1	0
14	1	158 51.2	191 27.1	S08.8	228 28.4	S31.3	171 54.1	S31.7	184 15.9	S28.5	142 41.2	N21.2	1
	2	173 53.7	206 27.1	07.9	243 30.1	31.4	186 54.8	30.9	199 17.8	28.3	157 43.5	21.3	2
	3	188 56.2	221 27.2	07.1	258 31.7	31.6	201 55.4	30.1	214 19.7	28.1	172 45.7	21.4	3
	4	203 58.6	236 27.2	06.2	273 33.4	31.7	21656.1	29.3	229 21.6	27.9	187 48.0	21.5	4
	5	219 01.1	251 27.2	05.4	288 35.0	31.8	231 56.7	28.5	244 23.5	27.7	202 50.2	21.6	5
	6	234 03.5	266 27.2	13 04.5	303 36.7	15 32.0	246 57.4	6 27.8	259 25.4	11 27.5	217 52.5	4 21.7	6
	7	249 06.0	281 27.3	S03.7	318 38.3	S32.1	261 58.0	S27.0	274 27.3	S27.2	232 54.7	N21.7	7
с	8	264 08.5	296 27.3	02.8	333 39.9	32.2	276 58.7	26.2	289 29.2	27.0	247 57.0	21.8	8
у	9	279 10.9	311 27.3	02.0	348 41.6	32.4	291 59.3	25.4	304 31.1	26.8	262 59.2	21.9	9
б	10	294 13.4	326 27.3	01.1	3 43.2	32.5	307 00.0	24.6	319 32.9	26.6	278 01.5	22.0	10
б	11	309 15.9	341 27.3	00.3	18 44.8	32.6	322 00.7	23.9	334 34.8	26.4	293 03.7	22.1	11
о	12	324 18.3	356 27.4	12 59.4	33 46.4	15 32.7	337 01.3	6 23.1	349 36.7	11 26.2	308 05.9	4 22.2	12
т	13	339 20.8	11 27.4	S58.6	48 48 0	S32.9	352 02.0	S22.3	4 38.6	S26.0	323 08.2	N22.3	13
а	14	354 23.3	26 27.4	57.7	63 49.7	33.0	7 02.6	21.5	19 40.5	25.7	338 10.4	22.4	14
	15	9 25.7	41 27.4	56.9	78 51.3	33.1	22 03.3	20.7	34 42.4	25.5	353 12.7	22.5	15
	16	24 28.2	56 27.5	56.0	93 52.9	33.3	37 03.9	20.0	49 44.3	25.3	8 14.9	22 6	16
	17	39 30.6	71 27.5	55.2	108 54.5	33.4	52 04.6	19.2	64 46.2	25.1	23 17.2	22.7	17
	18	54 33.1	86 27.5	12 54.3	123 56.1	15 33.5	67 05.3	6 18.4	79 48.1	11 24.9	38 19.4	4 22.8	18
	19	69 35.6	101 27.5	S53.5	138 57.7	S33.6	82 05.9	S17.6	94 50.0	S24.7	53 21.7	N22.9	19
	20	84 38.0	116 27.6	52.6	153 59.3	33.8	97 06.6	16.8	109 51.9	24.5	68 23.9	23.0	20
	21	99 40.5	131 27.6	51.8	169 00.9	33.9	112 07.2	16.0	124 53 8	24.2	83 26.2	23.1	21
	22	114 43.0	146 27.6	50.9	184 02.4	34.0	127 07.9	15.3	139 55.7	24.0	98 28.4	23.2	22
	23	129 45.4	161 27.6	50.0	199 04.0	34.1	142 08.5	14.5	154 57.5	23.8	113 30 7	23.3	23
			Δ+1.0	Δ-0.8	Δ+2.7	Δ+0.1	Δ+1.6	Δ-0.8	Δ+2.9	Δ-0.2	Δ+3.2	Δ+0.1	
			T _к	α	P _н	9° 48' 290. ⁰¹ 0.4	13° 33' 346. ⁰² 0.1	12° 44' 334. ⁰⁴ 0.0	15° 31' 16. ⁰¹ 0.0				

1998 г.

Февраль 12, 13, 14 (43, 44, 45)

T _{гp}	Луна				φ	3				12				13				14					
	t _{гp}	Δ ⁺	δ	Δ		Нач. сум навиг. гражд.				Восход Солнца Сут. изм.				Восход Луны Сут. изм.									
д ч	t _{гp}	Δ ⁺	δ	Δ	ч	м	ч	м	м	ч	м	м	м	ч	м	м	ч	м	м				
0	350 40.4	13.6	N1043.5	-8.1	N74	6	27	7	58	+8	9	37	-8	112	17	07	105	18	52	97	20	33	100
12 1	5 13.0	13.5	10 35.4	-8.1	72	6	23	7	45	+6	9	07	-6	100	17	24	96	19	00	90	20	33	93
2	19 45 5	13.6	10 27.3	-8.1	70	6	21	7	34	+5	8	45	-5	91	17	36	90	19	06	84	20	34	87
3	34 18.1	13.7	10 19.2	-8.1	68	6	18	7	25	+4	8	27	-4	86	17	47	84	19	11	80	20	34	83
4	48 50.8	13.7	10 11.1	-8.2	66	6	16	7	17	+4	8	14	-4	81	17	55	80	19	15	76	20	35	78
5	63 23.5	13.7	10 02.9	-8.3	64	6	14	7	10	+3	8	02	-3	77	18	02	77	19	19	73	20	35	75
6	77 56.2	13.8	N954.6	-8.2	62	6	13	7	05	+3	7	53	-3	74	18	08	74	19	22	70	20	35	73
7	92 29.0	13.8	9 46.4	-8.4	60	6	11	7	00	+3	7	44	-3	72	18	14	71	19	25	68	20	35	71
ч 8	107 01.8	13.9	9 38.0	-8.3	58	6	09	6	55	+2	7	37	-2	69	18	18	69	19	27	66	20	36	68
е 9	121 34.7	13.9	9 29.7	-8.4	56	6	08	6	51	+2	7	30	-2	67	18	22	67	19	29	64	20	36	66
т 10	136 07.6	13.9	9 21.3	-8.4	54	6	06	6	48	+2	7	25	-2	66	18	26	65	19	31	62	20	36	64
в 11	150 40.5	14.0	9 12.9	-8.5	52	6	05	6	44	+2	7	19	-2	64	18	29	64	19	33	61	20	36	63
е 12	165 13.5	14.0	N904.4	-8.5	50	6	03	6	41	-2	7	15	-2	62	18	32	63	19	35	59	20	36	62
р 13	179 46.5	14.0	8 55.9	-8.5	45	6	00	6	34	+1	7	04	-1	60	18	39	59	19	38	56	20	36	58
г 14	194 19.5	14.1	8 47.4	-8.6	40	5	56	6	28	+1	6	56	-1	57	18	44	57	19	41	54	20	37	56
15	208 52.6	14.1	8 38.8	-8.6	30	5	49	6	17	+1	6	42	-1	53	18	53	53	19	46	49	20	37	52
16	223 25.7	14.2	8 30.2	-8.6	20	5	42	6	08	+1	6	30	-1	50	19	00	49	19	49	47	20	38	48
17	237 58.9	14.2	8 21.6	-8.7	N10	5	34	5	59	0	6	20	0	48	19	07	46	19	53	43	20	38	45
18	252 32.1	14.2	N812.9	-8.7	0	5	25	5	50	0	6	11	0	44	19	12	44	19	56	41	20	38	43
19	267 05.3	14.3	8 04.2	-8.7	S10	5	14	5	39	0	6	01	0	42	19	18	41	19	59	38	20	39	39
20	281 38.6	14.3	7 55.5	-8.7	20	5	01	5	28	-1	5	51	0	40	19	25	37	20	02	36	20	39	37
21	296 11.9	14.3	7 46.8	-8.8	30	4	44	5	14	-1	5	39	+1	37	19	32	34	20	06	32	20	40	33
22	310 45.2	14.4	7 38.0	-8.8	40	4	20	4	55	-1	5	23	+1	32	19	40	31	20	11	28	20	40	29
23	325 18.6	14.4	7 29.2	-8.9	45	4	03	4	42	-1	5	14	+1	30	19	46	28	20	14	25	20	41	26

13	0	339 52.0	14.4	N 720.3	-8.8	50	3	42	4	27	-2	5	03	+2	27	19	52	25	20	17	23	20	41	23	
	1	354 25.4	14.5	7 11.5	-8.9	52	3	31	4	19	-2	4	57	+2	26	19	55	24	20	19	21	20	41	22	
	2	8 58.9	14.5	7 02.6	-8.9	54	3	19	4	11	-2	4	51	+2	24	19	58	23	20	21	19	20	41	21	
	3	23 32.4	14.5	6 53.7	-9.0	56	3	05	4	02	-2	4	45	+2	23	20	02	20	20	22	19	20	42	19	
	4	38 05.9	14.6	6 44.7	-8.9	58	2	47	3	51	-2	4	37	+2	21	20	06	19	20	25	16	20	42	17	
	5	52 39.5	14.6	6 35.8	-9.0	S60	2	25	3	38	-3	4	29	+3	19	20	10	17	20	27	14	20	42	15	
	6	67 13.1	14.6	N 626.8	-9.0																				
	7	81 46.7	14.6	6 17.8	-9.0	φ	Заход Солнца сут. изм.				Конец сум. град. навиг.				Заход Луны Сут. изм.										
п	8	96 20.3	14.7	6 08.8	-9.1		м	ч	м	м	ч	м	ч	м	м	ч	м	м	ч	м	м	ч	м	м	
я	9	110 54.0	14.7	5 59.7	-9.1	N74	-8	14	53	-8	16	31	18	03	18	9	14	14	9	00	11	8	48	11	
т	10	125 27.7	14.8	5 50.6	-9.1	72	-6	15	23	+6	16	45	18	06	6	8	56	6	8	50	5	8	45	6	
н	11	140 01.5	14.7	5 41.5	-9.1	70	-5	15	45	+5	16	56	18	09	1	8	41	1	8	42	0	8	42	0	
и	12	154 35.2	14.8	N 532.4	-9.1	68	-4	16	02	+4	17	05	18	11	7	8	30	5	8	35	4	8	47	4	
ца	13	169 09.0	14.9	5 23.3	-9.2	66	-4	16	16	+4	17	13	18	13	11	8	20	10	8	30	7	8	53	8	
	14	183 42.9	14.8	5 14.1	-9.1	64	-3	16	27	+3	17	19	18	15	15	8	12	13	8	25	10	8	56	10	
	15	198 16.7	14.9	5 05.0	-9.2	62	-3	16	37	+3	17	25	18	17	18	8	05	16	8	21	12	9	00	13	
	16	212 50.6	14.9	4 55.8	-9.2	60	-3	16	45	+3	17	30	18	19	20	7	59	18	8	17	15	9	03	15	
	17	227 24.5	14.9	4 46.6	-9.2	58	-2	16	53	+2	17	34	18	20	23	7	54	20	8	14	17	9	07	18	
	18	241 58.4	14.9	N 437.4	-9.3	56	-2	16	59	+2	17	38	18	22	25	7	49	22	8	11	18	9	08	19	
	19	256 32.3	15.0	4 28.1	-9.2	54	-2	17	05	+2	17	42	18	23	26	7	45	23	8	08	20	9	11	21	
	20	271 06.3	15.0	4 18.9	-9.3	52	-2	17	10	+2	17	45	18	25	28	7	41	25	8	06	21	9	14	23	
	21	285 40.3	15.0	4 09.6	-9.3	50	-2	17	15	+2	17	48	18	26	29	7	37	26	8	03	24	9	14	23	
	22	300 14.3	15.0	4 00.3	-9.3	45	-1	17	25	+1	17	55	18	30	32	7	30	29	7	59	26	9	18	26	
	23	314 48.3	15.1	3 51.0	-9.3	40	-1	17	33	+1	18	01	18	33	34	7	23	32	7	55	28	9	22	29	
14	0	329 22.4	15.0	N 341.7	-9.3	36	-1	17	47	+1	18	11	18	40	38	7	13	35	7	48	32	9	28	33	
	1	343 56.4	15.1	3 32.4	-9.3	20	-1	17	58	+1	18	21	18	47	41	7	04	39	7	43	35	9	32	36	
	2	358 50.5	15.1	3 23.1	-9.3	N10	0	18	08	0	18	30	18	55	43	6	56	42	7	38	38	9	36	39	
	3	13 04.6	15.2	3 13.8	-9.4	0	0	18	18	0	18	39	19	04	46	6	49	44	7	33	41	9	40	42	
	4	27 38.8	15.1	3 04.4	-9.3	S10	0	18	27	0	18	49	19	14	48	6	42	47	7	29	44	9	45	45	
	5	42 12.9	15.2	2 55.1	-9.4	20	0	18	38	-1	19	00	19	27	51	6	34	50	7	24	47	9	49	48	
	6	56 47.1	15.2	N 245.7	-9.3	30	+1	18	49	-1	19	14	19	44	53	6	25	53	77	18	50	9	54	52	
	7	71 21.3	15.2	2 36.4	-9.4	40	+1	19	04	-1	19	33	20	08	57	6	14	57	7	11	54	10	00	56	
	с	8	85 55.5	15.2	2 27.0	-9.4	45	+1	19	14	-1	19	45	20	24	60	6	08	59	7	07	57	10	02	58
	у	9	100 29.7	15.2	2 17.6	-9.4	50	+2	19	26	-2	20	00	20	46	63	5	59	63	7	02	59	10	08	62
	б	10	115 03.9	15.2	2 08.2	-9.4	52	+2	19	30	-2	20	08	20	56	64	5	55	65	7	00	60	10	09	63
	б	11	129 38.1	15.3	1 58.8	-9.4	54	+2	19	36	-2	20	16	21	08	65	5	51	66	6	57	62	10	12	65
	о	12	144 12.4	15.3	N 149.4	-9.4	56	+2	19	42	-2	20	25	21	22	68	5	47	67	6	54	64	10	13	66
	та	13	158 46.7	15.3	1 40.0	-9.4	58	+2	19	50	-2	20	36	21	39	69	5	41	70	6	51	66	10	14	68
		14	173 21.0	15.2	1 30.6	-9.4	S60	+3	19	58	-3	20	48	22	00	72	5	36	71	6	47	68	10	20	71
15		187 55.2	15.4	1 21.1	-9.4																				
16		202 59.6	15.3	1 11.8	-9.5																				
17		217 03.9	15.3	1 02.3	-9.4																				
18		231 38.2	15.3	N 052.9	-9.4																				
19		246 12.5	15.4	0 43.5	-9.4																				
20	260 46.9	15.3	0 34.1	-9.4																					
21	275 21.2	15.4	0 24.7	-9.4																					
22	289 55.6	15.4	0 15.3	-9.5																					
23	304 30.0	15.3	N 005.8	-9.4																					
						Да- та	Солнце			Луна															
							Т _к	η	R	Т _к	R	P _в	возр.	фаза											
							ч	м	м	с	ч	м	ч	м											
						12	12	14	В	14	14	16.2	13	01	Н	0	38	В	14.9	54.8	14.7				
						13	12	14	В	14	13	16.2	13	45	Н	1	23	В	14.8	54.5	15.7				
						14	12	14	В	14	12	16.2	14	27	Н	2	06	В	14.8	54.2	16.7				


T _{ГР}		Т. Овна (S)	Солнце		Венера -4.2		Марс +1.3		Юпитер -2.1		Сатурн +0.5		T _{ГР}												
Д	Ч	α _p	α _p	δ	α _p	δ	α _p	δ	α _p	δ	α _p	δ	Ч												
13	0	200°58.8	179°49.5	8°53.5	222°09.6	8°50.6	173°00.1	11°12.0	213°38.0	6°28.3	178°35.8	6°57.6	0												
	1	216 01.2	194 49.5	N54.4	237 09.4	S 49.8	188 00.8	N 12.7	228 40.0	S 28.1	193 38.0	N 57.7	1												
	2	231 03.7	209 49.5	55.3	252 09.3	49.0	203 01.5	13.3	243 41.9	27.9	208 40.2	57.8	2												
	3	246 06.2	224 49.5	56.2	267 09.2	48.2	218 02.2	14.0	258 43.9	27.7	223 42.3	57.9	3												
	4	261 08.6	239 50.1	57.2	282 09.1	47.4	233 02.9	14.7	273 45.9	27.5	238 44.5	58.1	4												
	5	276 11.1	254 50.3	58.1	297 08.9	46.6	248 03.5	15.4	288 47.8	27.3	253 46.7	58.2	5												
	6	291 13.5	269 50.4	8 59.0	312 08.8	8 45.8	263 04.2	11 16.1	303 49.8	6 27.1	268 48.8	6 58.3	6												
	7	306 16.0	284 50.6	N59.9	327 08.7	S 45.0	278 04.9	N 16.7	318 51.7	S 26.9	283 51.0	N 58.4	7												
	8	321 18.5	299 50.7	9 00.8	342 08.6	44.3	293 05.6	17.4	333 53.7	26.7	298 53.2	58.5	8												
	9	336 20.9	314 50.9	01.7	357 08.4	43.5	308 06.3	18.1	348 55.7	26.5	313 55.3	58.6	9												
	10	351 23.4	329 51.1	02.6	12 08.3	42.7	323 07.0	18.8	3 57.6	26.2	328 57.5	58.8	10												
	11	6 25.9	344 51.2	03.5	27 08.2	41.9	338 07.7	19.5	18 59.8	26.0	343 59.7	58.9	11												
	12	21 28.3	359 51.4	9 04.4	42 08.1	8 41.1	353 08.4	11 20.1	34 01.6	6 25.8	359 01.8	6 59.0	12												
	13	36 30.8	14 51.5	N 05.3	57 07.9	S 40.3	8 09.1	N 20.8	49 03.5	S 25.6	14 04.0	N 59.1	13												
	14	51 33.3	29 51.7	06.2	72 07.8	39.5	23 09.8	21.5	64 05.5	25.4	29 06.2	59.2	14												
	15	66 35.7	44 51.9	07.1	87 07.7	38.7	38 10.5	22.2	79 07.4	25.2	44 08.3	59.3	15												
	16	81 38.2	59 52.0	08.0	102 07.6	37.9	53 11.1	22.8	94 09.4	25.0	59 10.5	59.5	16												
	17	96 40.6	74 52.2	08.9	117 07.4	37.1	68 11.8	23.5	109 11.4	24.8	74 12.7	59.6	17												
	18	111 43.1	89 52.3	9 09.8	132 07.3	8 36.3	83 12.5	11 24.2	124 13.3	6 24.6	89 14.8	6 59.7	18												
	19	126 45.6	104 52.5	N 10.7	147 07.2	S 35.5	98 13.2	N 24.9	139 15.3	S 24.4	104 17.0	N 59.8	19												
	20	141 48.0	119 52.7	11.6	162 07.1	34.6	113 13.9	25.6	154 17.3	24.2	119 19.2	59.9	20												
	21	156 50.5	134 52.8	12.5	177 06.9	33.8	128 14.6	26.2	169 19.2	24.0	134 21.3	7 00.0	21												
	22	171 53.0	149 53.0	13.5	192 06.8	33.0	143 15.3	26.9	184 21.2	23.8	149 23.5	00.2	22												
23	186 55.4	164 53.1	14.4	207 06.7	32.2	158 16.0	27.6	199 23.2	23.6	164 25.7	00.3	23													
14	0	201 57.9	179 53.3	9 15.3	222 06.5	8 31.4	173 16.7	11 28.3	214 25.1	6 23.4	179 27.8	7 00.4	0												
	1	217 00.4	194 53.4	N 16.2	237 06.4	S 30.6	188 17.4	N 28.9	229 27.1	S 23.2	194 30.0	N 00.5	1												
	2	232 02.8	209 53.6	17.1	252 06.3	29.8	203 18.0	29.6	244 29.0	23.0	209 32.2	00.6	2												
	3	247 05.3	224 53.8	18.0	267 06.2	29.0	218 18.7	30.3	259 31.0	22.8	224 34.3	00.7	3												
	4	262 07.8	239 53.9	18.9	282 06.0	28.2	233 19.4	31.0	274 33.0	22.6	239 36.5	00.9	4												
	5	277 10.2	254 54.1	19.8	297 05.9	27.4	248 20.1	31.6	289 34.9	22.4	254 38.7	01.0	5												
	6	292 12.7	269 54.2	9 20.7	312 05.8	8 26.6	263 20.8	11 32.3	304 36.9	6 22.2	269 40.9	7 01.1	6												
	7	307 15.1	284 54.4	N 21.6	327 05.7	S 25.8	278 21.5	N 33.0	319 38.9	S 22.0	284 43.0	N 01.2	7												
	8	322 17.6	299 54.5	22.5	342 05.5	25.0	293 22.2	33.7	334 40.8	21.8	299 45.2	01.3	8												
	9	337 20.1	314 54.7	23.4	357 05.4	24.1	308 22.9	34.3	349 42.8	21.6	314 47.4	01.4	9												
	10	352 22.5	329 54.9	24.3	12 05.3	23.3	323 23.0	35.0	4 44.8	21.4	329 49.5	01.5	10												
	11	7 25.0	344 55.0	25.2	27 05.1	22.5	338 24.3	35.7	19 46.7	21.2	344 51.7	01.7	11												
	12	22 27.5	359 55.2	9 26.1	42 05.0	8 21.7	353 24.9	11 36.4	34 48.7	6 21.0	359 53.9	7 01.8	12												
	13	37 29.9	14 55.3	N 27.0	57 04.9	S 20.9	8 25.6	N 37.0	49 50.7	S 20.8	14 56.0	N 01.9	13												
	14	52 32.4	29 55.5	27.9	72 04.8	20.1	23 26.3	37.7	64 52.6	20.6	29 58.2	02.0	14												
	15	67 34.9	44 55.6	28.8	87 04.6	19.3	38 27.0	38.4	79 54.6	20.4	45 00.4	02.1	15												
	16	82 37.3	59 55.8	29.7	102 04.5	18.5	53 27.0	39.1	94 56.6	20.2	60 02.5	02.2	16												
	17	97 39.8	74 55.9	30.6	117 04.4	17.6	68 28.4	39.7	109 58.5	20.0	75 04.7	02.4	17												
	18	112 42.3	89 56.1	9 31.5	132 04.2	8 16.8	83 29.1	11 40.4	125 00.5	6 19.8	90 06.9	7 02.5	18												
	19	127 44.7	104 56.3	N 32.4	147 04.1	S 16.0	98 29.8	N 41.1	140 02.5	S 19.6	105 09.0	N 02.6	19												
	20	142 47.2	119 56.4	33.3	162 04.0	15.2	113 30.4	41.8	155 04.4	19.4	120 11.2	02.7	20												
	21	157 49.6	134 56.6	34.2	177 03.9	14.4	128 31.1	42.4	170 06.4	19.2	135 13.4	02.	21												
	22	172 52.1	149 56.7	35.0	192 03.7	13.6	143 31.8	43.1	185 08.4	19.0	150 15.5	02.9	22												
23	187 54.6	164 56.9	35.9	207 03.6	12.7	158 32.5	43.8	200 10.3	18.8	165 17.7	03.1	23													
П О Н Е Д Е Л Ь Н И К	13	П О Н Е Д Е Л Ь Н И К	П О Н Е Д Е Л Ь Н И К	П О Н Е Д Е Л Ь Н И К	П О Н Е Д Е Л Ь Н И К	П О Н Е Д Е Л Ь Н И К	П О Н Е Д Е Л Ь Н И К	П О Н Е Д Е Л Ь Н И К	П О Н Е Д Е Л Ь Н И К	П О Н Е Д Е Л Ь Н И К	П О Н Е Д Е Л Ь Н И К	П О Н Е Д Е Л Ь Н И К	П О Н Е Д Е Л Ь Н И К												
														В Т О Р Н И К	В Т О Р Н И К	В Т О Р Н И К	В Т О Р Н И К	В Т О Р Н И К	В Т О Р Н И К	В Т О Р Н И К	В Т О Р Н И К	В Т О Р Н И К	В Т О Р Н И К	В Т О Р Н И К	В Т О Р Н И К

