МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Судовождение и безопасность судоходства»

# МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ

## «АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ПОСОБИЯ. ЗВЕЗДНЫЙ ГЛОБУС»

**Методические указания**
к практическим занятиям
по дисциплине «Мореходная астрономия»
для студентов специальности
26.05.05 «Судовождение»
(специализация «Судовождение на морских путях»)

Севастополь
СевГУ
2021

**УДК 528.28:656.61(076.5)**
**ББК 39.471.4я73**
**М79**

**Р е ц е н з е н т:**
**Л.Е. Курочкин** – доцент кафедры СБС

**Ответственный за выпуск:**
**С.А. Подпорин** - заведующий кафедрой СБС,
канд. техн. наук, доцент

*Составитель:* С. А. Потапенко

**М79 Мореходная астрономия. Тема II. Астрономические пособия. Звездный глобус :** методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Мореходная астрономия» для студентов специальности 26.05.05 «Судовождение» (специализация «Судовождение на морских путях») / Севастопольский государственный университет, Морской институт, кафедра «Судовождение и безопасность судоходства» ; сост. С. А. Потапенко. – Севастополь: СевГУ, 2021. – 64 с. – Текст : электронный.

Целью методических указаний является оказание студентам методической помощи при подготовке к практическим занятиям и выполнении индивидуальных заданий, предусмотренных учебным планом, по дисциплине «Мореходная астрономия».

УДК 629.072.1:656.61(076.5)
ББК 39.471.4я73

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры «Судовождение и безопасность судоходства» Морского института Севастопольского госуниверситета в качестве методических указаний, протокол № 1 от 31 августа 2021 г.

Изд. № 196/2021. Объем 4 п.л. Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,92.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

© Потапенко С. А., сост., 2021
© ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет, 2021

# СОДЕРЖАНИЕ


| | | |
|---|---|---|
| ПЗ-1 | Нахождение местного часового угла и склонения звезды. | 4 |
| ПЗ-2 | Нахождение местного часового угла и склонения Солнца, Луны, планет. | 11 |
| ПЗ-3 | Расчет времени восхода, захода, кульминации Солнца и Луны. | 17 |
| ПЗ-4 | Расчет времени начала утренних и конца вечерних сумерек. Методика расчета освещенности горизонта. | 24 |
| ПЗ-5 | Установка Звёздного Глобуса и Star Finder. Определение наименования светил. | 31 |
| ПЗ-6 | Нанесение планет на Звёздный Глобус и Star Finder. Подбор светил для наблюдений. | 41 |
| ПЗ-7 | Исправление измеренных секстаном высот светил. Расчет истинных высот. | 50 |
| | Приложение 1 | 60 |

# ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1.

# ВВОДНОЕ. ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ. НАХОЖДЕНИЕ МЕСТНОГО ЧАСОВОГО УГЛА И СКЛОНЕНИЯ ЗВЕЗДЫ

## 1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

*Цель занятия:* Входной контроль знаний. Приобретение компетенций согласно таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Формируемые компетенции

| Формируемая компетенция | Владения | Умения | Знания |
|---|---|---|---|
| Профессиональные компетенции, устанавливаемые ООП | | | |
| Умеет использовать небесные тела для определения местоположения судна | — | Нахождение местного часового угла и склонения звезды | Эфемериды светил. Местные часовые углы и склонения звезд |

*Объем:* 2 академических часа.

*Содержание:*

1. Краткая характеристика темы II дисциплины – 5 мин.
2. Входной контроль знаний в виде устного опроса – 10 мин.
3. Порядок работы с Nautical Almanac (альманахом) и рабочие формулы – 10 мин.
4. Расчет местного часового угла и склонения звезды – 10 мин.
5. Самостоятельная работа студентов – решение задач по нахождению местного часового угла и склонения звезд – 50 мин.
6. Подведение итогов занятия – 5 мин.

*Необходимое оборудование и материалы:*

1. Пластиковая или смарт-доска.
2. Мультимедиа проектор.
3. Тематические плакаты.
4. Астрономические пособия, бланки вычислений.

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ

Входной контроль имеет целью проверить знания студентов, полученные в предыдущем семестре по дисциплине «Мореходная астрономия».