15	0	202 57.0	179 57.0	9 36.8	222 03.5	8 11.9	173 33.2	11 44.4	215 12.3	6 18.6	180 19.9	7 03.2	0
	1	217 59.5	194 57.2	N 37.7	237 03.3	S 11.1	188 33.9	N 45.1	230 14.3	S 18.4	192 22.0	N 03.3	1
	2	233 02.0	209 57.3	38.6	252 03.2	10.3	203 34.6	45.8	245 16.2	18.1	210 24.2	03.4	2
	3	248 04.4	224 57.5	39.5	067 03.1	09.4	218 35.3	46.5	260 18.2	17.9	225 26.4	03.5	3
	4	263 06.9	239 57.6	40.4	282 03.0	08.6	233 36.0	47.1	275 20.2	17.7	240 28.5	03.6	4
	5	278 09.4	254 57.8	41.3	297 02.8	07.8	248 36.6	47.8	290 22.1	17.5	255 30.7	03.8	5
	6	293 11.8	269 57.9	9 42.2	312 02.7	8 07.0	263 37.3	11 48.5	305 24.1	6 17.3	270 32.9	7 03.9	6
	7	308 14.3	284 58.1	N 43.1	327 02.6	S 06.2	278 38.0	N 49.1	320 26.1	S 17.1	285 35.0	N 04.0	7
	8	323 16.7	299 58.3	44.0	342 02.4	05.3	293 38.7	49.8	335 28.0	16.9	300 37.2	04.1	8
	9	338 19.2	314 58.4	44.9	357 02.3	04.5	308 39.4	50.5	350 30.0	16.7	315 39.4	04.2	9
	10	353 21.7	329 58.6	45.8	12 02.2	03.7	323 40.1	51.1	5 32.0	16.5	330 41.5	04.3	10
	11	8 24.1	344 58.7	46.7	27 02.0	02.9	338 40.8	51.8	20 33.9	16.3	345 43.7	04.5	11
	12	23 26.6	359 58.9	9 47.6	42 01.9	8 02.0	353 41.5	11 52.5	35 35.9	6 16.1	0 45.9	7 04.6	12
	13	38 29.1	14 59.0	N 48.5	57 01.8	S 01.2	8 42.1	N 53.1	50 37.9	S 15.9	15 48.0	N 04.7	13
	14	53 31.5	29 59.2	49.4	72 01.7	00.4	23 42.8	53.8	65 39.8	15.7	30 50.2	04.8	14
	15	68 34.0	44 59.3	50.3	87 01.5	7 59.5	38 43.5	54.5	80 41.8	15.5	45 52.4	04.9	15
	16	83 36.5	59 59.5	51.1	101 01.4	58.7	53 44.2	55.2	95 43.8	15.3	60 54.5	05.0	16
	17	98 38.9	74 59.6	52.0	117 01.3	57.9	68 44.9	55.8	110 45.7	15.1	75 56.7	05.2	17
	18	113 41.4	89 59.8	9 52.9	132 01.1	7 57.1	83 45.6	11 56.5	125 47.7	6 14.9	90 58.9	7 05.3	18
	19	128 43.9	104 59.9	N 53.8	147 01.0	S 56.2	98 46.3	N 57.2	140 49.7	S 14.7	106 01.1	N 05.4	19
	20	143 46.3	120 00.1	54.7	162 00.9	55.4	113 46.9	57.8	155 51.6	14.5	121 03.2	05.5	20
	21	158 48.8	135 00.2	55.6	177 00.7	54.6	128 47.6	58.5	170 53.6	14.3	136 05.4	05.6	21
	22	173 51.2	150 00.4	56.5	192 00.6	53.7	143 48.3	59.2	185 55.6	14.1	151 07.6	05.7	22
23	188 53.7	165 00.5	57.4	207 00.5	52.9	158 49.0	59.8	200 57.5	13.9	166 09.7	05.8	23	
		$\Delta+1.1$	$\Delta+0.9$	$\Delta+0.9$	$\Delta-0.8$	$\Delta+1.7$	$\Delta+0.7$	$\Delta+2.9$	$\Delta-0.2$	$\Delta+3.1$	$\Delta+0.1$		
		T_k	α	P_u	$9^h 12^m 33.9^s 0.2$	$12^h 26^m 28.7^s 0.1$	$9^h 41^m 34.7^s 0.0$	$12^h 00^m 22.0^s 0.0$					

1998 г.

Апрель 13, 14, 15 (103, 104, 105)

T _{гр}	Луна	φ	14				13				14				15									
			Нач. сум. навиг. гражд.				Восход Солнца Сут. изм.				Восход Луны Сут. изм.													
Д	Ч	l _{гр}	Δ	δ	Δ	Ч	М	Ч	М	М	Ч	М	М	Ч	М	М	Ч	М	М					
0	0	347°18.7	14.5	S9°03.6	+8.3	N74	!	!	!	09	+7	3	26	-7	112	22	47	135	—	—	135	!	02	
13	1	152.2	14.6	9 11.9	+8.4	72	!	!	!	09	+6	3	46	-6	99	22	16	104	—	—	104	0	00	118
	2	16 25.8	14.4	9 20.3	+8.3	70	!	!	!	43	+5	4	02	-5	91	21	54	92	23	26	92	—	—	92
	3	40 59.2	14.5	9 28.6	+8.3	68	0	58	3	06	+4	4	15	-4	84	21	37	84	23	01	82	—	—	82
	4	45 32.7	14.4	9 36.9	+8.2	66	1	51	3	25	+4	4	25	-4	79	21	23	79	22	42	77	23	59	69
	5	60 06.1	14.4	9 45.1	+8.2	64	2	21	3	39	+4	4	33	-4	76	21	12	75	22	27	72	23	39	66
	6	74 39.5	14.4	S 9 53.3	+8.2	62	2	44	3	51	+3	4	41	-3	74	21	03	72	22	15	69	23	24	64
	7	89 12.9	14.2	10 01.5	+8.1	60	3	01	4	01	+3	4	47	-3	70	20	54	70	22	04	67	23	11	62
	8	103 46.2	14.3	10 09.6	+8.1	58	3	15	4	10	+3	4	53	-3	68	20	47	67	21	54	65	22	59	61
	9	118 19.5	14.2	10 17.7	+8.1	56	3	27	4	18	+3	4	58	-2	66	20	41	65	21	46	64	22	50	59
	10	132 52.7	14.3	10 25.8	+8.0	54	3	37	4	25	+2	5	02	-2	64	20	35	64	21	39	62	22	41	59
	11	147 26.0	14.2	10 33.8	+7.9	52	3	46	4	31	+2	5	06	-2	63	20	30	62	21	32	61	22	33	58
	12	161 59.2	14.1	S10 41.7	+7.9	50	3	54	4	36	+2	5	10	-2	62	20	26	61	21	27	59	22	26	58
	13	176 32.3	14.1	10 49.6	+7.9	45	4	10	4	47	+2	5	18	-2	59	20	16	58	21	14	58	22	12	56
	14	191 05.4	14.1	10 57.5	+7.8	40	4	23	4	56	+2	5	24	-1	56	20	07	57	21	04	55	21	59	55
	15	205 38.5	14.1	11 05.3	+7.8	30	4	41	5	10	+1	5	35	-1	52	19	54	53	20	47	53	21	40	53
	16	220 11.6	14.0	11 13.1	+7.8	20	4	54	5	21	+1	5	43	-1	50	19	44	50	20	34	51	21	25	51
	17	234 44.6	14.0	11 20.9	+7.6	N10	5	04	5	29	+1	5	50	-1	46	19	34	48	20	22	49	21	11	50
	18	249 17.6	14.0	S11 28.5	+7.7	0	5	12	5	36	0	5	57	0	44	19	26	45	20	11	48	20	59	49
	19	263 50.6	13.9	11 36.2	+7.6	S10	5	18	5	42	0	6	04	0	41	19	17	44	20	01	45	20	46	48
	20	278 23.5	13.9	11 43.8	+7.5	20	5	23	5	48	0	6	10	0	39	19	08	41	19	49	44	20	33	46
	21	292 56.4	13.8	11 51.3	+7.5	30	5	26	5	54	-1	6	18	+1	36	18	58	38	19	36	41	20	17	46
	22	307 29.2	13.8	11 58.8	+7.5	40	5	29	6	00	-1	6	28	+1	32	18	45	35	19	20	39	19	59	43
	23	322 02.0	13.8	12 06.3	+7.4	45	5	30	6	04	-1	6	33	+1	29	18	37	33	19	10	37	19	47	42

14	0	336 34.8	13.7	S12 13.7	+7.3	50	5	30	6	08	-2	6	40	+2	27	18	28	30	18	58	35	19	33	40		
	1	351 07.5	13.7	12 21.0	+7.3	52	5	30	6	09	-2	6	43	+2	26	18	24	29	18	53	33	19	26	40		
	2	5 40.2	13.7	12 28.3	+7.3	54	5	30	6	11	-2	6	47	+2	24	18	19	27	18	46	33	19	19	38		
	3	20 12.9	13.6	12 35.6	+7.2	56	5	30	6	13	-2	6	51	+2	22	18	14	26	18	40	31	19	11	37		
	4	34 45.5	13.6	12 42.8	+7.1	58	5	29	6	15	-2	6	55	+2	20	18	08	24	18	32	29	19	01	37		
	5	49 18.1	13.5	12 49.9	+7.1	S60	5	29	6	17	-2	7	00	+2	19	18	02	22	18	24	27	18	51	35		
В Т О Р Н И К	6	63 50.6	13.5	S12 57.0	+7.1	φ	Заход Солнца сут. изм.				Конец сум. град. навиг.				Заход Луны сут. изм.											
	7	78 23.1	13.5	13 04.1	+6.9		М	Ч	М	М	Ч	М	Ч	М	М	Ч	М	М	Ч	М	М	Ч	М	М		
	8	92 55.6	13.4	13 11.0	+7.0	N74	-6	20	40	+7	23	06	/	/	15	4	30	20	4	10	40	3	30			
	9	107 28.0	13.4	13 18.0	+6.8		-5	20	18	+5	21	58	/	/	6	4	50	7	4	43	10	4	33	19		
	10	122 00.4	13.4	13 24.8	+6.8		72	-4	20	02	-4	21	22	/	/	0	5	05	1	5	06	3	5	09	6	
	11	136 32.8	13.3	13 31.6	+6.8		70	-4	19	49	+4	20	58	23	13	5	5	18	6	5	24	10	5	34	16	
	12	151 05.1	13.2	S13 38.4	+6.7		68	-3	19	38	+3	20	39	22	15	9	5	28	11	5	39	15	5	54	22	
	13	165 37.3	13.3	13 45.1	+6.6		66	-3	19	29	+3	20	24	21	43	12	5	36	15	5	51	19	6	10	25	
	14	180 09.6	13.1	13 51.7	+6.6		64	-3	19	22	+3	20	11	21	20	15	5	44	17	6	01	22	6	23	28	
	15	194 41.7	13.2	13 58.3	+6.5		62	-2	19	15	+2	20	01	21	02	17	5	50	20	6	10	24	6	34	31	
	16	209 13.9	13.1	14 04.8	+6.5		60	-2	19	09	+2	19	52	20	48	20	5	56	22	6	18	26	6	44	32	
	17	223 46.0	13.0	14 11.3	+6.4		58	-2	19	04	+2	19	44	20	36	21	6	01	23	6	24	28	6	52	34	
	18	238 18.0	13.1	S14 17.7	+6.3		56	-2	19	00	+2	19	38	20	25	23	6	05	25	6	30	30	7	00	35	
	19	252 50.1	12.9	14 24.0	+6.3		54	-2	18	56	+2	19	31	20	16	24	6	09	27	6	36	31	7	07	36	
	20	267 22.0	13.0	14 30.3	+6.2		52	-2	18	52	+2	19	26	20	08	26	6	13	28	6	41	32	7	13	37	
	21	281 54.0	12.9	14 36.5	+6.2		50	-1	18	44	+1	19	14	19	51	29	6	21	31	6	52	34	7	26	40	
	22	296 25.9	12.8	14 42.7	+6.1		45	-1	18	37	+1	19	05	19	39	31	6	28	33	7	01	36	7	37	41	
	23	310 57.7	12.8	14 48.8	+6.0		40	-1	18	26	+1	18	51	19	20	35	6	39	36	7	15	40	7	55	43	
	15	0	325 29.5	12.8	S14 54.8		+5.9	30	0	18	18	0	18	40	19	06	37	6	47	40	7	27	42	8	09	45
1		340 01.3	12.7	15 00.7	+5.9		20	0	18	10	0	18	32	18	57	40	6	55	43	7	38	44	8	22	47	
2		354 33.0	12.7	15 06.6	+5.9		N10	0	18	04	0	18	25	18	49	44	7	03	44	7	47	47	8	34	48	
3		9 04.7	12.7	15 12.5	+5.7	0	+1	17	57	-1	18	18	18	43	46	7	10	47	7	57	48	8	45	50		
4		23 36.4	12.6	15 18.2	+5.7	S10	+1	17	50	-1	18	12	18	38	49	7	18	50	8	08	50	9	58	51		
5		38 08.0	12.5	15 23.9	+5.6	20	+1	17	42	-1	18	06	18	34	52	7	27	52	8	19	53	9	12	53		
6		52 39.5	12.5	S15 29.5	+5.6	30	+1	17	32	-1	18	00	18	31	56	7	38	56	8	34	56	9	30	56		
7		67 11.0	12.5	15 35.1	+5.5	40	+2	17	27	-2	17	56	18	30	59	7	45	58	8	43	58	9	41	57		
8		81 42.5	12.4	15 40.6	+5.4	45	+2	17	20	-2	17	52	18	30	61	7	53	61	8	54	61	9	55	59		
9		96 13.9	12.4	15 46.0	+5.3	50	+2	17	16	-2	17	51	18	30	63	7	57	63	9	00	61	10	01	60		
10		110 45.3	12.3	15 51.3	+5.3	52	+2	17	13	-2	17	49	18	30	64	8	01	64	9	05	63	10	08	61		
11		125 16.6	12.3	15 56.6	+5.2	54	+2	17	09	-2	17	47	18	30	66	8	06	66	9	12	64	10	16	62		
12		139 47.9	12.3	S16 01.8	+5.1	56	+3	17	05	-3	17	45	18	30	68	8	11	68	9	19	66	10	25	63		
13		154 19.2	12.2	16 06.9	+5.1	58	+3	17	00	-3	17	42	18	30	70	8	17	70	9	27	68	10	35	65		
14		168 50.4	12.2	16 12.0	+5.0	S60																				
15	183 21.6	12.1	16 17.0	+4.9	Да- та	Солнце						Луна														
16	197 52.7	12.1	16 21.9	+4.8		T _к	η		R	T _к				R	P _ц	возр.	фаза									
17	212 23.8	12.0	16 26.7	+4.8		Ч	М	М	С	Ч	М	Ч	М	Ч	М	Д										
18	226 54.8	12.0	S16 31.5	+4.7	13	12	01	В	0	42	16.0	13	14	Н	0	52		В	14.7	54.1	15.9					
19	241 25.8	12.0	16 36.2	+4.6	14	12	00	В	0	27	15.9	13	59	Н	1	37		В	14.8	54.3	16.9					
20	255 56.8	11.9	16 40.8	+4.5	15	12	00	В	0	12	15.9	14	46	Н	2	23		В	14.9	54.6	17.9					
21	270 27.7	11.8	16 45.3	+4.5																						
22	284 58.5	11.8	16 49.8	+4.3																						
23	299 29.3	11.8	16 54.1	+4.3																						

T _{гр}		т. Овна (S)	Солнце		Венера -3.9		Марс +1.6		Юпитер -2.8		Сатурн 0.0		T _{гр}	
д	ч	l _р	l _р	δ	l _р	δ	l _р	δ	l _р	δ	l _р	δ	ч	
19	0	27°16.0	183°43.5	9°49.4	185°58.4	7°38.4	228°02.1	10°15.6	36°32.9	5°30.2	357°51.5	9°04.1	0	
	1	12 18.4	198 43.6	S 50.3	200 58.0	S 39.6	243 03.1	N 15.0	51 35.6	S 39.3	12 54.1	N 04.0	1	
	2	57 20.9	213 43.8	51.2	215 57.5	40.8	258 04.2	14.5	66 38.2	39.4	27 56.8	04.0	2	
	3	72 23.3	228 43.9	52.1	230 57.1	42.0	273 05.2	13.9	81 40.9	39.4	42 59.5	03.9	3	
	4	87 25.8	243 44.0	53.0	245 56.6	43.2	288 06.2	13.4	96 43.5	39.5	58 02.1	03.9	4	
	5	102 28.3	258 44.1	53.9	260 56.2	44.4	303 07.3	12.9	111 46.2	39.6	73 04.8	03.8	5	
	6	117 30.7	273 44.2	9 54.8	275 55.7	7 45.7	318 08.3	10 12.3	126 48.8	5 39.7	88 07.4	9 03.7	6	
	7	132 33.2	288 44.3	S 55.7	290 55.3	S 46.9	333 09.3	N 11.8	141 51.5	S 39.7	103 10.1	N 03.6	7	
	П о н е д е л ь н и к	8	147 35.7	303 44.5	56.6	305 54.8	48.1	348 10.4	11.2	156 54.2	39.8	118 12.7	03.6	8
		9	162 38.1	318 44.6	57.5	320 54.4	49.3	3 11.4	10.7	171 56.8	39.9	133 15.4	03.5	9
		10	177 40.6	333 44.7	58.4	335 53.9	50.5	18 12.4	10.1	186 59.5	39.9	148 18.0	03.4	10
		11	192 43.1	348 44.8	59.3	350 53.5	51.7	33 13.5	09.6	202 02.1	40.0	163 20.7	03.4	11
		12	207 45.5	3 44.9	10 00.2	5 23.0	7 52.9	48 14.5	10 09.0	217 04.8	5 40.1	178 23.3	9 03.3	12
		13	222 48.0	18 45.0	S 01.1	20 52.6	S 54.1	63 15.6	N 08.5	232 07.4	S 40.2	193 26.0	N 03.2	13
		14	237 50.5	33 45.1	02.0	35 52.1	55.3	78 16.6	07.9	247 10.1	40.2	208 28.6	03.1	14
		15	252 52.9	48 45.3	02.9	50 51.7	56.5	93 17.6	07.4	262 12.7	40.3	223 31.3	03.1	15
		16	267 55.4	63 45.4	03.8	65 51.2	57.7	108 18.7	06.9	277 15.4	40.4	238 33.9	03.0	16
		17	282 57.8	78 45.5	04.7	80 50.8	58.9	123 19.7	06.3	292 18.0	40.5	253 36.6	02.9	17
		18	298 00.3	93 45.6	10 05.6	95 50.3	8 00.1	138 20.8	10 05.8	307 20.7	5 40.5	268 39.2	9 02.9	18
		19	313 03.8	108 45.7	S 06.5	110 49.8	S 01.3	153 21.8	N 05.2	322 23.3	S 40.6	283 41.9	N 02.8	19
		20	328 05.2	123 45.8	07.4	125 49.4	02.5	168 22.8	04.7	337 26.0	40.7	296 44.5	02.7	20
		21	343 07.7	138 45.9	08.3	140 48.9	03.7	183 23.9	04.1	352 28.7	40.7	313 47.2	02.7	21
		22	358 10.2	153 46.0	09.2	155 48.5	04.9	198 24.9	03.6	7 31.3	40.8	328 49.9	02.6	22
23		13 12.6	168 46.2	10.1	170 48.0	06.1	213 25.9	03.0	22 34.0	40.9	343 52.5	02.5	23	
20	0	28 15.1	183 46.3	10 11.0	185 47.6	8 07.3	228 27.0	10 02.5	37 36.6	5 41.0	358 55.2	9 02.5	0	
	1	43 17.6	198 46.4	S 11.9	200 47.1	S 08.5	243 28.0	N 01.9	52 39.3	S 41.0	13 57.8	N 02.4	1	
	2	58 20.0	213 46.5	12.8	215 46.7	09.7	258 29.1	01.4	67 41.9	41.1	29 00.5	02.3	2	
	3	73 22.5	228 46.6	13.7	230 46.2	11.0	273 30.1	00.8	82 44.6	41.2	44 03.1	02.2	3	
	4	88 24.9	243 46.7	14.6	245 45.8	12.2	288 31.1	00.3	97 47.2	41.2	59 05.8	02.2	4	
	5	103 27.4	258 46.8	15.5	260 45.3	13.4	303 32.2	9 59.8	112 49.9	41.3	74 08.4	02.1	5	
	6	118 29.9	273 46.9	10 16.4	275 44.8	8 14.8	318 33.2	9 59.2	127 52.5	5 41.4	89 11.1	9 02.0	6	
	7	133 32.3	288 47.0	S 17.3	290 44.4	S 15.8	333 34.3	N 58.7	142 55.2	S 41.5	104 13.7	N 02.0	7	
	В т о р н и к	8	148 34.8	303 47.1	18.2	305 43.9	17.0	348 35.3	58.1	157 57.8	41.5	119 16.4	01.9	8
		9	163 37.3	318 47.2	19.1	320 43.5	18.2	3 36.3	57.6	173 00.5	41.6	134 19.0	01.8	9
		10	178 39.7	333 47.4	20.0	335 43.0	19.4	18 37.4	57.0	188 03.1	41.7	149 21.7	01.8	10
		11	193 42.2	348 47.5	20.9	350 42.5	20.6	33 38.4	56.5	203 05.8	41.7	164 24.3	01.7	11
		12	208 44.7	3 47.6	10 21.8	5 42.1	8 21.8	48 39.5	9 55.9	218 08.4	5 41.8	179 27.0	9 01.6	12
		13	223 47.1	18 47.7	S 22.7	20 41.6	S 22.9	63 40.5	N 55.4	233 11.1	S 41.9	194 29.6	N 01.6	13
		14	238 49.6	33 47.8	23.6	35 41.2	24.1	78 41.5	54.8	248 13.7	42.0	209 32.3	01.5	14
		15	253 52.1	48 47.9	24.5	50 40.7	25.3	93 42.6	54.3	263 16.4	42.0	224 35.0	01.4	15
		16	268 54.5	63 48.0	25.4	65 50.2	26.5	108 43.6	53.7	278 19.0	42.1	239 37.6	01.3	16
		17	283 57.0	78 48.1	26.3	80 39.8	27.7	123 44.7	53.2	293 21.6	42.2	254 40.3	01.3	17
		18	298 59.4	93 48.2	10 27.2	95 39.3	8 28.9	138 45.7	9 52.6	308 24.3	5 42.2	269 42.9	9 01.2	18
		19	314 01.9	108 48.3	S 28.1	110 38.9	S 30.1	153 46.8	N 52.1	323 26.9	S 42.3	284 45.6	N 01.1	19
		20	329 04.4	123 48.4	29.0	125 38.4	31.3	168 47.8	51.5	338 29.6	42.4	299 48.2	01.1	20
		21	344 06.8	138 48.5	29.9	140 37.9	32.5	183 48.8	51.0	353 32.2	42.4	314 50.9	01.0	21
		22	359 09.3	153 48.6	30.8	155 37.5	33.7	198 49.9	50.5	8 34.9	42.5	329 53.5	00.9	22
23		14 11.8	168 48.7	31.7	170 37.0	34.9	213 50.9	49.9	23 37.5	42.6	344 56.2	00.9	23	

21	адрес	0	29 14.2	183 48.8	10 32.5	185 36.6	8 36.1	228 52.0	9 49.4	38 40.2	5 42.6	359 58.8	9 00.8	0
		1	44 16.7	198 48.9	S 33.4	200 36.1	S 37.3	243 53.0	N 48.8	53 42.8	S 42.7	15 01.5	N 00.7	1
		2	59 19.2	213 49.0	34.3	215 35.6	38.5	258 54.1	48.3	68 45.5	42.8	30 04.1	00.7	2
		3	74 21.6	228 49.1	35.2	230 35.2	39.7	273 55.1	47.7	83 48.1	42.9	45 06.8	00.6	3
		4	89 24.1	243 49.2	36.1	245 34.7	40.9	288 56.1	47.2	98 50.7	42.9	60 09.4	00.5	4
		5	104 26.6	258 49.3	37.0	260 34.2	42.1	303 57.2	46.6	113 53.4	43.0	75 12.1	00.4	5
		6	119 29.0	273 49.4	10 37.9	275 33.8	8 43.3	318 58.2	9 46.1	128 56.0	5 43.1	90 14.8	9 00.4	6
		7	134 31.5	288 49.6	S 38.8	290 33.3	S 44.5	333 59.3	N 45.5	143 58.7	S 43.1	105 17.4	N 00.3	7
		8	149 33.9	303 49.7	39.7	305 32.8	45.7	349 00.3	45.0	159 01.3	43.2	120 20.1	00.2	8
		9	164 36.4	318 49.8	40.6	320 32.4	46.8	4 01.4	44.4	174 04.0	43.3	135 22.7	00.2	9
		10	179 38.9	333 49.9	41.5	335 31.9	48.0	19 02.4	43.9	189 06.6	43.3	150 25.4	00.1	10
		11	194 41.3	348 50.0	42.4	350 31.4	49.2	34 03.5	43.3	204 09.2	43.4	165 28.0	00.0	11
		12	209 43.8	3 50.1	10 43.2	5 31.0	8 50.4	49 04.5	9 42.8	219 11.9	5 43.5	180 30.7	9 00.0	12
		13	224 46.3	18 50.2	S 44.1	20 30.5	S 51.6	64 05.5	N 42.2	234 14.5	S 43.5	195 33.3	8 59.9	13
		14	239 48.7	33 50.3	45.0	35 30.0	52.8	79 06.6	41.7	249 17.2	43.6	210 36.0	N 59.8	14
		15	254 51.2	48 50.4	45.9	50 29.6	54.0	94 07.6	41.1	264 19.8	43.7	225 38.6	59.7	15
		16	269 53.7	63 50.5	46.8	65 29.1	55.2	109 08.7	40.6	279 22.5	43.7	240 41.3	59.7	16
		17	284 56.1	78 50.6	47.7	80 28.6	56.4	124 06.7	40.0	294 25.1	43.8	255 43.9	59.6	17
		18	299 58.6	93 50.7	10 48.6	95 28.2	8 57.6	139 10.8	9 39.5	309 27.7	5 43.9	270 46.6	8 59.5	18
		19	315 01.0	108 50.8	S 49.5	110 27.7	S 57.7	154 11.8	N 38.9	324 30.4	S 43.9	285 49.3	N 59.5	19
		20	330 03.5	123 50.8	50.4	125 27.2	59.9	169 12.9	38.4	339 33.0	44.0	300 51.9	59.4	20
		21	345 06.0	138 50.9	51.2	140 26.8	9 01.1	184 13.9	37.8	354 35.7	44.1	315 54.6	59.3	21
		22	0 08.4	153 51.0	52.1	155 26.3	02.3	199 15.0	37.3	9 38.3	44.1	330 57.2	59.3	22
		23	15 10.9	168 51.1	53.0	170 25.8	03.5	214 16.0	36.8	24 40.9	44.2	345 59.9	59.2	23
		$\Delta+1.1$	$\Delta+0.9$	$\Delta+0.5$	$\Delta+1.2$	$\Delta+2.0$	$\Delta-0.5$	$\Delta+3.6$	$\Delta+0.1$	$\Delta+3.6$	$\Delta-0.1$			
		T_r	α	P_v	$11^{\circ} 37^M$	$202.0^{\circ} 0.1$	$8^{\circ} 46^M$	$159.0^{\circ} 8.0.1$	$21^{\circ} 26^M$	$350.0^{\circ} 6.0.0$	$00^{\circ} 04^M$	$29.0^{\circ} 3.0.0$		

1998 г.

Октябрь 19, 20, 21 (292, 293, 294)

D	Ч	Луна			φ	19				20				21										
		t_{rp}	Δ	δ		Нач. сум. навиг. гражд.				Восход Солнца Сут. изм.				Восход Луны Сут. изм.										
						Ч	М	Ч	М	М	Ч	М	М	М	Ч	М	М	Ч	М	М				
П О Н Е Д Е Л ь Н И К	0	196 52.3	15.3	S 0 55.9	+9.8	N74	5	14	6	42	-6	8	07	+6	103	5	29	103	7	12	108	9	00	118
	1	211 26.6	15.4	1 05.7	+9.8	72	5	16	6	34	-5	7	48	+5	96	5	26	95	7	01	98	8	39	101
	2	226 01.0	15.3	1 15.5	+9.7	70	5	17	6	28	-4	7	33	+4	90	5	23	89	6	52	91	8	23	91
	3	240 35.3	15.4	1 25.2	+9.8	68	5	18	6	23	-4	7	22	+4	85	5	21	84	6	45	85	8	10	85
	4	255 09.7	15.3	1 35.0	+9.7	66	5	19	6	18	-3	7	12	+3	81	5	19	80	6	39	80	7	59	81
	5	269 44.0	15.4	1 44.7	+9.7	64	5	19	6	15	-3	7	04	+3	77	5	17	77	6	34	77	7	51	76
	6	284 18.4	15.4	S 1 54.4	+9.7	62	5	20	6	11	-3	6	57	+3	74	5	16	74	6	30	73	7	43	73
	7	298 52.8	15.3	2 04.1	+9.7	60	5	20	6	08	-2	6	51	+2	72	5	15	71	6	26	71	7	37	70
	8	313 27.1	15.4	2 13.8	+9.7	58	5	20	6	05	-2	6	46	+2	70	5	14	69	6	23	68	7	31	68
	9	328 01.5	15.3	2 23.5	+9.7	56	5	20	6	03	-2	6	41	+2	68	5	13	67	6	20	66	7	26	66
	10	342 35.8	15.4	2 33.2	+9.7	54	5	20	6	01	-2	6	37	+2	66	5	12	65	6	17	65	7	22	64
	11	357 10.2	15.4	2 42.9	+9.7	52	5	19	5	58	-2	6	33	+2	64	5	11	64	6	15	63	7	18	63
	12	11 44.6	15.3	S 2 52.6	+9.6	50	5	19	5	56	-2	6	29	+2	63	5	11	62	6	13	61	7	14	62
	13	26 18.9	15.4	3 02.2	+9.7	45	5	18	5	52	-1	6	22	+1	59	5	09	59	6	08	58	7	06	59
	14	40 53.3	15.3	3 11.9	+9.6	40	5	16	5	48	-1	6	15	+1	57	5	08	56	6	04	56	7	00	56
	15	55 27.6	15.3	3 21.5	+9.6	30	5	13	5	41	-1	6	05	+1	52	5	06	52	5	58	51	6	49	52
	16	70 01.9	15.4	3 31.1	+9.6	20	5	08	5	34	0	5	56	0	48	5	04	48	5	52	49	6	41	49
	17	84 36.3	15.3	3 40.7	+9.5	N10	5	03	5	27	0	5	49	0	45	5	03	45	5	48	46	6	34	46
	18	99 10.6	15.3	S 3 50.2	+9.6	0	4	56	5	20	0	5	41	0	43	5	02	42	5	44	43	6	27	43
	19	113 44.9	15.4	3 59.8	+9.5	S10	4	48	5	13	0	5	34	0	39	5	00	40	5	40	40	6	20	41
	20	128 19.3	15.3	4 09.3	+9.6	20	4	37	5	04	+1	5	26	-1	36	4	59	36	5	35	38	6	13	38
	21	142 53.6	15.3	4 18.9	+9.5	30	4	23	4	52	+1	5	17	-1	32	4	57	33	5	30	34	6	04	36
	22	157 27.9	15.3	4 28.4	+9.5	40	4	04	4	37	+1	5	05	-1	29	4	56	28	5	24	30	5	54	32
23	172 02.2	15.3	4 37.9	+9.4	45	3	50	4	28	+2	4	58	-2	26	4	21	26	5	21	27	5	48	29	

20	0	186 36.5	15.3	S 4 47.3	+9.5	50	3	33	4	15	+2	4	50	-2	22	4	53	23	5	16	25	5	41	26	
	1	201 10.8	15.3	4 56.8	+9.4	52	3	25	4	10	+2	4	46	-2	22	4	53	21	5	14	23	5	37	25	
	2	215 45.1	15.2	5 06.2	+9.4	54	3	15	4	03	+2	4	41	-2	20	4	52	20	5	12	22	5	34	23	
	3	230 19.3	15.3	5 15.6	+9.4	56	3	04	3	56	+2	4	36	-2	18	4	51	19	5	10	20	5	30	21	
	4	244 53.6	15.2	5 25.0	+9.3	58	2	51	3	48	+3	4	31	-3	17	4	51	16	5	07	18	5	25	20	
	5	259 27.8	15.3	5 34.3	+9.4	S60	2	36	3	38	+3	4	25	-3	14	4	50	14	5	04	16	5	20	18	
	6	274 02.1	15.2	S 5 43.7	+9.3																				
в т о р н и к	7	288 36.3	15.2	5 53.0	+9.3	φ	Заход Солнца сут. изм.				Конец сум. град. навиг.				Заход Луны сут. изм.										
	8	303 10.5	15.2	6 02.3	+9.2		м	ч	м	м	ч	м	ч	м	м	ч	м	м	ч	м	м	ч	м	м	
	9	317 44.7	15.2	6 11.5	+9.3	N74	+6	15	21	-7	16	46	18	14	14	16	28	15	16	13	18	15	55	26	
	10	332 18.9	15.1	6 20.8	+9.2	72	+5	15	40	-5	16	54	18	12	8	16	34	7	16	27	9	16	18	10	
	11	346 53.0	15.2	6 30.0	+9.2	70	+5	15	55	-5	17	00	18	11	2	16	39	1	16	38	2	16	36	1	
	12	1 27.2	15.1	S 6 39.2	+9.1	68	+4	16	07	-4	17	05	18	10	3	16	44	2	16	46	4	16	50	5	
	13	16 01.3	15.2	6 48.3	+9.2	66	+4	16	16	-4	17	10	18	09	6	16	47	7	16	54	7	17	01	11	
	14	30 35.5	15.1	6 57.5	+9.0	64	+3	16	24	-3	17	14	18	09	9	16	50	10	17	00	11	17	11	14	
	15	45 09.6	15.1	7 06.5	+9.1	62	+3	16	31	-3	17	17	18	09	12	16	53	12	17	05	14	17	19	17	
	16	59 43.7	15.0	7 15.6	+9.1	60	+3	16	38	-3	17	20	18	09	14	16	55	15	17	10	16	17	26	20	
	17	74 17.7	15.1	7 24.7	+9.0	58	+3	16	43	-3	17	23	18	09	16	16	57	17	17	14	19	17	33	21	
	18	88 51.8	15.1	S 7 33.7	+9.0	56	+2	16	48	-2	17	26	18	09	18	16	59	19	17	18	20	17	38	24	
	19	103 25.9	15.0	7 42.7	+8.9	54	+2	16	52	-2	17	28	18	09	19	17	00	21	17	21	22	17	43	25	
	20	117 59.9	15.0	7 51.6	+8.9	52	+2	16	56	-2	17	30	18	09	21	17	02	22	17	24	24	17	48	26	
	21	132 33.9	15.0	8 00.5	+8.9	50	+2	16	59	-2	17	32	18	10	23	17	03	24	17	27	25	17	52	28	
	22	147 07.9	14.9	8 09.4	+8.8	45	+2	17	07	-2	17	37	18	11	26	17	06	27	17	33	28	18	01	31	
	23	161 41.8	15.0	8 18.2	+8.9	40	+1	17	14	-1	17	41	18	13	29	17	09	29	17	38	30	18	08	33	
	с р е д а	0	176 15.8	14.9	S 8 27.1	+8.7	30	+1	17	24	-1	17	49	18	16	33	17	13	33	17	46	35	18	21	36
		1	190 49.7	14.9	8 35.8	+8.8	20	+1	17	33	-1	17	55	18	21	36	17	16	37	17	53	37	18	30	40
		2	205 23.6	14.9	8 44.6	+8.7	N10	0	17	41	0	18	02	18	27	39	17	19	40	17	59	40	18	39	42
		3	219 57.5	14.9	8 53.3	+8.7	0	0	17	48	0	18	09	18	34	43	17	22	42	18	04	43	18	47	45
		4	234 31.4	14.8	9 02.0	+8.6	S10	0	17	56	0	18	17	18	42	45	17	24	46	18	10	45	18	55	47
		5	249 05.2	14.9	9 10.6	+8.6	20	0	18	04	0	18	26	18	53	48	17	27	49	18	16	48	19	04	49
6		263 39.1	14.8	S 9 19.2	+8.6	30	-1	18	13	+1	18	38	19	07	51	17	30	52	18	22	52	19	14	52	
7		278 12.9	14.7	9 27.8	+8.5	40	-1	18	25	+1	18	53	19	27	56	17	34	56	18	30	56	19	26	56	
8		292 46.6	14.8	9 36.3	+8.5	45	-1	18	32	+1	19	03	19	40	59	17	37	59	18	36	58	19	34	58	
9		307 20.4	14.7	9 44.8	+8.4	50	-2	18	41	+2	19	15	19	58	62	17	40	62	18	42	61	19	43	61	
10		321 54.1	14.7	9 53.2	+8.4	52	-2	18	45	+2	19	21	20	07	63	17	41	64	18	45	62	19	47	63	
11		336 27.8	14.7	10 01.6	+8.4	54	-2	18	50	+2	19	28	20	16	66	17	43	65	18	48	64	19	52	64	
12		351 01.5	14.7	S 10 10.0	+8.3	56	-2	18	55	+2	19	35	20	27	67	17	44	67	18	51	66	19	57	66	
13		5 35.2	14.6	10 18.3	+8.3	58	-2	19	00	+2	19	44	20	41	69	17	46	69	18	55	68	20	03	68	
14		20 08.8	14.6	10 26.6	+8.2	S60	-3	19	07	+3	19	53	20	57	71	17	48	71	18	59	71	20	10	69	
15		34 42.4	14.6	10 34.8	+8.2																				
16		49 16.0	14.5	10 43.0	+8.2																				
17		63 49.5	14.5	10 51.2	+8.1	Да- та	Солнце				Луна														
18		78 23.0	14.5	S 10 59.3	+8.0		T _к	η	R		T _к	R	P _ч	возр.	фаза										
19		92 56.5	14.5	11 07.3	+8.1		ч	м	м	с	ч	м	ч	м											
20		107 30.0	14.5	11 15.4	+7.9		ч	м	м	с	ч	м	ч	м											
21		122 03.5	14.4	11 23.3	+8.0	19	11	45	В	-14	54	16.1	23	33	Н	11	12	В	14.8	54.1	28.3				
22		136 36.9	14.4	11 31.3	+7.8	20	11	45	В	-15	04	16.1	-	-	Н	11	54	В	14.7	54.0	29.3				
23	151 10.3	14.3	11 39.1	+7.9	21	11	45	В	-15	15	16.1	0	15	Н	12	37	В	14.7	53.9	0.6					

T _{гp}		т. Овна (S)	Солнце		Венера -3.8		Марс +1.4		Юпитер -2.6		Сатурн +0.1		T _{гp}
д	ч	α _p	α _p	δ	α _p	δ	α _p	δ	α _p	δ	α _p	δ	ч
21	0	59°47.5	183°34.4	19°48.9	177°50.8	20°47.9	242°28.6	2°56.5	70°02.4	5°55.8	32°44.5	8°14.8	0
	1	74 50.0	198 34.2	S 49.5	192 50.0	S 48.5	257 29.8	N 56.0	85 04.8	S 55.8	47 47.1	N 14.8	1
	2	89 52.5	213 34.1	50.0	207 49.2	49.3	272 30.9	55.4	100 07.3	55.7	62 49.8	14.7	2
	3	104 54.9	228 33.9	50.6	222 48.4	50.0	287 32.1	54.8	115 09.7	55.7	77 52.4	14.7	3
	4	119 57.4	243 33.8	51.1	237 47.5	50.7	302 33.2	54.3	130 12.1	55.6	92 55.0	14.6	4
	5	134 59.8	258 33.6	51.7	252 46.7	51.4	317 34.4	53.7	145 14.5	55.6	107 57.6	14.6	5
	6	150 02.3	273 33.4	19 52.2	267 45.9	20 52.0	332 35.5	2 53.2	160 16.9	5 55.6	123 00.2	8 14.5	6
	7	165 04.8	288 33.3	S 52.8	282 45.1	S 52.7	347 36.7	N 52.6	175 19.3	S 55.5	138 02.8	N 14.5	7
	8	180 07.2	303 33.1	53.3	297 44.3	53.4	2 37.8	52.1	190 21.7	55.5	153 05.4	14.4	8
	9	195 09.7	318 33.0	53.9	312 43.5	54.1	17 39.0	51.5	205 24.1	55.5	168 08.1	14.4	9
	10	210 12.2	333 32.8	54.5	327 42.6	54.7	32 40.1	51.0	220 26.5	55.4	183 10.7	14.3	10
	11	225 14.6	348 32.7	55.0	342 41.8	55.4	47 41.3	50.4	235 28.9	55.4	198 13.3	14.3	11
	12	240 17.1	3 32.6	19 55.6	357 41.0	20 56.1	62 42.4	2 49.9	250 31.3	5 55.4	213 15.9	8 14.2	12
	13	255 19.6	18 32.4	S 56.1	12 40.2	S 56.8	77 43.6	N 49.3	265 33.7	S 55.3	228 18.5	N 14.2	13
	14	270 22.0	33 32.2	56.7	27 39.4	57.4	92 44.7	48.8	280 36.1	55.3	243 21.1	14.1	14
	15	285 24.5	48 32.0	57.2	42 38.5	58.1	107 45.9	48.2	295 38.5	55.3	258 23.7	14.1	15
	16	300 27.0	63 31.9	57.8	57 37.7	58.8	122 47.0	47.7	310 40.9	55.2	273 26.3	14.0	16
	17	315 29.4	78 31.7	58.3	72 36.9	59.4	137 48.2	47.1	325 43.3	55.2	288 29.0	14.0	17
	18	330 31.9	93 31.6	19 58.8	87 36.1	21 00.1	152 49.3	2 46.6	340 45.7	5 55.1	303 31.6	8 13.9	18
	19	345 34.3	108 31.4	S 59.4	102 35.2	S 00.8	167 50.5	N 46.0	355 48.1	S 55.1	318 34.2	N 13.9	19
	20	0 36.8	123 31.2	59.9	117 34.4	01.4	182 51.6	45.5	10 50.6	55.1	333 36.8	13.8	20
	21	15 39.3	138 31.1	20 00.5	132 33.6	02.1	197 52.8	44.9	25 53.0	55.0	348 39.4	13.8	21
	22	30 41.7	153 30.9	01.0	147 32.8	02.8	212 54.0	44.4	40 55.4	55.0	3 42.0	13.7	22
23	45 44.2	168 30.8	01.6	162 31.9	03.4	227 55.1	43.8	55 57.8	55.0	18 44.6	13.7	23	
22	0	60 46.7	183 30.6	20 02.1	177 31.1	21 04.1	242 56.3	2 43.3	71 00.2	5 54.9	33 47.2	8 13.6	0
	1	75 49.1	198 30.4	S 02.7	192 30.3	S 04.7	257 57.4	N 42.7	86 02.6	S 54.9	48 49.9	N 13.6	1
	2	90 51.6	213 30.3	03.2	207 29.5	05.4	272 58.6	42.2	101 05.0	54.8	63 52.5	13.6	2
	3	105 54.1	228 30.1	03.7	222 28.6	06.1	287 59.7	41.6	116 07.4	54.8	78 55.1	13.5	3
	4	120 56.5	243 29.9	04.3	237 27.8	06.7	303 00.9	41.1	131 09.8	54.8	93 57.7	13.5	4
	5	135 59.0	258 29.8	04.8	252 27.0	07.4	318 02.0	40.5	146 12.2	54.7	109 00.3	13.4	5
	6	151 01.5	273 29.6	20 05.4	267 26.1	21 08.0	333 03.2	2 40.0	161 14.6	5 54.7	124 02.9	8 13.4	6
	7	166 03.9	288 29.5	S 05.9	282 25.3	S 08.7	348 04.3	N 39.4	176 17.0	S 54.6	139 05.5	N 13.3	7
	8	181 06.4	303 29.3	06.4	297 24.5	09.3	3 05.5	38.9	191 19.4	54.6	154 08.1	13.3	8
	9	196 08.8	318 29.1	07.0	312 23.7	10.0	18 06.6	38.3	206 21.8	54.6	169 10.8	13.2	9
	10	211 11.3	333 29.0	07.5	327 22.8	10.6	33 07.8	37.8	221 24.1	54.5	184 13.4	13.2	10
	11	226 13.8	348 28.8	08.1	342 22.0	11.3	48 08.9	37.2	236 26.5	54.5	199 16.0	13.1	11
	12	241 16.2	3 28.6	20 08.6	357 21.2	21 11.9	63 10.1	2 36.7	251 28.9	5 54.4	214 18.6	8 13.1	12
	13	256 18.7	18 28.5	S 09.1	12 20.3	S 12.6	78 11.3	N 36.2	266 31.3	S 54.4	229 21.2	N 13.0	13
	14	271 21.2	33 28.3	09.7	27 19.5	13.2	93 12.4	35.6	281 33.7	54.4	244 23.8	13.0	14
	15	286 23.6	48 28.1	10.2	42 18.7	13.9	108 13.6	35.1	296 36.1	54.3	259 26.4	12.9	15
	16	301 26.1	63 28.0	10.7	57 17.8	14.5	123 14.7	34.5	311 38.5	54.3	274 29.0	12.9	16
	17	316 28.6	78 27.8	11.3	72 17.0	15.2	138 15.9	34.0	326 40.9	54.2	289 31.6	12.9	17
	18	331 31.0	93 27.6	20 11.8	87 16.2	21 15.8	153 17.0	2 33.4	341 43.3	5 54.2	304 34.2	8 12.8	18
	19	346 33.5	108 27.5	S 12.3	102 15.3	S 16.4	168 18.2	N 32.9	356 45.7	S 54.2	319 36.9	N 12.8	19
	20	1 36.0	123 27.3	12.9	117 14.5	17.7	183 19.3	32.3	11 48.1	54.1	334 39.5	12.7	20
	21	16 38.4	138 27.1	13.4	132 13.6	17.7	198 20.5	31.8	26 50.5	54.1	349 42.1	12.7	21
	22	31 40.9	153 27.0	13.9	147 12.8	18.4	213 21.7	31.2	41 52.9	54.0	4 44.7	12.6	22
23	46 43.3	168 26.8	14.4	162 12.0	19.0	228 22.8	30.7	56 55.3	54.0	19 47.3	12.6	23	

	0	61 45.8	183 26.6	20 15.0	177 11.1	21 19.6	243 24.0	2 30.1	71 57.7	5 54.0	34 49.9	8 12.5	0			
п о н е д е л ь н и к	1	76 48.3	198 26.5	S 15.5	192 10.3	S 20.3	258 25.1	N 29.6	87 00.1	S 53.9	49 52.5	N 12.5	1			
	2	91 50.7	213 26.3	16.0	207 09.5	20.9	273 26.3	29.0	102 02.5	53.9	64 55.1	12.4	2			
	3	106 53.2	228 26.1	16.6	222 08.6	21.5	288 27.4	28.5	117 04.9	53.8	79 57.7	12.4	3			
	4	121 55.7	243 25.9	17.1	237 07.8	22.2	303 28.6	27.9	132 07.3	53.8	95 00.3	12.3	4			
	5	136 58.1	258 25.8	17.6	252 06.9	22.8	318 29.7	27.4	147 09.6	53.8	110 03.0	12.3	5			
	6	152 00.6	273 25.6	20 18.1	267 06.1	21 23.4	333 30.9	2 26.8	162 12.0	5 53.7	125 05.6	8 12.3	6			
	7	167 03.1	288 25.4	S 18.7	282 05.3	S 24.1	348 32.1	N 26.3	177 14.4	S 53.7	140 08.2	N 12.2	7			
	8	182 05.5	303 25.3	19.2	297 04.4	24.7	3 33.2	25.7	192 16.8	53.6	155 10.8	12.2	8			
	9	197 08.0	318 25.1	19.7	312 03.6	25.3	18 34.4	25.2	207 19.2	53.6	170 13.4	12.1	9			
	10	212 10.5	333 24.9	20.2	327 02.7	25.9	33 35.5	24.6	222 21.6	53.5	185 16.0	12.1	10			
	11	227 12.9	348 24.7	20.7	342 01.9	26.6	48 36.7	24.1	237 24.0	53.5	200 18.6	12.0	11			
	12	242 15.4	3 24.6	20 21.3	357 01.0	21 27.2	63 37.8	2 23.5	252 26.4	5 53.5	215 21.2	8 12.0	12			
	13	257 17.8	18 24.4	S 21.8	12 00.2	S 27.8	78 39.0	N 23.0	267 28.8	S 53.4	230 23.8	N 11.9	13			
	14	272 20.3	33 24.2	22.3	26 59.4	28.4	93 40.2	22.4	282 31.2	53.4	245 26.4	11.9	14			
	15	287 22.8	48 24.0	22.8	41 58.5	29.0	108 41.3	21.9	297 33.5	53.3	260 29.0	11.8	15			
	16	302 25.2	63 23.9	23.3	56 57.7	29.7	123 42.5	21.3	312 35.9	53.3	275 31.6	11.8	16			
	17	317 27.7	78 23.7	23.9	71 56.8	30.3	138 43.6	20.8	327 38.3	53.2	290 34.2	11.8	17			
	18	332 30.2	93 23.5	20 24.4	86 56.0	21 30.9	153 44.8	2 20.2	342 40.7	5 53.2	305 36.9	8 11.7	18			
	19	347 32.6	108 23.3	S 24.9	101 55.1	S 31.5	168 46.0	N 19.7	357 43.1	S 53.1	320 39.5	N 11.7	19			
	20	2 35.1	123 23.2	25.4	116 54.3	32.1	183 47.1	19.2	12 45.5	53.1	335 42.1	11.6	20			
	21	17 37.6	138 23.0	25.9	131 53.4	32.7	198 48.3	18.6	27 47.9	53.1	350 44.7	11.6	21			
	22	32 40.0	153 22.8	26.4	146 52.6	33.3	213 49.4	18.1	42 50.2	53.0	5 47.3	11.5	22			
	23	47 42.5	168 22.6	26.9	161 51.7	34.0	228 50.6	17.5	57 52.6	53.0	20 49.9	11.5	23			
		$\Delta+0.8$	$\Delta+0.5$	$\Delta+0.2$	$\Delta+0.6$	$\Delta+2.1$	$\Delta-0.5$	$\Delta+3.3$	$\Delta 0.0$	$\Delta+3.6$	$\Delta 0.0$					
		T_α	α	P_α	$12^\circ 11'$	243.03	0.1	$7^\circ 48'$	177.08	0.1	$19^\circ 13'$	349.08	0.0	$21^\circ 41'$	27.90	0.0

1998 г.

Ноябрь 21, 22, 23 (325, 326, 327)

$T_{г\circ}$	Луна				ϕ	22				21				22				23														
	t_p	Δ	δ	Δ		Нач. сум. навиг. гражд.				Восход Солнца Сут. изм.				Восход Луны Сут. изм.																		
д	ч	t_p	Δ	δ	Δ	ч	м	ч	м	м	ч	м	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м	ч	м			
0		161 55.0	11.9	S18 19.4	+3.5	N74	7	40	9	50																						
с у б о т а	1	176 25.9	11.8	18 22.9	+3.4	72	7	23	9	07																						
	2	190 56.7	11.7	18 26.3	+3.3	70	7	10	8	38	-9	10	42	+11	95	12	23	75	13	38	28	14	06	5								
	3	205 27.4	11.8	18 29.6	+3.2	68	7	00	8	16	-5	9	46	+5	78	11	29	63	12	32	40	16	12	22								
	4	219 58.2	11.7	18 32.8	+3.2	66	6	50	7	59	-4	9	13	+4	71	10	56	60	11	56	43	12	39	29								
	5	234 28.9	11.7	18 36.0	+3.0	64	6	43	7	45	-3	8	49	+3	67	10	32	58	11	30	45	12	15	33								
	6	248 59.6	11.6	S18 39.0	+3.0	62	6	36	7	33	-3	8	30	+3	65	10	13	57	11	10	46	11	56	35								
	7	263 30.2	11.6	18 42.0	+2.8	60	6	30	7	23	-2	8	14	+2	63	9	58	56	10	54	46	11	40	37								
	8	278 00.8	11.6	18 44.8	+2.8	58	6	25	7	14	-2	8	01	+2	62	9	45	55	10	40	47	11	27	39								
	9	292 31.4	11.5	18 47.6	+2.7	56	6	20	7	06	-2	7	50	+2	60	9	33	55	10	28	47	11	15	40								
	10	307 01.9	11.5	18 50.3	+2.6	54	6	15	6	59	-2	7	40	+2	59	9	23	54	10	17	48	11	05	41								
	11	321 32.4	11.5	18 52.9	+2.5	52	6	11	6	53	-2	7	31	+2	58	9	15	53	10	08	48	10	56	42								
	12	336 02.9	11.5	S18 55.4	+2.4	50	6	07	6	47	-2	7	23	+2	58	9	07	53	10	00	48	10	48	43								
	13	350 33.4	11.4	18 57.8	+2.4	45	5	58	6	34	-1	7	06	+1	56	8	50	52	9	42	49	10	31	44								
	14	5 03.8	11.4	19 00.2	+2.2	40	5	50	6	23	-1	6	53	+1	54	8	36	52	9	28	49	10	17	45								
	15	19 34.2	11.3	19 02.4	+2.1	30	5	36	6	05	-1	6	31	+1	52	8	14	51	9	05	50	9	55	47								
	16	34 04.5	11.4	19 04.5	+2.1	20	5	22	5	49	-1	6	13	+1	51	7	57	50	8	47	50	9	37	48								
	17	48 34.9	11.3	19 06.6	+2.0	N10	5	09	5	35	0	5	57	0	50	7	42	49	8	31	50	9	21	50								
	18	63 05.2	11.3	S19 08.6	+1.9	0	4	55	5	20	0	5	42	0	48	7	27	50	8	17	50	9	07	50								
	19	77 35.5	11.2	19 10.5	+1.7	S10	4	39	5	05	0	5	28	0	46	7	13	49	8	02	50	8	52	52								
	20	92 05.7	11.2	19 12.2	+1.7	20	4	19	4	48	0	5	12	0	45	6	58	48	7	46	51	8	37	52								
	21	106 35.9	11.2	19 13.9	+1.6	30	3	55	4	27	0	4	53	0	44	6	41	47	7	28	51	8	19	54								
	22	121 06.1	11.2	19 15.5	+1.5	40	3	20	3	59	+1	4	30	-1	41	6	19	47	7	06	50	7	56	56								
	23	135 36.3	11.1	19 17.0	+1.4	45	2	55	3	40	+1	4	15	-1	40	6	06	45	6	51	51	7	42	57								

22	0	150 06.4	11.1	S19 18.4	+1.4	50	2	21	3	16	+1	3	57	-1	38	5	50	44	6	34	51	7	25	58
	1	164 36.5	11.1	19 19.8	+1.2	52	2	03	3	04	+1	3	48	-1	37	5	42	44	6	26	51	7	17	59
	2	179 06.6	11.1	19 21.0	+1.1	54	1	40	2	51	+1	3	38	-1	37	5	34	43	6	17	51	7	08	60
	3	193 36.7	11.0	19 22.1	+1.0	56	1	08	2	35	+2	3	27	-1	35	5	24	43	6	07	51	6	58	60
	4	208 06.7	11.1	19 23.1	+1.0	58	/	/	2	16	+2	3	15	-2	33	5	13	42	5	55	52	6	47	61
	5	222 36.8	10.9	19 24.1	+0.8	S60	/	/	1	51	+2	3	00	-2	32	5	01	41	5	42	51	6	33	63
	6	237 06.7	11.0	S19 24.9	+0.8																			
	7	251 36.7	11.0	19 25.7	+0.6																			
	8	266 06.7	10.9	19 26.3	+0.6																			
	9	280 36.6	10.9	19 26.9	+0.4	N74																		
	10	295 06.5	10.9	19 27.3	+0.4	72																		
	11	309 36.4	10.9	19 27.7	+0.3	70	+9	12	49	-10	14	54	16	22	5	14	51	28	15	19	77	16	36	100
	12	324 06.3	10.8	S19 28.0	+0.2	68	+4	13	46	-5	15	15	16	32	21	15	45	40	16	25	65	17	30	82
	13	338 36.1	10.8	19 28.2	0.0	66	+3	14	19	-3	15	32	16	41	28	16	18	43	17	01	61	18	02	76
	14	353 05.9	10.8	19 28.2	0.0	64	+3	14	43	-3	15	46	16	49	31	16	42	45	17	27	59	18	26	72
	15	7 35.7	10.8	19 28.2	-0.1	62	+2	15	02	-2	15	58	16	55	35	17	02	45	17	47	58	18	45	69
	16	22 05.5	10.8	19 28.1	-0.2	60	+2	15	17	-2	16	08	17	02	36	17	17	46	18	03	58	19	01	66
	17	36 35.3	10.7	19 27.9	-0.3	58	+2	15	30	-2	16	17	17	07	38	17	31	46	18	17	57	19	14	65
	18	51 05.0	10.8	S19 27.6	-0.5	56	+1	15	42	-1	16	25	17	12	38	17	42	47	18	29	56	19	25	64
	19	65 34.8	10.7	19 27.1	-0.5	54	+1	15	52	-1	16	32	17	17	39	17	52	48	18	40	55	19	35	63
	20	80 04.5	10.7	19 26.6	-0.6	52	+1	16	00	-1	16	39	17	21	40	18	01	48	18	49	55	19	44	61
	21	94 34.2	10.7	19 26.0	-0.7	50	+1	16	08	-1	16	45	17	25	41	18	09	48	18	57	55	19	52	60
	22	109 03.9	10.6	19 25.3	-0.8	45	+1	16	25	-1	16	58	17	34	42	18	26	49	19	15	53	20	08	59
	23	123 33.5	10.7	19 24.5	-0.9	40	+1	16	39	-1	17	09	17	42	43	18	40	49	19	29	53	20	22	58
	0	138 03.2	10.6	S19 23.6	-1.0	30	0	17	01	0	17	27	17	56	46	19	03	49	19	52	52	20	44	55
	1	152 32.8	10.7	19 22.6	-1.1	20	0	17	19	0	17	43	18	10	47	19	21	49	20	10	52	21	02	53
	2	167 02.5	10.6	19 21.5	-1.2	N10	0	17	35	0	17	57	18	23	47	19	36	50	20	26	51	21	17	52
	3	181 32.1	10.6	19 20.3	-1.3	0	0	17	50	0	18	12	18	37	49	19	51	49	20	40	51	21	31	51
	4	196 01.7	10.6	19 19.0	-1.4	S10	0	18	05	0	18	27	18	54	49	20	05	50	20	55	50	21	45	49
	5	210 31.3	10.5	19 17.6	-1.5	20	-1	18	21	+1	18	45	19	13	51	20	21	50	21	11	49	22	00	48
	6	225 00.8	10.6	S19 16.1	-1.6	30	-1	18	39	+1	19	06	19	38	52	20	39	50	21	29	48	22	17	46
	7	239 30.4	10.6	19 14.5	-1.7	40	-1	19	03	+1	19	34	20	13	53	21	01	50	21	51	48	22	39	43
	8	254 00.0	10.5	19 12.8	-1.7	45	-1	19	18	+1	19	53	20	38	54	21	15	51	22	06	46	22	52	42
	9	268 29.5	10.5	19 11.1	-1.9	50	-2	19	36	+2	20	17	21	12	55	21	32	51	22	23	45	23	08	40
	10	282 59.0	10.6	19 09.2	-2.0	52	-2	19	45	+2	20	29	21	31	56	21	40	51	22	31	45	23	16	39
	11	297 28.6	10.5	19 07.2	-2.1	54	-2	19	55	+2	20	43	21	55	57	21	49	51	22	40	44	23	24	38
	12	311 58.1	10.5	S19 05.1	-2.2	56	-2	20	06	+2	20	59	22	28	57	21	59	51	22	50	44	23	34	37
	13	326 27.6	10.5	19 02.9	-2.3	58	-2	20	19	+2	21	18	/	/	59	22	11	51	23	02	43	23	45	35
	14	340 57.1	10.5	19 00.6	-2.4	S60	-3	20	34	+3	21	44	/	/	60	22	24	51	23	15	42	23	57	34
	15	355 26.6	10.5	18 58.2	-2.4																			
	16	9 56.1	10.4	18 55.8	-2.6																			
	17	24 25.5	10.5	18 53.2	-2.7																			
	18	38 55.0	10.5	S18 50.5	-2.8																			
	19	53 24.5	10.4	18 47.7	-2.8																			
	20	67 53.9	10.5	18 44.9	-3.0																			
	21	82 23.4	10.4	18 41.9	-3.1	21	11	46	В	-14	17	16.2	1	15	Н	13	39	В	14.9	54.5	1.3			
	22	96 52.8	10.5	18 38.8	-3.2	22	11	46	В	-14	02	16.2	2	04	Н	14	29	В	15.0	54.9	2.8			
	23	111 22.3	10.4	18 35.6	-3.2	23	11	46	В	-13	46	16.2	2	54	Н	15	19	В	15.1	55.3	3.8			
						Да-та	Солнце					Луна												
							T _к	η		R	T _к				R	P _н	возр.	фаза						
							ч	м	м	с	ч	м	ч	м	ч	м	д							

Звезды. Видимые места. 1998 г.

Дата	(1) 2.2		(2) 2.4		(7) 2.2		(11) 0.6		(15) 2.3		(16) 2.2		(17) 3.4		(20) 1.9		(24) 1.1		(27) 0.3		(28) 0.2		(30) 1.8		(35) 1.8					
	α Андромеды Альферас	δ	β Кассиопеи Кафф	τ*	δ	γ Андромеды Альмак	τ*	δ	α Эридана Ахернар	τ*	δ	α Овна Хамаль	τ*	δ	θ Эридана Акамар	τ*	δ	α Персея Мирфак	τ*	δ	β Ориона Ригель	τ*	δ	α Возничего Капелла	τ*	δ	δ Тельца Нат	τ*	δ	ε Ориона Альнилам
I	357°	N29°	357°	N59°	349°	S17°	335°	S57°	329°	N42°	328°	N23°	315°	S40°	304°	N49°	291°	N16°	281°	S8°	280°	N45°	278°	N28°	275	S1°	275	S1°	275	S1°
	55.8	04.9	43.9	08.6	07.8	00.0	35.5	15.2	03.2	19.3	14.0	27.2	27.1	19.1	27.1	57.0	51.3	02.7	30.2	23.1	12.4	51.5	59.7	27.2	36.2	58.1	12.4	58.1	12.4	
	55.8	04.8	44.0	08.6	07.8	00.1	35.6	15.2	03.2	19.3	14.0	27.2	27.2	19.1	27.2	57.0	51.3	02.7	30.2	23.1	12.5	51.5	59.7	27.2	36.2	58.1	12.4	58.1	12.4	
II	55.9	04.8	44.1	08.5	07.9	00.1	35.8	15.2	03.3	19.3	14.1	27.1	27.3	19.1	27.3	57.1	51.3	02.7	30.2	23.2	12.5	51.6	59.8	27.3	36.3	58.1	12.4	58.1	12.4	
	55.9	04.8	44.2	08.4	07.9	00.1	35.9	15.2	03.4	19.3	14.1	27.1	27.3	19.1	27.3	57.2	51.3	02.8	30.2	23.2	12.5	51.6	59.8	27.3	36.3	58.1	12.4	58.1	12.4	
	55.9	04.7	44.2	08.4	07.9	00.1	35.9	15.1	03.4	19.2	14.2	27.1	27.1	19.1	27.4	57.3	51.3	02.8	30.2	23.3	12.5	51.7	59.8	27.3	36.3	58.2	12.5	58.2	12.5	
III	55.9	04.7	44.2	08.4	07.9	00.1	35.9	15.1	03.4	19.2	14.2	27.1	27.1	19.1	27.4	57.3	51.3	02.8	30.2	23.3	12.5	51.7	59.8	27.3	36.3	58.2	12.5	58.2	12.5	
	56.0	04.7	44.2	08.3	08.0	00.0	36.0	15.0	03.5	19.2	14.2	27.1	27.5	19.1	27.5	57.4	51.3	02.9	30.2	23.3	12.5	51.8	59.8	27.4	36.3	58.2	12.5	58.2	12.5	
	55.9	04.7	44.2	08.3	08.0	00.0	36.1	15.0	03.5	19.2	14.3	27.1	27.6	19.1	27.6	57.4	51.3	03.0	30.2	23.4	12.5	51.9	59.8	27.5	36.3	58.3	12.5	58.3	12.5	
IV	55.9	04.6	44.2	08.2	07.9	00.1	36.1	14.9	03.6	19.1	14.3	27.1	27.6	19.0	27.6	57.5	51.2	03.0	30.2	23.4	12.5	51.9	59.8	27.5	36.3	58.3	12.5	58.3	12.5	
	55.9	04.6	44.2	08.2	07.9	00.1	36.1	14.9	03.6	19.1	14.3	27.0	27.6	19.0	27.6	57.5	51.2	03.0	30.2	23.5	12.5	52.0	59.7	27.6	36.2	58.4	12.4	58.4	12.4	
	55.8	04.6	44.1	08.2	07.9	00.1	36.1	14.8	03.5	19.1	14.3	27.0	27.6	18.9	27.6	57.5	51.2	03.0	30.2	23.5	12.5	52.0	59.7	27.6	36.2	58.4	12.4	58.4	12.4	
V	55.6	04.7	43.7	08.1	07.7	00.1	35.8	14.6	03.3	19.0	14.1	27.1	27.6	18.7	27.5	57.4	51.1	03.0	30.2	23.5	12.4	52.0	59.7	27.6	36.2	58.4	12.4	58.4	12.4	
	55.5	04.7	43.5	08.1	07.6	00.1	35.8	14.5	03.2	19.0	14.0	27.1	27.6	18.7	27.5	57.3	51.1	03.0	30.2	23.5	12.4	52.0	59.6	27.6	36.2	58.4	12.4	58.4	12.4	
	55.4	04.7	43.4	08.1	07.5	00.1	35.6	14.5	03.1	19.0	13.9	27.1	27.4	18.6	27.4	57.2	51.0	02.9	30.2	23.5	12.3	52.0	59.6	27.6	36.2	58.4	12.3	58.4	12.3	
VII	55.3	04.7	43.3	08.2	07.4	00.1	35.5	14.5	03.1	19.1	13.9	27.1	27.3	18.6	27.3	57.1	51.0	02.9	30.2	23.4	12.3	51.9	59.6	27.5	36.2	58.4	12.3	58.4	12.3	
	55.2	04.8	43.2	08.2	07.3	00.1	35.4	14.4	03.0	19.1	13.8	27.1	27.2	18.5	27.2	57.1	51.0	02.8	30.2	23.4	12.3	51.8	59.6	27.5	36.2	58.3	12.3	58.3	12.3	
	55.2	04.8	43.1	08.2	07.3	00.1	35.3	14.4	02.9	19.1	13.7	27.2	27.2	18.5	27.2	56.9	51.0	02.7	30.2	23.3	12.2	51.7	59.6	27.4	36.2	58.3	12.2	58.3	12.2	
VIII	55.1	04.9	43.0	08.3	07.2	00.1	35.2	14.4	02.8	19.1	13.6	27.2	27.1	18.5	27.1	56.8	51.1	02.7	30.3	23.3	12.2	51.6	59.5	27.3	36.2	58.2	12.2	58.2	12.2	
	55.0	04.9	42.9	08.4	07.1	00.1	35.1	14.4	02.7	19.2	13.5	27.2	27.0	18.5	26.7	56.7	51.1	02.6	30.3	23.2	12.2	51.5	59.5	27.2	36.2	58.1	12.2	58.1	12.2	
	55.0	04.9	42.8	08.4	07.1	00.1	35.0	14.4	02.6	19.2	13.5	27.3	26.7	18.4	26.9	56.6	51.1	02.5	30.3	23.1	12.2	51.4	59.5	27.2	36.2	58.1	12.2	58.1	12.2	
IX	54.9	05.0	42.7	08.5	07.0	00.1	34.9	14.5	02.5	19.2	13.4	27.3	26.8	18.4	26.8	56.5	51.1	02.4	30.3	23.0	12.1	51.3	59.5	27.1	36.2	58.0	12.2	58.0	12.2	
	54.9	05.0	42.7	08.5	07.0	00.1	34.8	14.5	02.4	19.3	13.3	27.3	26.7	18.5	26.7	56.4	51.2	02.4	30.3	23.0	12.1	51.2	59.5	27.0	36.2	57.9	12.2	57.9	12.2	
	54.9	05.1	42.7	08.6	07.0	00.1	34.7	14.5	02.4	19.3	13.3	27.3	26.7	18.5	26.7	56.3	51.2	02.3	30.3	22.9	12.1	51.1	59.6	26.9	36.2	57.9	12.1	57.9	12.1	
X	54.9	05.1	42.7	08.6	06.9	00.1	34.7	14.6	02.3	19.3	13.2	27.4	26.6	18.5	26.6	56.2	51.2	02.2	30.3	22.8	12.1	51.0	59.6	26.8	36.2	57.8	12.2	57.8	12.2	
	54.9	05.1	42.7	08.7	06.9	00.1	34.7	14.6	02.3	19.4	13.2	27.4	26.6	18.5	26.6	56.2	51.3	02.2	30.3	22.8	12.2	50.9	59.6	26.8	36.2	57.7	12.2	57.7	12.2	
	54.9	05.1	42.7	08.7	06.9	00.1	34.7	14.6	02.3	19.4	13.2	27.4	26.5	18.4	26.5	56.1	51.3	02.1	30.3	22.7	12.2	50.9	59.6	26.7	36.2	57.7	12.2	57.7	12.2	
XI	54.9	05.2	42.8	08.8	06.9	00.1	34.7	14.7	02.2	19.5	13.2	27.4	26.5	18.6	26.5	56.0	51.3	02.0	30.3	22.6	12.2	50.8	59.6	26.6	36.2	57.6	12.2	57.6	12.2	
	54.9	05.2	42.8	08.8	07.0	00.1	34.7	14.8	02.2	19.5	13.2	27.4	26.5	18.7	26.5	56.0	51.4	02.0	30.3	22.6	12.2	50.7	59.6	26.5	36.3	57.5	12.2	57.5	12.2	
	55.0	05.2	42.9	08.8	07.0	00.1	34.7	14.8	02.2	19.5	13.2	27.4	26.5	18.7	26.5	56.0	51.4	02.0	30.3	22.6	12.2	50.6	59.7	26.5	36.3	57.5	12.2	57.5	12.2	
XII	55.0	05.2	42.9	08.9	07.0	00.1	34.8	14.9	02.3	19.5	13.2	27.4	26.5	18.8	26.5	56.0	51.4	01.9	30.3	22.5	12.3	50.6	59.7	26.4	36.3	57.4	12.3	57.4	12.3	
	55.0	05.2	43.0	08.9	07.0	00.1	34.9	14.9	02.3	19.6	13.2	27.4	26.5	18.8	26.5	56.0	51.5	01.9	30.3	22.5	12.3	50.5	59.7	26.4	36.3	57.4	12.3	57.4	12.3	
	55.1	05.2	43.1	08.9	07.1	00.1	34.9	14.9	02.3	19.6	13.2	27.4	26.6	18.8	26.6	56.0	51.5	01.9	30.3	22.5	12.3	50.5	59.7	26.4	36.3	57.4	12.3	57.4	12.3	
α	2.01		2.03		10.09		24.04		39.09		31.08		44.05		51.00		68.09		78.06		79.01		81.05		84.00					

Дата	(40) 0.1-1.2		(44) -0.9		(46) -1.6		(48) 1.6		(54) 2.0-2.8		(55) 0.5		(56) 1.2		(60) 1.7		(62) 2.2		(63) 1.8		(65) 2.2		(67) 1.3		(72) 2.0		
	α Ориона Бетельгейзе	τ*	α Арго Канопус	τ*	α Б. Пса Сириус	τ*	ε Б. Пса Адхара	τ*	α Близнецов Кастор	τ*	α М. Пса Процион	τ*	β Близнецов Поллукс	τ*	ε Арго Авиор	τ*	λ Арго Сухайль	τ*	β Арго Миллацидус	τ*	α Гядры Альфард	τ*	α Льва Регул	τ*	α Б. Медведицы Дубхе	τ*	δ
I	138 138 138	271° 264°	419 419 420	438 438 438	516° 258°	255° 528°	21.4 21.4 21.4	246° N31°	53.4 53.4 53.4	245° N5°	11.8 11.7 11.7	41.8 41.8 41.8	243° N28°	22.1 22.1 22.1	559° S69°	223° S43°	00.7 00.6 00.6	41.2 41.1 41.1	218° S8°	07.4 07.4 07.3	218° S8°	55.9 55.8 55.8	207° N11°	05.9 05.8 05.7	194° N61°	05.9 05.8 05.7	194° N61°
II	138 138 139	242 242 242	42.0 42.1 42.1	43.8 43.1 43.9	43.1 43.1 43.1	21.4 21.5 21.5	226° 226° 226°	53.4 53.4 53.4	11.7 11.7 11.8	13.6 13.6 13.6	41.8 41.8 41.8	22.1 22.1 22.2	30.4 30.5 30.5	00.6 00.6 00.6	25.6 25.6 25.6	42.6 42.7 42.8	41.1 41.1 41.1	07.3 07.3 07.3	39.2 39.2 39.2	07.3 07.3 07.3	55.7 55.7 55.7	58.4 58.4 58.4	05.6 05.5 05.4	58.4 58.4 58.4	05.6 05.5 05.4	58.4 58.4 58.4	
III	139 139 140	242 242 242	42.1 42.1 42.1	43.9 43.2 44.0	43.1 43.2 43.2	21.5 21.6 21.6	226° 227° 227°	53.5 53.5 53.5	11.8 11.8 11.9	13.6 13.6 13.6	41.8 41.9 41.9	22.2 22.3 22.4	30.6 30.6 30.6	00.6 00.7 00.7	25.8 25.8 25.8	42.8 42.9 42.9	41.2 41.3 41.4	07.3 07.3 07.3	39.3 39.3 39.3	07.3 07.3 07.3	55.7 55.7 55.7	58.4 58.4 58.4	05.4 05.4 05.4	58.4 58.4 58.4	05.4 05.4 05.4	58.4 58.4 58.4	
IV	140 141 141	242 242 242	42.1 42.1 42.1	44.0 44.1 44.1	43.1 43.1 43.1	21.7 21.8 21.8	228° 228° 229°	53.5 53.5 53.5	11.9 12.0 12.0	13.6 13.6 13.6	42.0 42.0 42.1	22.5 22.6 22.7	30.7 30.7 30.7	00.8 00.8 00.9	25.9 25.9 25.9	43.0 43.0 43.0	41.6 41.7 41.8	07.4 07.4 07.4	39.3 39.3 39.3	07.4 07.4 07.4	55.7 55.7 55.8	58.4 58.4 58.5	05.5 05.5 05.6	58.4 58.4 58.5	05.5 05.5 05.6	58.4 58.4 58.5	
V	141 142 142	242 242 242	42.1 42.0 42.0	44.2 44.2 44.2	43.1 43.1 43.1	21.9 21.9 21.9	229° 230° 230°	53.5 53.5 53.5	12.1 12.1 12.1	13.6 13.6 13.6	42.1 42.1 42.2	23.0 23.0 23.0	30.6 30.6 30.6	01.1 01.1 01.1	25.9 25.9 25.9	43.0 43.0 43.0	42.3 42.3 42.3	07.5 07.5 07.5	39.3 39.3 39.3	07.5 07.5 07.5	55.9 55.8 55.9	58.5 58.5 58.5	05.8 05.8 05.8	58.5 58.5 58.5	05.8 05.8 05.8	58.5 58.5 58.5	
VI	142 141 141	242 242 243	41.9 41.9 41.8	44.2 44.2 44.2	43.0 43.0 43.0	21.9 22.0 22.0	230° 230° 230°	53.5 53.5 53.5	12.1 12.1 12.1	13.6 13.6 13.6	42.2 42.2 42.2	23.1 23.2 23.2	30.6 30.6 30.5	01.1 01.2 01.2	25.9 25.8 25.8	43.0 43.0 42.9	42.4 42.6 42.7	07.6 07.6 07.6	39.2 39.2 39.2	07.6 07.6 07.6	55.9 55.9 56.0	58.5 58.5 58.5	05.9 06.0 06.1	58.5 58.5 58.5	05.9 06.0 06.1	58.5 58.5 58.5	
VII	141 140 140	243 243 243	41.8 41.7 41.7	44.2 44.2 44.1	42.9 42.9 42.9	21.9 21.9 21.9	230° 230° 229°	53.5 53.4 53.4	12.1 12.1 12.0	13.7 13.7 13.7	42.1 42.1 42.1	23.3 23.3 23.3	30.3 30.4 30.4	01.3 01.3 01.3	25.8 25.7 25.7	42.8 42.9 42.8	42.8 42.8 42.9	07.6 07.6 07.6	39.2 39.2 39.1	07.6 07.6 07.6	56.0 56.0 56.0	58.5 58.5 58.5	06.2 06.2 06.3	58.5 58.5 58.5	06.2 06.2 06.3	58.5 58.5 58.5	
VIII	139 139 138	243 244 244	41.6 41.6 41.5	44.1 44.0 44.0	42.8 42.8 42.8	21.8 21.8 21.7	228° 228° 228°	53.4 53.4 53.4	12.0 12.0 11.9	13.7 13.7 13.7	42.1 42.0 42.0	23.3 23.2 23.2	30.3 30.3 30.2	01.3 01.2 01.2	25.6 25.6 25.5	42.9 42.9 42.9	42.9 42.9 42.9	07.6 07.6 07.6	39.1 39.1 39.1	07.6 07.6 07.6	56.0 56.0 56.0	58.5 58.5 58.5	06.3 06.3 06.3	58.5 58.5 58.5	06.3 06.3 06.3	58.5 58.5 58.5	
IX	137 136 136	244 244 244	41.5 41.5 41.5	43.9 43.8 43.8	42.8 42.8 42.7	21.7 21.6 21.5	227° 226° 225°	53.4 53.4 53.4	11.9 11.8 11.7	13.7 13.7 13.7	41.9 41.8 41.8	23.1 23.0 22.9	30.2 30.1 30.1	01.2 01.2 01.1	25.5 25.5 25.4	42.8 42.7 42.6	42.8 42.7 42.6	07.6 07.5 07.5	39.1 39.1 39.1	07.6 07.5 07.5	55.9 55.9 55.9	58.5 58.5 58.5	06.3 06.3 06.3	58.5 58.5 58.5	06.3 06.3 06.3	58.5 58.5 58.5	
X	135 134 134	244 244 244	41.5 41.5 41.5	43.7 43.6 43.6	42.8 42.8 42.8	21.4 21.4 21.3	225° 224° 223°	53.3 53.3 53.3	11.7 11.6 11.5	13.7 13.7 13.7	41.7 41.6 41.5	22.8 22.7 22.6	30.1 30.1 30.1	01.0 00.9 00.8	25.4 25.4 25.4	42.5 42.4 42.2	42.5 42.4 42.2	07.4 07.4 07.3	39.1 39.1 39.1	07.4 07.4 07.3	55.8 55.8 55.7	58.5 58.5 58.4	06.2 06.1 06.0	58.5 58.5 58.4	06.2 06.1 06.0	58.5 58.5 58.4	
XI	133 132 132	244 243 243	41.6 41.6 41.7	43.5 43.4 43.4	42.8 42.8 42.9	21.2 21.1 21.1	222° 221° 220°	53.3 53.3 53.3	11.4 11.4 11.3	13.7 13.6 13.6	41.4 41.3 41.3	22.5 22.3 22.2	30.1 30.1 30.1	00.7 00.6 00.5	25.4 25.4 25.5	42.0 41.8 41.7	42.0 41.8 41.7	07.2 07.1 07.1	39.1 39.1 39.1	07.2 07.1 07.1	55.6 55.6 55.5	58.4 58.4 58.3	05.9 05.8 05.7	58.4 58.4 58.3	05.9 05.8 05.7	58.4 58.3 58.3	
XII	131 131 131	243 243 243	41.7 41.8 41.8	43.3 43.3 43.2	42.9 43.0 43.0	21.0 20.9 20.9	219° 218° 218°	53.3 53.3 53.3	11.2 11.2 11.1	13.6 13.6 13.5	41.6 41.6 41.1	22.0 21.9 21.8	30.2 30.2 30.3	00.5 00.4 00.3	25.5 25.5 25.6	41.5 41.4 41.2	41.5 41.4 41.2	06.8 06.9 06.8	39.2 39.2 39.3	06.8 06.9 06.8	55.3 55.3 55.2	58.3 58.3 58.3	05.4 05.4 05.2	58.3 58.3 58.3	05.4 05.4 05.2	58.3 58.3 58.3	
α	88.8 ⁸	96.0 ⁰	101.3 ³	104.6 ⁶	113.6 ⁶	114.8 ⁸	116.3 ³	125.6 ⁶	137.0 ⁰	138.3 ³	141.9 ⁹	152.9 ¹	165.9 ⁹														

Дата	(74) 2.2		(80) 1.6		(86) 1.5		(87) 1.7		(91) 2.4		(92) 1.2		(98) 2.3		(99) 0.2		(102) 0.3		(106) 2.2		(111) 2.3		(117) 1.2		(122) 1.9		
	β Льва Денебола	τ*	α Южного Креста Акрукс	τ*	β Южного Креста Мимоза	τ*	ε Большой Медведицы Алиот	τ*	ξ Большой Медведицы Мицар	τ*	α Девы Слика	τ*	θ Центавра Менкент	τ*	α Волопаса Арктур	τ*	α Центавра Ригил- Кентавр	τ*	β Малой Медведицы Кохаб	τ*	α Северной Короны Альфарка	τ*	α Скорпиона Антарес	τ*	α Южного Треугольника Атриа		
	182	173°	168°	159°	159°	159°	159°	159°	159°	158°	146°	146°	146°	146°	146°	146°	146°	146°	146°	146°	146°	146°	146°	146°	146°	146°	146°
I	456	22.4	04.9	05.7	04.3	02.6	02.6	02.6	02.6	43.8	06.7	06.7	06.7	06.7	06.7	06.7	06.7	06.7	06.7	06.7	06.7	06.7	06.7	06.7	06.7	06.7	06.7
	456	22.2	05.0	05.6	04.0	02.5	02.5	02.5	02.5	43.7	06.6	06.6	06.6	06.6	06.6	06.6	06.6	06.6	06.6	06.6	06.6	06.6	06.6	06.6	06.6	06.6	06.6
	455	22.1	05.0	05.5	40.4	02.4	02.4	02.4	02.4	43.6	06.5	06.5	06.5	06.5	06.5	06.5	06.5	06.5	06.5	06.5	06.5	06.5	06.5	06.5	06.5	06.5	06.5
II	454	22.0	05.1	05.4	40.5	02.3	02.3	02.3	02.3	43.5	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4
	454	21.9	05.1	05.3	40.5	02.2	02.2	02.2	02.2	43.5	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3
	453	21.8	05.2	05.2	40.6	02.1	02.1	02.1	02.1	43.4	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3
III	453	21.7	05.2	05.1	40.6	02.0	02.0	02.0	02.0	43.4	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2
	453	21.7	05.2	05.1	40.6	02.0	02.0	02.0	02.0	43.4	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2
	453	21.7	05.2	05.0	40.7	01.9	01.9	01.9	01.9	43.3	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1
IV	453	21.7	05.4	05.0	40.8	01.9	01.9	01.9	01.9	43.2	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1
	453	21.7	05.5	05.0	40.8	01.9	01.9	01.9	01.9	43.2	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1
	453	21.7	05.5	05.0	40.9	01.9	01.9	01.9	01.9	43.2	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0
V	453	21.7	05.6	05.0	40.9	01.9	01.9	01.9	01.9	43.2	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0
	453	21.8	05.6	05.1	40.9	01.9	01.9	01.9	01.9	43.2	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0
	454	21.9	05.6	05.2	41.0	02.0	02.0	02.0	02.0	43.3	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0	06.0
VI	454	22.0	05.7	05.2	41.0	02.1	02.1	02.1	02.1	43.3	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1
	455	22.1	05.7	05.3	41.0	02.1	02.1	02.1	02.1	43.3	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1
VII	455	22.2	05.7	05.4	41.0	02.2	02.2	02.2	02.2	43.3	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1
	455	22.3	05.7	05.5	41.0	02.3	02.3	02.3	02.3	43.3	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1	06.1
	455	22.4	05.6	05.6	41.0	02.3	02.3	02.3	02.3	43.4	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2
VIII	456	22.5	05.6	05.6	41.0	02.4	02.4	02.4	02.4	43.4	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2
	456	22.5	05.6	05.7	41.0	02.5	02.5	02.5	02.5	43.4	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3
	456	22.6	05.5	05.8	40.9	02.5	02.5	02.5	02.5	43.5	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3
IX	456	22.7	05.5	05.8	40.9	02.6	02.6	02.6	02.6	43.5	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3
	456	22.7	05.4	05.9	40.8	02.6	02.6	02.6	02.6	43.5	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4
	456	22.7	05.4	05.9	40.8	02.6	02.6	02.6	02.6	43.5	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4
X	455	22.7	05.3	05.9	40.7	02.7	02.7	02.7	02.7	43.5	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4
	455	22.6	05.3	05.8	40.7	02.7	02.7	02.7	02.7	43.5	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4
XI	454	22.5	05.2	05.7	40.6	02.6	02.6	02.6	02.6	43.5	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4
	454	22.4	05.2	05.6	40.6	02.6	02.6	02.6	02.6	43.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4	06.4
	453	22.3	05.2	05.5	40.6	02.5	02.5	02.5	02.5	43.4	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3
XII	452	22.1	05.2	05.4	40.6	02.4	02.4	02.4	02.4	43.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3	06.3
	451	22.0	05.2	05.3	40.6	02.3	02.3	02.3	02.3	43.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2
	450	21.8	05.2	05.1	40.6	02.2	02.2	02.2	02.2	43.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2	06.2
α																											

Дата	(129) 1.7 λ Скорпиона Жаула		(130) 2.1 α Энеосца Расальгауэ		(134) 2.4 γ Дракона Эльтанин		(139) 0.1 α Лиры Вега		(140) 2.1 σ Стрельца Нунки		(146) 0.9 α Орла Альтаир		(148) 2.1 α Павлина Пикок		(149) 1.3 α Лебедя Денеб		(152) 2.5 ε Пегаса Энф		(154) 2.2 α Журавля Ал Наир		(157) 1.3 α Южной Рыбы Фомальхаут		
	τ*	δ	τ*	δ	τ*	δ	τ*	δ	τ*	δ	τ*	δ	τ*	δ	τ*	δ	τ*	δ	τ*	δ	τ*	δ	
I	38.4	05.9	17.8	33.8	52.2	29.4	47.4	47.0	13.3	17.8	20.1	51.9	38.5	44.5	39.9	16.6	59.0	52.0	58.9	58.4	37.2	38.1	
	38.3	05.9	17.7	33.7	52.1	29.4	47.4	47.0	13.3	17.8	20.0	51.9	38.4	44.5	39.9	16.5	59.0	52.0	58.9	58.4	37.3	38.1	
	38.2	05.9	17.7	33.7	52.1	29.3	47.3	46.9	13.3	17.8	20.0	51.8	38.4	44.4	39.9	16.5	59.0	52.0	59.0	58.4	37.3	38.1	
II	38.1	05.9	17.6	33.7	52.0	29.3	47.3	46.9	13.2	17.8	20.0	51.8	38.4	44.4	39.9	16.4	59.0	51.9	59.0	58.3	37.3	38.1	
	38.1	05.9	17.5	33.7	51.9	29.2	47.2	46.8	13.1	17.8	20.0	51.8	38.3	44.4	39.9	16.4	59.0	51.9	59.0	58.3	37.3	38.1	
	38.0	05.9	17.4	33.6	51.8	29.2	47.1	46.8	13.1	17.8	19.9	51.8	38.2	44.3	39.8	16.3	58.9	51.9	58.9	58.2	37.3	38.1	
III	37.9	05.9	17.4	33.6	51.7	29.2	47.1	46.8	13.0	17.8	19.8	51.7	38.2	44.3	39.8	16.3	58.9	51.9	58.9	58.2	37.3	38.0	
	37.8	05.9	17.3	33.6	51.6	29.2	47.0	46.7	12.9	17.8	19.8	51.7	38.1	44.3	39.7	16.3	58.9	51.9	58.9	58.2	37.2	38.0	
	37.7	05.9	17.2	33.6	51.5	29.2	46.9	46.7	12.9	17.8	19.7	51.7	38.0	44.2	39.7	16.2	58.8	51.9	58.8	58.1	37.2	38.0	
IV	37.6	05.9	17.2	33.6	51.4	29.2	46.8	46.7	12.8	17.8	19.7	51.7	37.8	44.2	39.6	16.2	58.8	51.9	58.7	58.1	37.2	37.9	
	37.5	06.0	17.1	33.6	51.3	29.2	46.7	46.8	12.7	17.8	19.6	51.8	37.7	44.2	39.5	16.2	58.7	51.9	58.7	58.0	37.1	37.9	
	37.5	06.0	17.0	33.7	51.2	29.2	46.6	46.8	12.6	17.8	19.5	51.8	37.6	44.1	39.4	16.2	58.7	51.9	58.6	58.0	37.1	37.9	
V	37.4	06.0	17.0	33.7	51.2	29.3	46.6	46.8	12.5	17.8	19.5	51.8	37.5	44.1	39.3	16.2	58.6	51.9	58.5	58.0	37.0	37.8	
	37.3	06.0	16.9	33.7	51.1	29.3	46.5	46.9	12.5	17.8	19.4	51.8	37.3	44.1	39.2	16.3	58.5	51.9	58.4	57.9	36.9	37.8	
	37.3	06.0	16.9	33.7	51.0	29.4	46.4	46.9	12.4	17.8	19.3	51.8	37.2	44.1	39.1	16.3	58.4	52.0	58.3	57.9	36.8	37.7	
VI	37.2	06.0	16.9	33.8	51.0	29.4	46.4	47.0	12.3	17.8	19.3	51.9	37.1	44.1	39.0	16.3	58.4	52.0	58.2	57.9	36.7	37.7	
	37.2	06.0	16.8	33.8	51.0	29.5	46.3	47.0	12.3	17.8	19.2	51.9	37.0	44.1	39.0	16.4	58.3	52.0	58.0	57.9	36.7	37.7	
	37.1	06.0	16.8	33.8	51.0	29.5	46.3	47.1	12.2	17.8	19.1	52.0	36.9	44.2	38.9	16.4	58.2	52.1	58.0	57.9	36.6	37.7	
VII	37.1	06.1	16.8	33.9	51.0	29.6	46.3	47.1	12.2	17.8	19.1	52.0	36.8	44.2	38.8	16.5	58.1	52.1	57.9	57.9	36.5	37.6	
	37.1	06.1	16.8	33.9	51.0	29.6	46.3	47.2	12.2	17.8	19.1	52.0	36.7	44.2	38.8	16.5	58.1	52.2	57.8	57.9	36.4	37.6	
	37.1	06.1	16.8	33.9	51.0	29.7	46.3	47.2	12.1	17.8	19.1	52.0	36.7	44.2	38.8	16.6	58.0	52.2	57.7	57.9	36.3	37.6	
VIII	37.2	06.1	16.8	33.9	51.1	29.7	46.3	47.2	12.2	17.8	19.1	52.1	36.6	44.3	38.8	16.7	58.0	52.2	57.6	57.9	36.3	37.6	
	37.2	06.1	16.8	34.0	51.1	29.7	46.4	47.3	12.2	17.8	19.1	52.1	36.6	44.3	38.8	16.7	58.0	52.3	57.6	57.9	36.2	37.6	
	37.2	06.1	16.9	34.0	51.2	29.8	46.4	47.3	12.2	17.8	19.1	52.1	36.7	44.3	38.8	16.8	58.0	52.3	57.6	58.0	36.2	37.6	
IX	37.3	06.1	17.0	34.0	51.3	29.8	46.5	47.3	12.2	17.8	19.1	52.1	36.7	44.4	38.8	16.8	58.0	52.3	57.6	58.0	36.2	37.7	
	37.3	06.1	17.0	34.0	51.4	29.8	46.5	47.3	12.3	17.8	19.1	52.1	36.7	44.4	38.9	16.8	58.0	52.3	57.6	58.0	36.2	37.7	
	37.4	06.1	17.0	34.0	51.5	29.8	46.6	47.4	12.3	17.8	19.2	52.2	36.8	44.4	38.9	16.9	58.0	52.3	57.6	58.1	36.2	37.7	
X	37.5	06.1	17.1	34.0	51.5	29.8	46.7	47.4	12.4	17.8	19.2	52.2	36.9	44.5	39.0	16.9	58.0	52.3	57.6	58.1	36.2	37.7	
	37.5	06.1	17.1	34.0	51.6	29.8	46.7	47.3	12.4	17.8	19.3	52.2	37.0	44.5	39.0	16.9	58.1	52.3	57.7	58.1	36.2	37.7	
	37.5	06.1	17.2	33.9	51.7	29.7	46.8	47.3	12.5	17.8	19.3	52.2	37.0	44.5	39.1	16.9	58.1	52.3	57.7	58.1	36.2	37.8	
XI	37.6	06.1	17.2	33.9	51.8	29.7	46.9	47.3	12.5	17.8	19.4	52.1	37.1	44.5	39.2	16.9	58.1	52.3	57.8	58.2	36.3	37.8	
	37.6	06.1	17.2	33.9	51.8	29.7	46.9	47.3	12.5	17.8	19.4	52.1	37.2	44.5	39.3	16.9	58.2	52.3	57.8	58.2	36.3	37.8	
	37.6	06.1	17.2	33.9	51.9	29.6	46.9	47.2	12.6	17.8	19.4	52.1	37.3	44.5	39.3	16.9	58.2	52.3	57.9	58.2	36.3	37.8	
XII	37.6	06.0	17.2	33.8	51.9	29.6	47.0	47.2	12.6	17.8	19.4	52.1	37.3	44.5	39.4	16.9	58.2	52.3	57.9	58.2	36.4	37.8	
	37.6	06.0	17.2	33.8	51.9	29.5	47.0	47.1	12.6	17.8	19.4	52.1	37.4	44.4	39.4	16.8	58.3	52.3	58.0	58.2	36.4	37.9	
	37.6	06.0	17.2	33.8	51.9	29.5	47.0	47.1	12.5	17.8	19.4	52.0	37.4	44.4	39.4	16.8	58.3	52.3	58.0	58.2	36.4	37.9	
	263.04		263.07		269.01		279.02		283.08		297.07		306.04		310.03		326.06		332.00		344.04		
α																							

Дата		(160) 2.2				
		Малой Медведицы Полярная				
		t*		Δ	δ	
I	1	322°	15.4	+3.6	N 89°	15.5
	11		19.0	+4.0		15.5
	21		23.0	+4.2		15.6
	31		27.2	+4.2		15.6
II	10		31.4	+4.1		15.6
	20		35.5	+3.9		15.5
III	2		39.4	+3.3		15.5
	12		42.7	+2.8		15.5
	22		46.5	+2.1		15.4
IV	1		47.6	+1.4		15.4
	11		49.0	+0.6		15.4
	21		49.6	-0.2		15.3
V	1		49.4	-1.0		15.2
	11		48.4	-1.7		15.2
	21		46.7	-2.4		15.2
VI	1		44.3	-2.9		15.1
	10		41.4	-3.4		15.1
	20		38.0	-3.8		15.0
VII	10		34.2	-4.0		15.0
	20		30.2	-4.2		15.0
	30		26.0	-4.4		15.0
VIII	10		21.6	-4.3		15.0
	20		17.3	-4.2		15.0
	30		13.1	-4.1		15.1
IX	9		09.0	-3.7		15.1
	18		05.3	-3.4		15.1
	28		01.9	-3.0		15.2
X	8	322	58.9	-2.4		15.2
	18	321	56.5	-2.0		15.3
	28		54.5	-1.3		15.3
XI	7		53.2	-0.6		15.4
	17		52.6	+0.1		15.5
	27		52.7	+0.8		15.5
XII	7		53.5	+1.5		15.6
	17		55.0	+2.2		15.6
	27		57.2	+2.9		15.7
		321	00.1		N 89°	15.7
α = 37° 06'						

Приложение № 4

Азимут Полярный, 1998 г.

Местный часовой угол точки Овна t_T	Широта северная														Местный часовой угол точки Овна t_T
	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	
38°	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°01'	0°01'	0°01'	38°
43	0 04	0 04	0 04	0 04	0 05	0 05	0 05	0 05	0 06	0 07	0 07	0 09	0 10	0 13	33
48	0 08	0 08	0 08	0 09	0 09	0 09	0 10	0 11	0 11	0 13	0 14	0 16	0 20	0 24	28
53	0 12	0 12	0 12	0 13	0 13	0 14	0 15	0 16	0 17	0 19	0 21	0 24	0 29	0 36	23
58	0 16	0 16	0 16	0 17	0 17	0 18	0 19	0 20	0 22	0 25	0 28	0 32	0 38	0 47	18
63	0 19	0 19	0 20	0 20	0 21	0 22	0 24	0 25	0 27	0 30	0 34	0 39	0 46	0 58	13
68	0 23	0 23	0 23	0 24	0 25	0 26	0 28	0 30	0 32	0 36	0 40	0 46	0 55	1 08	8
73	0 26	0 26	0 27	0 28	0 29	0 30	0 32	0 34	0 37	0 41	0 46	0 53	1 03	1 18	3
78	0 29	0 29	0 30	0 31	0 32	0 34	0 36	0 38	0 41	0 46	0 51	0 59	1 10	1 27	358
83	0 32	0 32	0 33	0 34	0 35	0 37	0 39	0 42	0 45	0 50	0 56	1 05	1 17	1 35	353
88	0 35	0 35	0 36	0 37	0 38	0 40	0 42	0 45	0 49	0 54	1 01	1 10	1 23	1 43	348
93	0 37	0 37	0 38	0 39	0 41	0 43	0 45	0 48	0 52	0 58	1 05	1 14	1 28	1 50	343
98	0 39	0 39	0 40	0 41	0 43	0 45	0 48	0 51	0 55	1 01	1 08	1 18	1 33	1 55	338
103	0 41	0 41	0 42	0 43	0 45	0 47	0 50	0 53	0 58	1 04	1 11	1 22	1 37	2 00	333
108	0 42	0 43	0 44	0 45	0 46	0 49	0 51	0 55	1 00	1 06	1 14	1 25	1 40	2 04	328
113	0 43	0 44	0 45	0 46	0 48	0 50	0 53	0 57	1 01	1 07	1 16	1 27	1 43	2 07	323
118	0 44	0 45	0 46	0 47	0 49	0 51	0 54	0 58	1 02	1 09	1 17	1 28	1 45	2 09	318
123	0 45	0 45	0 46	0 47	0 49	0 51	0 54	0 58	1 03	1 09	1 18	1 29	1 46	2 10	313
128	0 45	0 45	0 46	0 48	0 49	0 52	0 55	0 58	1 03	1 09	1 18	1 29	1 46	2 10	308
133	0 45	0 45	0 46	0 47	0 49	0 51	0 54	0 58	1 03	1 09	1 17	1 29	1 45	2 09	303
138	0 44	0 45	0 45	0 47	0 48	0 51	0 54	0 57	1 02	1 08	1 16	1 27	1 43	2 08	298
143	0 43	0 44	0 45	0 46	0 47	0 50	0 52	0 56	1 01	1 07	1 15	1 26	1 41	2 05	293
148	0 42	0 42	0 43	0 44	0 46	0 48	0 51	0 54	0 59	1 05	1 13	1 23	1 38	2 01	288
153	0 40	0 41	0 42	0 43	0 44	0 46	0 49	0 52	0 57	1 02	1 10	1 20	1 34	1 56	283
158	0 39	0 39	0 40	0 41	0 42	0 44	0 47	0 50	0 54	0 59	1 07	1 16	1 30	1 51	278
163	0 37	0 37	0 38	0 39	0 40	0 42	0 44	0 47	0 51	0 56	1 03	1 12	1 25	1 44	273
168	0 34	0 35	0 35	0 36	0 37	0 39	0 41	0 44	0 48	0 52	0 59	1 07	1 19	1 37	268
173	0 31	0 32	0 32	0 33	0 34	0 36	0 38	0 41	0 44	0 48	0 54	1 02	1 13	1 29	263
178	0 29	0 29	0 29	0 30	0 31	0 33	0 35	0 37	0 40	0 44	0 49	0 56	1 06	1 21	258
183	0 25	0 26	0 26	0 27	0 28	0 29	0 31	0 33	0 36	0 39	0 44	0 50	0 59	1 12	253
188	0 22	0 22	0 23	0 23	0 24	0 25	0 27	0 29	0 31	0 34	0 38	0 43	0 51	1 03	248
193	0 19	0 19	0 19	0 20	0 20	0 21	0 23	0 24	0 26	0 29	0 32	0 37	0 43	0 53	243
198	0 15	0 15	0 15	0 16	0 16	0 17	0 18	0 19	0 21	0 23	0 26	0 29	0 35	0 42	238
203	0 11	0 11	0 11	0 12	0 12	0 13	0 14	0 15	0 16	0 17	0 19	0 22	0 26	0 32	233
208	0 08	0 08	0 08	0 08	0 08	0 09	0 09	0 10	0 10	0 11	0 13	0 15	0 17	0 21	228
213	0 04	0 04	0 04	0 04	0 04	0 04	0 04	0 05	0 05	0 06	0 06	0 07	0 08	0 10	223
218	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	218

Местный часовой угол точки Овна слева – азимут Полярной NW
 Местный часовой угол точки Овна справа – азимут Полярной NE

Широта по высоте Полярной, 1998г.

Таблица II

Первая поправка

Аргументы – местный часовой угол точки Овна t_r .

t_r	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0°00'	-35.2	-39.4	-42.4	-44.1	-44.5	-43.5	-41.2	-37.6	-32.9	-27.2
0 30	35.4	39.6	42.5	44.1	44.4	43.4	41.0	37.4	32.7	26.9
1 00	35.7	39.7	42.6	44.2	44.4	43.3	40.9	37.2	32.4	26.6
1 30	35.9	39.9	42.7	44.2	44.4	43.2	40.7	37.0	32.1	26.3
2 00	-36.1	-40.1	-42.8	-44.3	-44.4	-43.1	-40.6	-36.8	-31.9	-26.0
2 30	36.3	40.2	42.9	44.3	44.3	43.0	40.4	36.6	31.6	25.7
3 00	36.6	40.4	43.0	44.3	44.3	42.9	40.2	36.3	31.3	25.4
3 30	36.8	40.6	43.1	44.4	44.3	42.8	40.1	36.1	31.0	25.0
4 00	-37.0	-40.7	-43.2	-44.4	-44.2	-42.7	-39.9	-35.9	-30.8	-24.7
4 30	37.2	40.9	43.3	44.4	44.2	42.6	39.7	35.7	30.5	24.4
5 00	37.4	41.0	43.4	44.4	44.1	42.5	39.6	35.4	30.2	24.1
5 30	37.6	41.2	43.5	44.5	44.1	42.4	39.4	35.2	29.9	23.7
6 00	-37.8	-41.3	-43.6	-44.5	-44.0	-42.3	-39.2	-34.9	-29.6	-23.4
6 30	38.0	41.5	43.6	44.5	44.0	42.1	39.0	34.7	29.3	23.1
7 00	38.2	41.6	43.7	44.5	43.9	42.0	38.8	34.5	29.0	22.7
7 30	38.4	41.7	43.8	44.5	43.9	41.9	38.6	34.2	28.7	22.4
8 00	-38.6	-41.9	-43.9	-44.5	-43.8	-41.7	-38.4	-34.0	-28.5	-22.1
8 30	38.8	42.0	43.9	44.5	43.7	41.6	38.2	33.7	28.2	21.7
9 00	39.0	42.1	44.0	44.5	43.6	41.5	38.0	33.5	27.8	21.4
9 30	39.2	42.3	44.0	44.5	43.6	41.3	37.8	33.2	27.5	21.1
10 00	-39.4	-42.4	-44.1	-44.5	-43.5	-41.2	-37.6	-32.9	-27.2	-20.7
t_r	90°	100°	110°	120°	130°	140°	150°	160°	170°	180°
0°00'	-27.2	-20.7	-13.6	-6.0	+1.8	+9.4	+16.9	+23.7	+29.9	+35.2
0 30	26.9	20.4	13.2	5.6	2.1	9.8	17.2	24.1	30.2	35.4
1 00	26.6	20.0	12.8	5.2	2.5	10.2	17.6	24.4	30.5	36.7
1 30	26.3	19.7	12.4	4.8	2.9	10.6	17.9	24.7	30.8	35.9
2 00	-26.0	-19.3	-12.1	-4.5	+3.3	+11.0	+18.3	+25.0	+31.1	+36.1
2 30	25.7	19.0	11.7	4.1	3.7	11.3	18.6	25.4	31.3	36.3
3 00	25.4	18.6	11.3	3.7	4.1	11.7	19.0	25.7	31.6	36.6
3 30	25.0	18.3	10.9	3.3	4.5	12.1	19.3	26.0	31.9	36.8
4 00	-24.7	-17.9	-10.6	-2.9	+4.8	+12.5	+19.7	+26.3	+32.1	+37.0
4 30	24.4	17.6	10.2	2.5	5.2	12.8	20.0	26.6	32.4	37.2
5 00	24.1	17.2	9.8	2.1	5.6	13.2	20.4	26.9	32.7	37.4
5 30	23.7	16.8	9.4	1.7	6.0	13.6	20.7	27.2	32.9	37.6
6 00	-23.4	-16.5	-9.1	-1.4	+6.4	+13.9	+21.1	+27.5	+33.2	+37.8
6 30	23.1	16.1	8.7	1.0	6.8	14.3	21.4	27.9	33.5	38.0
7 00	22.7	15.8	8.3	0.6	7.2	14.7	21.7	28.2	33.7	38.2
7 30	22.4	15.4	7.9	0.2	7.5	15.0	22.1	28.5	34.0	38.4
8 00	-22.1	-15.0	-7.5	+0.2	+7.9	+15.4	+22.4	+28.8	+34.2	+38.6
8 30	21.7	14.7	7.1	0.6	8.3	15.8	22.8	29.0	34.5	38.8
9 00	21.4	14.3	6.8	1.0	8.7	16.1	23.1	29.3	34.7	39.0
9 30	21.1	13.9	6.4	1.4	9.1	16.5	23.4	29.6	34.9	39.2
10 00	-20.7	-13.6	-6.0	+1.8	+9.4	+16.9	+23.7	+29.9	+35.2	+39.4

t_r	180°	190°	200°	210°	220°	230°	240°	250°	260°	270°
0°00'	+35.2	+39.4	+42.4	+44.1	+44.5	+43.5	+41.2	+37.6	+32.9	+27.2
0 30	35.4	39.6	42.5	44.1	44.4	43.4	41.0	37.4	32.7	26.9
1 00	36.7	39.7	42.6	44.2	44.4	43.3	40.9	37.2	32.4	26.6
1 30	35.9	39.9	42.7	44.2	44.4	43.2	40.7	37.0	32.1	26.3
2 00	+36.1	+40.1	+42.8	+44.3	+44.4	+43.1	+40.6	+36.8	+31.9	+26.0
2 30	36.3	40.2	42.9	44.3	44.3	43.0	40.4	36.6	31.6	25.7
3 00	36.6	40.4	43.0	44.3	44.3	42.9	40.2	36.3	31.3	25.4
3 30	36.8	40.6	43.1	44.4	44.3	42.8	40.1	36.1	31.0	25.0
4 00	+37.0	+40.7	+43.2	+44.4	+44.2	+42.7	+39.9	+35.9	+30.8	+24.7
4 30	37.2	40.9	43.3	44.4	44.2	42.6	39.7	35.7	30.5	24.4
5 00	37.4	41.0	43.4	44.4	44.1	42.5	39.6	35.4	30.2	24.1
5 30	37.6	41.2	43.5	44.5	44.1	42.4	39.4	35.2	29.9	23.7
6 00	+37.8	+41.3	+43.6	+44.5	+44.0	+42.3	+39.2	+34.9	+29.6	+23.4
6 30	38.0	41.5	43.6	44.5	44.0	42.1	39.0	34.7	29.3	23.1
7 00	38.2	41.6	43.7	44.5	43.9	42.0	38.8	34.5	29.0	22.7
7 30	38.4	41.7	43.8	44.5	43.9	41.9	38.6	34.2	28.7	22.4
8 00	+38.6	+41.9	+43.9	+44.5	+43.8	+41.7	+38.4	+34.0	+28.5	+22.1
8 30	38.8	42.0	43.9	44.5	43.7	41.6	38.2	33.7	28.2	21.7
9 00	39.0	42.1	44.0	44.5	43.6	41.5	38.0	33.5	27.8	21.4
9 30	39.2	42.3	44.0	44.5	43.6	41.3	37.8	33.2	27.5	21.1
10 00	+39.4	+42.4	+44.1	+44.5	+43.5	+41.2	+37.6	+32.9	+27.2	+20.7

t_r	270°	280°	290°	300°	310°	320°	330°	340°	350°	360°
0°00'	+27.2	+20.7	+13.6	+6.0	-1.8	-9.4	-16.9	-23.7	-29.9	-35.2
0 30	26.9	20.4	13.2	5.6	2.1	9.8	17.2	24.1	30.2	35.4
1 00	26.6	20.0	12.8	5.2	2.5	10.2	17.6	24.4	30.5	35.7
1 30	26.3	19.7	12.4	4.8	2.9	10.6	17.9	24.7	30.8	35.9
2 00	+26.0	+19.3	+12.1	+4.5	-3.3	-11.0	-18.3	-25.0	-31.1	-36.1
2 30	25.7	19.0	11.7	4.1	3.7	11.3	18.6	25.4	31.3	36.3
3 00	25.4	18.6	11.3	3.7	4.1	11.7	19.0	25.7	31.6	36.6
3 30	25.0	18.3	10.9	3.3	4.5	12.1	19.3	26.0	31.9	36.8
4 00	+24.7	+17.9	+10.6	+2.9	-4.8	-12.5	-19.7	-26.3	-32.1	-37.0
4 30	24.4	17.6	10.2	2.5	5.2	12.8	20.0	26.6	32.4	37.2
5 00	24.1	17.2	9.8	2.1	5.6	13.2	20.4	26.9	32.7	37.4
5 30	23.7	16.8	9.4	1.7	6.0	13.6	20.7	27.2	32.9	37.6
6 00	+23.4	+16.5	+9.1	+1.4	-6.4	-13.9	-21.1	-27.5	-33.2	-37.8
6 30	23.1	16.1	8.7	1.0	6.8	14.3	21.4	27.9	33.5	38.0
7 00	22.7	15.8	8.3	0.6	7.2	14.7	21.7	28.2	33.7	38.2
7 30	22.4	15.4	7.9	0.2	7.5	15.0	22.1	28.5	34.0	38.4
8 00	+22.1	+15.0	+7.5	-0.2	-7.9	-15.4	-22.4	-28.8	-34.2	-38.6
8 30	21.7	14.7	7.1	0.6	8.3	15.8	22.8	29.0	34.5	38.8
9 00	21.4	14.3	6.8	1.0	8.7	16.1	23.1	29.3	34.7	39.0
9 30	21.1	13.9	6.4	1.4	9.1	16.5	23.4	29.6	34.9	39.2
10 00	+20.7	+13.6	+6.0	-1.8	-9.4	-16.9	-23.7	-29.9	-35.2	-39.4

Широта по высоте Полярной, 1998г.

Таблица II

Вторая поправка (всегда положительная)

Аргументы – местный часовой угол точки Овна t_γ и высоту h .

t_γ	Высота h												γ
	10^0	20^0	30^0	40^0	45^0	50^0	55^0	60^0	65^0	70^0	72^0	74^0	
0 ⁰	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	180 ⁰
5	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	185
10	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	190
15	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	195
20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	200
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	205
30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	210
35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	215
40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	220
45	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	225
50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	230
55	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	235
60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	240
65	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	245
70	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	250
75	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	255
80	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	260
85	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	265
90	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	270
95	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6	0.7	275
100	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	280
105	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	285
110	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	290
115	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.8	1.0	295
120	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	300
125	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	305
130	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	310
135	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.0	315
140	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.8	1.0	320
145	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	325
150	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	330
155	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	335
160	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7	340
165	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.6	345
170	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	350
175	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	355
180	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	360

Широта по высоте Полярной, 1998г.

Таблица III

Третья поправка

Аргументы – местный часовой угол точки Овна t_r и дата.

t_r	1 январ.	1 февр.	1 март	1 апр.	1 май	1 июнь	1 июль	1 авг.	1 сент.	1 окт.	1 нояб.	1 дек.	32 дек.
0°	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.1	+0.1	+0.3	+0.3
15	0.0	0.0	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	0.0	+0.2	+0.3
30	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.2	0.0	+0.1	+0.3
45	0.0	+0.1	+0.1	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.1	+0.1	+0.2
60	0.0	+0.1	+0.1	+0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	0.0	+0.2
75	0.0	+0.1	+0.2	+0.2	+0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	+0.1
90	0.0	+0.2	+0.3	+0.3	+0.2	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	0.0
105	0.0	+0.2	+0.3	+0.3	+0.3	+0.2	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1
120	0.0	+0.2	+0.3	+0.4	+0.4	+0.3	+0.2	0.0	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.1
135	0.0	+0.2	+0.3	+0.4	+0.5	+0.4	+0.3	+0.1	0.0	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2
150	0.0	+0.1	+0.3	+0.4	+0.5	+0.5	+0.4	+0.2	+0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3
165	0.0	+0.1	+0.2	+0.4	+0.5	+0.5	+0.5	+0.3	+0.2	0.0	-0.2	-0.3	-0.3
180	0.0	+0.1	+0.2	+0.3	+0.5	+0.5	+0.5	+0.4	+0.3	+0.1	-0.1	-0.3	-0.3
195	0.0	0.0	+0.1	+0.3	+0.4	+0.5	+0.5	+0.5	+0.3	+0.2	0.0	-0.2	-0.3
210	0.0	0.0	0.0	+0.2	+0.3	+0.4	+0.5	+0.5	+0.4	+0.2	0.0	-0.1	-0.3
225	0.0	-0.1	-0.1	0.0	+0.2	+0.3	+0.4	+0.5	+0.4	+0.3	+0.1	-0.1	-0.2
240	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	+0.1	+0.2	+0.3	+0.4	+0.4	+0.3	+0.2	0.0	-0.1
255	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	-0.1	+0.1	+0.2	+0.3	+0.4	+0.3	+0.2	+0.1	-0.1
270	0.0	-0.2	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1	+0.1	+0.2	+0.3	+0.3	+0.3	+0.2	0.0
285	0.0	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	0.0	+0.1	+0.2	+0.3	+0.3	+0.2	+0.1
300	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	0.0	+0.1	+0.3	+0.3	+0.3	+0.1
315	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.1	0.0	+0.2	+0.3	+0.3	+0.2
330	0.0	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1	+0.1	+0.2	+0.3	+0.3
345	0.0	-0.1	-0.2	-0.4	-0.5	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	0.0	+0.2	+0.3	+0.3
360	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.1	+0.1	+0.3	+0.3

**ТАБЛИЦЫ ПОПРАВОК К МОМЕНТАМ ВОСХОДА И ЗАХОДА СОЛНЦА И ЛУНЫ,
СУМЕРЕК И КУЛЬМИНАЦИЙ СВЕТИЛ**

А. Поправка за широту

(Знак поправки одинаков со знаком разности моментов Δ)

Табличный интервал широт	2° 5 10	Разность широт $\Delta\varphi$										2° 5 10	Табличный интервал широт
		0°12'	0°24'	0°36'	0°48'	1°00'	1°12'	1°24'	1°36'	1°48'	2°00'		
		0 30 1 00	1 00 2 00	1 30 3 00	2 00 4 00	2 30 3 00	3 00 6 00	3 30 7 00	4 00 8 00	4 30 9 00	5 00 10 00		
Табличные разности моментов Δ для соседних широт	0°04"	0"	1"	1"	2"	2"	2"	3"	3"	4"	0°04"	Табличные разности моментов Δ для соседних широт	
	08	1	2	2	3	4	5	5	6	7	8		08
	12	1	2	4	5	6	7	8	9	10	12		12
	16	2	3	5	6	8	10	11	12	14	16		16
	20	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20		20
	0 24	2	5	7	10	12	14	16	19	22	24		0 24
	28	3	5	8	10	13	16	19	22	25	28		28
	32	3	6	9	12	14	18	22	25	28	32		32
	36	3	6	10	13	16	20	24	28	32	36		36
	40	3	7	10	14	17	21	26	31	35	40		40
	0 44	4	7	11	14	18	23	28	33	38	44		0 44
	48	4	7	11	15	20	25	30	35	41	48		48
	52	4	8	12	16	21	26	32	38	45	52		52
	56	4	8	12	17	21	26	33	40	48	56		56
	1 00	4	9	13	18	22	28	35	42	m	1 00		1 00
	1 04	4	9	14	19	24	30	37	44	54	1 04		1 04
	08	4	9	14	10	24	30	38	46	56	1 08		08
	12	4	9	14	19	25	31	39	48	59	1 12		12
	16	4	9	14	19	25	32	40	50	1 02	1 16		16
	20	5	10	15	20	26	33	41	52	1 05	1 20		20
1 24	5	10	15	21	27	33	42	54	1 08	1 24	1 24		
28	5	10	16	22	28	34	43	56	1 11	1 28	28		
32	5	10	16	22	28	35	44	58	1 14	1 32	32		
36	5	10	16	23	29	37	46	1 00	1 17	1 36	36		
40	5	11	17	23	30	39	48	1 02	1 20	1 40	40		

Интерполировать обязательно в сторону увеличивающихся широт, так как таблица учитывает пропорциональность изменения соответствующих моментов.

Б. Поправка за долготу
(Знак поправки одинаков со знаком Сут. изм.)

λ	Суточные изменения (Сут. изм.)															λ
	4 ^м	8 ^м	12 ^м	16 ^м	20 ^м	24 ^м	28 ^м	32 ^м	36 ^м	40 ^м	44 ^м	48 ^м	52 ^м	56 ^м	60 ^м	
10 ⁰	0 ^м	0 ^м	0 ^м	0 ^м	1 ^м	1 ^м	1 ^м	1 ^м	1 ^м	1 ^м	1 ^м	1 ^м	1 ^м	2 ^м	2 ^м	0 ^м 40 ^м
20	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	1 20
30	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	2 00
40	0	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	2 40
50	1	1	2	2	3	3	4	4	5	8	6	7	7	8	8	3 20
60	1	1	2	3	3	4	5	5	6	7	7	8	9	9	10	4 00
70	1	2	2	3	4	5	5	6	7	8	9	9	10	11	12	4 40
80	1	2	3	4	4	5	8	7	8	9	10	11	12	12	13	5 20
90	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	6 00
100	1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	6 40
110	1	2	4	5	8	7	9	10	11	12	13	15	16	17	18	7 20
120	1	3	4	5	7	8	9	11	12	13	15	18	17	19	20	8 00
130	1	3	4	8	7	0	10	12	13	14	18	17	19	20	22	8 40
140	2	3	5	6	8	9	11	12	14	18	17	19	20	22	23	9 20
150	2	3	5	7	8	10	12	13	15	17	18	20	22	23	25	10 00
160	2	4	5	7	9	11	12	14	18	18	20	21	23	25	27	10 40
170	2	4	6	8	9	11	13	15	17	19	21	23	25	26	28	11 20
180	2	4	6	8	10	12	14	18	18	20	22	24	28	28	30	12 00

Продолжение

λ	Суточные изменения (Сут. изм.)															λ
	60 ^м	70 ^м	80 ^м	90 ^м	100 ^м	110 ^м	120 ^м	130 ^м	140 ^м	150 ^м	160 ^м	170 ^м	180 ^м	190 ^м	200 ^м	
10 ⁰	2 ^м	2 ^м	2 ^м	2 ^м	3 ^м	3 ^м	3 ^м	4 ^м	4 ^м	4 ^м	4 ^м	5 ^м	5 ^м	5 ^м	6 ^м	0 ^м 40 ^м
20	3	4	4	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	11	11	1 20
30	5	6	7	7	8	9	10	11	12	12	13	14	15	16	17	2 00
40	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	20	21	22	2 40
50	8	10	11	12	14	15	17	18	19	21	22	24	25	26	28	3 20
60	10	12	13	15	17	18	20	22	23	25	27	28	30	32	33	4 00
70	12	14	16	17	20	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	4 40
80	13	16	18	20	22	24	27	29	31	33	36	38	40	42	44	5 20
90	15	17	20	22	25	27	30	32	35	37	40	42	45	47	50	6 00
100	17	19	22	25	28	31	33	36	39	42	44	47	50	53	56	6 40
110	18	21	24	27	31	34	37	40	43	46	49	52	55	58	1 ^м 01	7 20
120	20	23	27	30	33	37	40	48	47	50	53	57	1 ^м 00	1 ^м 02	1 07	8 00
130	22	25	29	32	36	40	43	47	51	54	58	1 ^м 01	1 05	1 09	1 12	8 40
140	23	27	31	35	39	43	47	51	54	58	1 ^м 02	1 06	1 10	1 14	1 18	9 20
150	25	29	33	37	42	46	50	54	58	1 ^м 03	1 07	1 11	1 15	1 19	1 23	10 00
160	27	31	36	40	44	49	53	58	1 ^м 02	1 07	1 11	1 16	1 20	1 24	1 29	10 40
170	28	33	38	42	47	52	57	1 ^м 01	1 06	1 11	1 16	1 20	1 25	1 30	1 34	11 20
180	30	35	40	45	50	55	1 ^м 00	1 05	1 10	1 15	1 20	1 25	1 30	1 35	1 40	12 00

Поправки за исправление измеренной высоты светила

Наклонение видимого горизонта d
(Вычитается на измеренной высоте светила)

1а

е в метрах	d	е в метрах	d	е в метрах	d	е в метрах	d
0,28	01	3,39		9,53			
0,36	1,1	3,58	3,3	9,9	5,5	19,3	
0,42	1,2	3,82	3,4	10,2	5,6	19,8	7,8
0,50	1,3	4,02	3,5	10,6	5,7	20,3	7,9
0,58	1,4	4,28	3,6	11,0	5,8	20,8	8,0
0,68	1,5	4,49	3,7	11,4	5,9	21,3	8,1
0,76	1,6	4,76	3,8	11,8	6,0	21,8	8,2
0,87	1,7	4,98	3,9	12,1	6,1	22,4	8,3
0,98	1,8	5,26	4,0	12,5	6,2	22,9	8,4
1,10	1,9	5,52	4,1	12,9	6,3	23,4	8,5
1,22	2,0	5,80	4,2	13,4	6,4	24,0	8,6
1,35	2,1	6,07	4,3	13,8	6,5	24,6	8,7
1,48	2,2	6,35	4,4	14,2	6,6	25,1	8,8
1,62	2,3	6,64	4,5	14,6	6,7	25,7	8,9
1,76	2,4	6,94	4,6	15,1	6,8	26,3	9,0
1,93	2,5	7,24	4,7	15,5	6,9	26,9	9,1
2,07	2,6	7,55	4,8	16,0	7,0	27,5	9,2
2,25	2,7	7,86	4,9	16,4	7,1	28,1	9,3
2,41	2,8	8,18	5,0	16,9	7,2	28,7	9,4
2,61	2,9	8,51	5,1	17,3	7,3	29,3	9,5
2,77	3,0	8,84	5,2	17,8	7,4	29,9	9,6
2,99	3,1	9,18	5,3	18,3	7,5	30,5	9,7
3,16	3,2	9,53	5,4	18,8	7,6		
3,39				19,3	7,7		

**Поправка высот за рефракцию и параллакс
(Вычитается из видимой высоты светила)**

Поправки высот ☉ Солнца						Поправки высот * и планет			
$h_{\text{вид}}$	$\Delta h_{\rho+r}$	$h_{\text{вид}}$	$\Delta h_{\rho+r}$	$h_{\text{вид}}$	$\Delta h_{\rho+r}$	$h_{\text{вид}}$	Δh_{ρ}	$h_{\text{вид}}$	Δh_{ρ}
-0'10'	36,5	5° 1'	9,6	10 52'	4,7	5' 0'	9,8	10'45	4,9
8	36,1	5 5	9,5	11 6	4,6	5 3	9,7	10 59	4,8
6	35,6	5 9	9,4	11 21	4,5	5 7	9,6	11 13	4,7
4	35,2	5 13	9,3	11 36	4,4	5 11	9,5	11 28	4,6
2	34,7	5 17	9,2	11 51	4,3	5 15	9,4	11 43	4,5
0 0	34,3	5 21	9,1	12 8	4,2	5 19	9,3	11 59	4,4
2	33,9	5 25	9,0	12 26	4,1	5 23	9,2	12 16	4,3
4	33,4	5 29	8,9	12 44	4,0	5 27	9,2	12 34	4,2
6	33,0	5 34	8,8	13 3	3,9	5 31	9,1	12 52	4,1
8	32,6	5 38	8,7	13 22	3,8	5 36	9,0	13 11	4,0
0 10	32,2	5 43	8,6	13 42	3,7	5 40	8,9	13 31	3,9
12	31,8	5 48	8,5	14 4	3,6	5 45	8,8	13 52	3,8
14	31,4	5 52	8,4	14 27	3,5	5 50	8,7	14 14	3,7
16	31,0	5 57	8,3	14 51	3,4	5 54	8,6	14 37	3,6
18	30,7	6 2	8,2	15 16	3,3	5 59	8,5	15 2	3,5
0 20	30,3	6 7	8,1	15 43	3,2	6 4	8,4	15 28	3,4
22	30,0	6 12	8,0	16 11	3,1	6 10	8,3	15 55	3,3
24	29,6	6 18	7,9	16 40	3,0	6 15	8,2	16 23	3,2
26	29,2	6 23	7,8	17 11	2,9	6 20	8,1	16 53	3,1
28	28,8	6 29	7,7	17 44	2,8	6 26	8,0	17 25	3,0
0 30	28,5	6 34	7,6	18 20	2,7	6 31	7,9	17 59	2,9
32	28,2	6 40	7,5	18 58	2,6	6 37	7,8	18 35	2,8
34	27,8	6 46	7,4	19 38	2,5	6 43	7,7	19 14	2,7
36	27,5	6 52	7,3	20 21	2,4	6 49	7,6	19 55	2,6
38	27,2	6 59	7,2	21 6	2,3	6 55	7,5	20 38	2,5
0 40	26,9	7 5	7,1	21 55	2,2	7 2	7,4	21 25	2,4
42	26,6	7 12	7,0	22 48	2,1	7 8	7,3	22 15	2,3
44	26,4	7 19	6,9	23 45	2,0	7 15	7,2	23 9	2,2
46	26,1	7 26	6,8	24 47	1,9	7 22	7,1	24 7	2,1
48	25,8	7 33	6,7	25 54	1,8	7 29	7,0	25 10	2,0
0 50	25,6	7 40	6,6	27 7	1,7	7 36	6,9	26 18	1,9
52	25,3	7 47	6,5	28 26	1,6	7 43	6,8	27 32	1,8
54	25,0	7 55	6,4	29 52	1,5	7 51	6,7	28 52	1,7
56	24,7	8 3	6,3	31 26	1,4	7 59	6,6	30 19	1,6
58	24,4	8 11	6,2	33 10	1,3	8 7	6,5	31 55	1,5
1 0	24,1	8 20	6,1	35 5	1,2	8 15	6,4	33 40	1,4
5	23,6	8 29	6,0	37 12	1,1	8 24	6,3	35 35	1,3
10	22,9	8 38	5,9	39 34	1,0	8 33	6,2	37 42	1,2
15	22,4	8 47	5,8	42 26	0,9	8 42	6,1	40 3	1,1
20	21,8	8 56	5,7	45 17	0,8	8 51	6,0	42 38	1,0
25	21,2	9 6	5,6	48 38	0,7	9 22	5,9	45 31	0,9
30	20,7	9 17	5,5	52 23	0,6	9 32	5,8	48 42	0,8
35	20,2	9 27	5,4	56 36	0,5	9 43	5,7	52 13	0,7
40	19,7	9 38	5,3	61 21	0,4	9 55	5,6	56 7	0,6
45	19,3	9 49	5,2	66 46	0,3	10 7	5,5	60 24	0,5
50	18,8	10 1	5,1	72 48	0,2	10 19	5,4	65 4	0,4
55	18,4	10 13	5,0	79 27	0,1	10 32	5,3	70 7	0,3
2 0	18,1	10 26	4,9	86 46	0,0	10 45	5,2	75 31	0,2
10	17,3	10 39	4,8	90 0			5,1	81 12	0,1
20	16,6	10 52					5,0	87 3	0,0
30	15,9							90 0	
40	15,3								
50	14,7								
3 0	14,2								
10	13,5								
20	13,0								
30	12,6								
40	12,2								
50	11,8								
4 0	11,6								
20	10,9								
40	10,3								

Поправка высоты за температуру воздуха Δh_t

5а

$h_{\text{изм}}$	температура													$h_{\text{изм}}$
	-20°	-15°	-10°	-5°	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	
-0° 10'	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-0° 10'
+0 0	8,4	6,8	5,3	3,8	2,5	1,2	0,0	1,1	2,2	3,2	4,2	5,1	6,0	+0 0
20	7,5	5,9	4,7	3,4	2,2	1,1	0,0	1,0	2,0	3,0	3,8	4,7	5,5	20
40	6,3	5,1	4,0	2,9	1,9	0,9	0,0	0,9	1,7	2,5	3,2	4,0	4,8	40
1 0	5,2	4,4	3,4	2,5	1,6	0,8	0,0	0,8	1,5	2,2	2,8	3,5	4,1	1 0
20	4,4	3,7	2,9	2,1	1,3	0,7	0,0	0,7	1,3	1,9	2,4	3,0	3,5	20
40	3,8	3,2	2,5	1,8	1,1	0,6	0,0	0,6	1,1	1,6	2,1	2,6	3,0	40
3 0	3,4	2,8	2,2	1,6	1,0	0,5	0,0	0,5	1,0	1,4	1,9	2,3	2,6	3 0
4 0	2,2	1,8	1,4	1,0	0,7	0,3	0,0	0,3	0,6	0,9	1,1	1,3	1,6	4 0
5 0	1,7	1,4	1,1	0,8	0,5	0,2	0,0	0,2	0,5	0,8	0,9	1,1	1,3	5 0
6 0	1,3	1,1	0,9	0,6	0,4	0,2	0,0	0,2	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	6 0
7 0	1,1	0,9	0,8	0,5	0,4	0,2	0,0	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9	7 0
8 0	1,0	0,8	0,7	0,5	0,3	0,1	0,0	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	8 0
9 0	0,9	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	9 0
10 0	0,8	0,6	0,5	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	10 0
15 0	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	15 0
20 0	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	20 0
30 0	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	30 0
30 0	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	30 0

Поправка высоты за давление воздуха Δh_p

5а

$h_{\text{изм}}$	Давление													$h_{\text{изм}}$
	720	725	730	735	740	745	750	755	760	765	770	775	780	
-0° 10'	+	+	+	+	+	+	+	+	0,0	-	-	-	-	-0° 10'
+0 0	2,3	2,0	1,7	1,4	1,1	0,9	0,6	0,3	0,0	0,3	0,6	0,9	1,1	+0 0
20	2,1	1,9	1,6	1,3	1,0	0,8	0,5	0,3	0,0	0,3	0,5	0,8	1,0	20
40	1,8	1,6	1,4	1,2	0,9	0,7	0,5	0,2	0,0	0,2	0,5	0,7	0,9	40
1 0	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1 0
20	1,4	1,2	1,1	0,9	0,7	0,5	0,4	0,2	0,0	0,2	0,4	0,5	0,7	20
40	1,3	1,1	1,0	0,8	0,6	0,5	0,3	0,2	0,0	0,2	0,3	0,5	0,6	40
2 0	1,1	1,0	0,9	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	0,1	0,3	0,4	0,6	2 0
20	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,1	0,0	0,1	0,3	0,4	0,5	20
40	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,4	0,5	40
3 0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	3 0
4 0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	4 0
5 0	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	5 0
6 0	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	6 0
7 0	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	7 0
8 0	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	8 0
9 0	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	9 0
10 0	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	10 0
15 0	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	15 0
20 0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	20 0
30 0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	30 0
30 0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30 0

Полудиаметр Солнца R_{\odot}

(Придается к видимой высоте \ominus , вычитается из видимой высоты \odot)

I.XII – 4.II – 4.III – 27. III – 18.IV – 13.V – 24.VIII – 18. IX – 10.X – 2.XI – 1.XII									
16',3	16',2	16',1	16',0	15',9	15',8	15',9	16',0	16',1	16',2

Дополнительная поправка для планет Венеры и Марса Δh_p

(Придается к видимой высоте Венеры и Марса)

$h_{\text{вид}}$	Параллакс							$h_{\text{вид}}$
	0',0	0',1	0',2	0',3	0',4	0',5	0',6	
0°	0',0	0',1	0',2	0',3	0',4	0',5	0',6	0°
30	0,0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	30
60	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	60
90	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	90

Приведение высот светил к одному зениту Δh_z

(знаки указаны для приведения к последующему зениту)

Δ -ПУ V	0° 360°	10° 350°	20° 340°	30° 330°	40° 320°	50° 310°	60° 300°	70° 290°	80° 280°	90° 270°	Δ -ПУ V
Узлы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Узлы
10	0,17	0,16	0,16	0,14	0,13	0,11	0,08	0,06	0,03	0,00	10
12	0,20	0,20	0,19	0,17	0,15	0,13	0,10	0,07	0,03	0,00	12
14	0,23	0,23	0,22	0,20	0,18	0,15	0,12	0,08	0,04	0,00	14
16	0,27	0,26	0,25	0,23	0,20	0,17	0,13	0,09	0,05	0,00	16
18	0,30	0,30	0,28	0,26	0,23	0,19	0,15	0,10	0,05	0,00	18
20	0,33	0,33	0,31	0,29	0,26	0,21	0,17	0,11	0,06	0,00	20
22	0,37	0,36	0,34	0,32	0,28	0,24	0,18	0,12	0,06	0,00	22
24	0,40	0,39	0,38	0,35	0,31	0,26	0,20	0,14	0,07	0,00	24
26	0,43	0,43	0,41	0,37	0,33	0,28	0,22	0,15	0,08	0,00	26
28	0,47	0,46	0,44	0,40	0,36	0,30	0,23	0,16	0,08	0,00	28
30	0,50	0,49	0,47	0,43	0,38	0,32	0,25	0,17	0,09	0,00	30
32	0,53	0,52	0,50	0,46	0,41	0,34	0,27	0,18	0,09	0,00	32
34	0,57	0,56	0,53	0,49	0,43	0,36	0,28	0,19	0,10	0,00	34
36	0,60	0,59	0,56	0,52	0,46	0,39	0,30	0,20	0,10	0,00	36
38	0,63	0,62	0,59	0,55	0,48	0,41	0,32	0,22	0,11	0,00	38
40	0,67	0,66	0,62	0,58	0,51	0,43	0,33	0,23	0,12	0,00	40
42	0,70	0,69	0,66	0,61	0,54	0,45	0,35	0,24	0,12	0,00	42
44	0,73	0,72	0,69	0,63	0,56	0,47	0,37	0,25	0,13	0,00	44
46	0,77	0,76	0,72	0,66	0,59	0,49	0,38	0,26	0,13	0,00	46
48	0,80	0,79	0,75	0,69	0,61	0,51	0,40	0,27	0,14	0,00	48
50	0,83	0,82	0,78	0,72	0,64	0,54	0,42	0,28	0,14	0,00	50
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	180°	190°	200°	210°	220°	230°	240°	250°	260°	270°	V
A-ПУ	180°	170°	160°	150°	140°	130°	120°	110°	100°	90°	A-ПУ

Литература

1. Г.И.Файн. Навигация, лоция и мореходная астрономия. Москва. "Транспорт", 1989 г.
2. Р.Ю.Титов, Г.И.Файн. Мореходная астрономия. Москва. "Транспорт", 1984 г.
3. Б.И.Красавцев. "Мореходная астрономия". Москва. "Транспорт", 1978 г.
4. Н.Н.Матусевич. "Основы мореходной астрономии". Москва. УНГС ВМФ, 1956 г.
5. В.Ф.Бобков, Л.Н.Крачкович. "Мореходная астрономия". Москва. Воениздат, 1975 г.
6. Справочник капитана дальнего плавания. Под редакцией Г.Г.Ермолаева. Москва, "Транспорт", 1988 г.
7. А.И.Смирнов, В.И.Каманин, Н.М.Груздев. "Практика кораблевождения". Москва. Воениздат, 1978 г.
8. Н.М.Груздев, Р.А.Скубко, В.П.Илларионов. "Микрокалькулятор в кораблевождении". Москва. Воениздат, 1991 г.
9. М.И.Гаврюк. "Использование малых вычислительных машин в судовождении". Москва. "Транспорт", 1991 г.
10. Мореходные таблицы (МТ - 75).
11. Морской астрономический ежегодник за 1998 год (МАЕ-1998г).
12. Таблицы для вычисления высоты и азимута (ТВА-57).
13. Высоты и азимуты светил (ВАС-58).

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1 Основы определения места судна на море по наблюдениям небесных светил.....	3
1.1. Основные астронавигационные параметры и их изолинии.....	3
1.2. Принцип определения места судна по высотным линиям положения.....	5
1.3. Решение параллактических треугольников и вычисление счислимых значений высоты h_c и азимута A_c светила.....	6
1.3.1. Вычисление координат географического места светила.....	7
1.3.2. Вычисление счислимых значений высоты h_c и азимута A_c светила.....	13
1.3.3. Решение параллактического треугольника по <i>первой системе формул</i>	13
1.3.4. Решение параллактического треугольника по <i>второй системе формул</i>	16
1.3.5. Решение параллактического треугольника по <i>третьей системе формул</i> с использованием таблиц ВАС-58.....	17
1.3.6. Решение параллактического треугольника по <i>четвертой системе формул</i> с использованием таблиц ТВА - 57.....	22
1.4. Основные понятия об измерении времени и системы счета времени.....	29
1.4.1. Общие понятия и единицы измерения времени.....	29
1.4.2. Измерение времени и определение поправки хронометра.....	30
1.4.3. Сличение сл и определение поправки хронометра u_{xp} по сличению.....	32
1.4.4. Суточный ход хронометра w_{xp} и определение поправки хронометра u_{xp} по его суточному ходу w_{xp}	33
1.4.5. Определение среднего времени меридиана географического места (местного времени) T_M по Гринвичскому времени $T_{ГР}$ и долготе λ	34
1.4.6. Определение Гринвичского времени $T_{ГР}$ по местному времени T_M и долготе λ	36

1.4.7. Определение поясного времени T_{Π} и судового времени $T_{\text{с}}$ по Гринвичскому времени $T_{\text{ГР}}$ и долготе λ	37
1.4.8. Определение Гринвичского $T_{\text{ГР}}$, поясного T_{Π} и судового $T_{\text{с}}$ времени по местному $T_{\text{М}}$ времени и долготе λ	39
1.4.9. Определение Гринвичского $T_{\text{ГР}}$ и местного $T_{\text{М}}$ времени по поясному времени T_{Π} и долготе λ	41
1.4.10. Звездное время $S (t_w^y)$. Определение местного звездного времени $S_{\text{М}} (t_{\text{М}}^y)$ по судовому времени $T_{\text{с}}$ и долготе λ	43
1.4.11. Определение Гринвичского времени $T_{\text{ГР}}$ на момент астронавигационных наблюдений.....	45
1.5. Определение благоприятного времени для астронавигационных наблюдений светил с целью определения места судна на море.....	47
1.5.1. Необходимость оценки астронавигационной обстановки.....	47
1.5.2. Расчёты судового времени $T_{\text{с}}$ восхода и захода Солнца и Луны и периода навигационных сумерек.....	48
1.6. Подбор светил для астронавигационных наблюдений с помощью звездного глобуса.....	54
1.6.1. Установка звёздного глобуса по широте.....	55
1.6.2. Установка звездного глобуса по времени наблюдений.....	55
1.6.3. Рекомендации по подбору светил для наблюдений.....	56
Глава 2 Определение истинных направлений на море и расчет поправки курсоуказателя по наблюдениям светил.....	63
2.1. Основы определения истинных направлений на море по наблюдениям небесных светил.....	63
2.2. Основные способы получения азимута светила и поправки приборов систем курсоуказателя.....	64
2.2.1. Метод моментов.....	65
2.2.2. Метод моментов и высот.....	69
2.2.3. Метод высот.....	70
2.2.4. Определение поправки курсоуказателя по азимуту Солнца в момент видимого восхода или захода его верхнего края.....	71

2.2.5. Определенеие поправки курсоуказателя по Полярной звезде.....	74
2.2.6. Некоторые практические рекомендации по выбору светил и правилам их пеленгования.....	76
Глава 3 Основные методы определения места судна по высотным линиям положения.....	78
3.1. Исправление высот светил, измеренных над видимым горизонтом.....	78
3.1.1. Исправление высот звезд, планет Юпитера и Сатурна.....	80
3.1.2. Исправление высот планет Марса и Венеры.....	82
3.1.3. Исправление высот Солнца.....	85
3.1.4. Исправление высот Луны.....	86
3.2. Вычисление элементов высотной линии положения.....	87
3.2.1. Приведение истинных высот светил к одному зениту.....	88
3.3. Определнение места судна по одновременным и разновременным наблюдениям нескольких светил.....	92
3.3.1. Определение места судна по одновременным наблюдениям двух светил.....	94
3.3.2. Определение места судна по одновременным наблюдениям трех и четырех светил.....	103
3.3.3. Определение места судна по одновременным наблюдениям нескольких светил, одна из которых является Полярной.....	112
3.3.4. Определение места судна по разновременным наблюдениям светил.....	113
3.3.5. Определение места судна по разновременным наблюдениям Солнца, когда одна из высот измерена в меридиане.....	117
3.3.6. Определение места судна по разновременным наблюдениям Солнца методом соответствующих высот.....	119

Приложения:

1. Видимость планет, 1998 г (МАЕ, 1998г., с.24).....	124
2. Ежедневные таблицы на 12,13,14.02.98г., 13,14,15.04.98г., 19,20,21.10.98г., 21,22,23.11.98г. (МАЕ, 1998г., с.54-55, 94-95, 220-221, 242-243).....	125
3. Звезды. Видимые места, 1998г.....	137
4. Азимут Полярной, 1998г. (МАЕ, 1998г., с.276).....	142
5. Широта по высоте Полярной, 1998г. (Таблицы I, II, III; МАЕ, 1998г., 277-280).....	143
6. Таблица поправок к моментам восхода Солнца, Луны, сумерек и кульминаций светил (поправки за широту, поправки за долготу).....	147
7. Поправки за исправление измеренной высоты светила.....	149
Наклонение видимого горизонта.....	149
Рефракцию и параллакс.....	150
Температуру воздуха.....	151
За давление воздуха.....	151
Полудиаметр Солнца и дополнительная поправка для Венеры и Марса.....	152
Приведение высоты светил к одному зениту Δh_z	153
Литература.....	154

МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ
ЗВЕЗДНОЕ НЕБО И ОРИЕНТИРОВАНИЕ ПО ЗВЕЗДАМ ОСНОВЫ
СФЕРИЧЕСКОЙ АСТРОНОМИИ КООРДИНАТЫ НЕБЕСНЫХ СВЕТИЛ И ИХ
ВИДИМОЕ СУТОЧНОЕ ДВИЖЕНИЕ
(Учебно-методическое пособие)

Н.А. Верюжский

Москва, Обл. 164 стр. 2006 г.

Мореходная астрономия, являясь частью практической астрономии, по наблюдениям небесных светил решает задачи морской навигации в любом районе Мирового океана.

Приемы и методы морской астронавигации, позволяющие с достаточной точностью контролировать счисление пути независимо от работы судовых измерителей курса и скорости, доступны судоводителю любого судна в любом районе плавания.

Современные суда морского и прибрежного плавания имеют спутниковые, радиолокационные и радиотехнические средства навигации, автоматизированные комплексы обработки текущих данных, которые определяют необходимый технический уровень профессиональной подготовки судоводителей.

Вместе с тем, требования Международной конвенции о подготовке и дипломированию моряков и несении вахты (ПДМНВ-78), дополненной документами конференции 1995 года, обязывают судоводителей знать и уметь использовать приемы и методы мореходной астрономии для определения поправок курсоуказателей и выполнения обсерваций по наблюдениям светил. На практике эти методы чаще всего используют в качестве контрольных, а в аварийных случаях приемы мореходной астрономии, как правило, являются единственными.

Изучение дисциплины «Мореходная астрономия» основывается на знании общих астрономических законах строения Вселенной, закономерностях движения небесных ориентиров и вращения Земли, системах определения географических координат места по светилам и направлений на светила, а также основных положений физики, математики, вычислительной техники и других наук, являющихся основой современного научно-технического прогресса.

В пособии, составленном в соответствии с учебной программой по дисциплине «Мореходная астрономия», излагаются некоторые сведения из общей астрономии о небесных координатах светил, приводится порядок построения вспомогательной небесной сферы и решения параллактического треугольника светила графическим и математическим способами, дается характеристика видимого суточного движения светил и общие принципы измерения точного времени.

Пособие предназначено для подготовки специалистов морского судовождения в системе очного и заочного обучения, а также будет полезно для судоводителей в их практической деятельности.

Автор пособия штурман, капитан 1 ранга, доцент Верюжский Николай Александрович закончил штурманский факультет Высшего Военно-морского училища, имеет опыт плавания на кораблях Военно-морского флота и судах гражданских ведомств, преподавал судоводительские дисциплины в Московской Государственной Академии водного транспорта.

Тел./факс: (495) 958-95-37/39.

**Николай Александрович
Верюжский**

Мореходная астрономия.

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО РЕШЕНИЮ
АСТРОНАВИГАЦИОННЫХ ЗАДАЧ**

Учебное пособие.

Подписано в печать 26.02.2007 г.

Печать оперативная. Тираж 500 экз. Заказ № 041

Издательство «ТРАНСЛИТ»

Москва, 2-ой Южнопортовый пр-д, д.5, корп.2

Тел.: (495) 958-95-37/39, 960-72-13

Автор пособия штурман, капитан 1 ранга, доцент Верюжский Н. А. закончил штурманский факультет Высшего Военно-морского училища, имеет опыт плавания на кораблях Военно-морского флота и судах гражданских ведомств, преподавал судоводительские дисциплины в Московской Государственной Академии водного транспорта.

Автор выражает искреннюю признательность капитану 1 ранга, доценту В.И. Сидорову, капитану 1 ранга, кандидату военно-морских наук, профессору Г.А. Никитину, капитану дальнего плавания, международному инструктору по ГМССБ доценту В.И. Курдюмову, капитану 2 ранга, штурману дальнего плавания, международному инструктору по ГМССБ, доценту И.М.Малкину за советы, пожелания и рекомендации, высказанные в ходе подготовки к написанию пособия, а также выпускникам МГАВТ, инженерам-судоводителям А.Б. Алябьеву, М.В. Малышеву, К.О. Николаеву, Н.В. Брянцеву, А.В. Ляхову, А.В. Кононову, А.В.Кульге, А.Н. Маркову, О.К. Лосьмакову и Е.В.Полосухину за содействие и помощь в составлении учебного пособия.

Учебное пособие составлено в соответствии с действующей учебной программой по курсу "Мореходная астрономия" и международными требованиями по подготовке судоводителей морского судовождения.

Пособие предназначено для подготовки специалистов морского судовождения в системе очного и заочного обучения, а также будет полезно для судоводителей в их практической деятельности.



Н.А.Верюжский

ISBN 5-94976-645-8



9 785949 766453