Перечень вопросов к входному контролю:

1. Вспомогательная небесная сфера: основные точки, линии и плоскости.
2. Системы координат, применяемых в мореходной астрономии.
3. Видимое движение светил, условие восхода и захода светил.
4. Эклиптика. Определение координат Солнца.
5. Звездное и солнечное время.
6. Системы учета времени. Формулы перевода времен.
7. Хронометр и его поправка и суточный ход.
8. Параллактический треугольник, его элементы.
9. Устройство секстана, его выверки.
10. Определение и уменьшение поправки секстана.

Входной контроль знаний проводится в устной форме. По результатам входного контроля может быть проведена некоторая корректировка программы дисциплины, а также реализован более гибкий подход к обучению отстающих студентов.

## 3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 3.1. Порядок работы с Nautical Almanac (альманахом) и рабочие формулы

Гринвичские часовые углы и склонения четырех планет, Солнца и Луны даны в ежедневных таблицах альманаха на каждый час всемирного времени, что позволяет рассчитать их значения на заданный момент.

Основными входными аргументами в альманах являются:

- гринвичская дата плавания;
- гринвичское время явления (события).

Часовые углы звезд для экономии места не приводятся. Для расчета часовых углов звезд применяется формула:

$$LHA* = LHA\gamma + SHA*$$

которая показывает, что часовой угол звезды состоит из двух слагаемых: первое слагаемое, общее для всех звезд часовой угол точки Овна, и второе слагаемое – звездное дополнение конкретной звезды.

Таким образом, для нахождения местных часовых углов и склонений звезд, необходимо выбрать гринвичский часовой угол точки Овна, «уйти» на величину долготы места наблюдателя и прибавить звездное дополнение звезды:

$$\boldsymbol{LHA^* = GHA\gamma \pm Long\ w^E + SHA^*}$$

Склонения самых ярких 57 звезд и звёздные дополнения выбираются из ежедневных таблиц на гринвичскую дату в коленке «STARS». Для всех 160 навигационных звезд эти данные выбираются в одноименном разделе альманаха.

Для упрощения понимания зависимостей аргументов, рекомендуется пользоваться представленной ниже схемой:

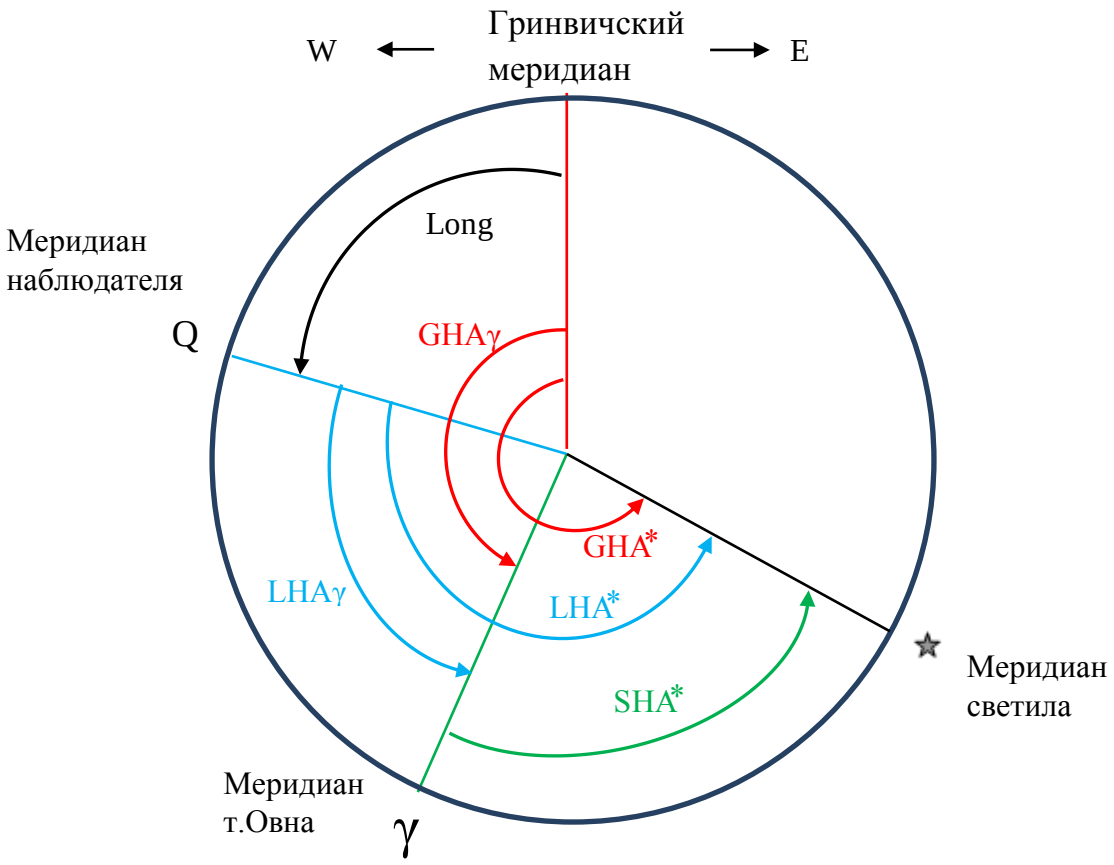



Рисунок 1.1 – Связь координат экваториальной системы

Основные формулы для расчётов:

$$\boldsymbol{LHA\gamma = GHA\gamma \pm Long\ w^E}$$

$$\boldsymbol{LHA^* = LHA\gamma + SHA^*}$$

$$\boldsymbol{LHA^* = GHA\gamma \pm Long\ w^E + SHA^*}$$

где : *GHA* – Greenwich HourAngle
*LHA* – Local Hour Angle
*Long* – longitude
*SHA* – Sidereal Hour Angle

3.2. Алгоритм расчета местного часового угла и склонения звезды

1. Определяется дата на Гринвиче и приближенное значение гринвичского времени по судовому

$$T_{ГР} = T_C \pm №^{W}_{E} \qquad GMT = OT \pm №^{w}_{E}$$

*GMT* - Greenvich Mean Time
*OT* - Observation Time

2. Определяется точное значение гринвичского времени по показаниям хронометра

$$T_{ГР} = T_{XP} \pm U_{XP} \qquad GMT = CT \pm CE$$

*CT* - chronometer time
*CE* – chronometer error

Контроль!

Оба времени *GMT* должны быть приблизительно одинаковыми.

Если точное *GMT*, рассчитанное по хронометру отличается от приближенного *GMT*, рассчитанного по судовому времени, то к точному *GMT* следует прибавить 12ч (*привести к значению по судовому времени*)

3. Выборка звёздного времени на целый час *GHA tab (S*т*)*

Гринвичский часовой угол точки Овна (табличный) выбирается из Daily pages альманаха на гринвичскую дату и целый час гринвичского времени *GMT*

4. Выборка поправки к звёздному времени за минуты и секунды *Incr. (ΔS)*

Поправка выбирается из интерполяционных таблиц (increments and corrections) на минуты и секунды гринвичского времени *GMT*

*Incr.* - Increment

5. Расчёт гринвичского звёздного времени (гринвичского часового угла точки Овна) $S_{гр} = S_{т} + \Delta S \qquad GHA^{Aries} = GHA_{tab} + Incr.$

6. Расчёт местного звёздного времени (местного часового угла т. Овна)

$$S_М = S_{ГР} \pm \lambda^{E}_{W} \qquad LHA^{Aries} = GHA^{Aries} \pm Long^{E}_{W}$$

7. Выборка звёздного дополнения и склонения *SHA (τ*), Dec (δ)* производится из ежедневных таблиц на гринвичскую дату в коленке «STARS»

*Dec* – Declination

8. Расчёт местного часового угла звезды

$$t_М = S_М + \tau^* \qquad LHA^* = LHA^{Aries} + SHA^*$$

9. Перевод полученного обыкновенного часового угла в практический. Местный часовой угол звезды (практический часовой угол < 180°)

Если 0° < *LHA** <180°, то остается *LHA** W

Если *LHA** > 360°, то *LHA** – 360° остается *LHA** W

Если 180° < *LHA** < 360°, то 360° – *LHA**, получаем *LHA** E

Порядок выполнения расчетов рассмотрим на примере:

*Пример*

01 сентября 2002г. В судовое время OT = $19^h35^m$ в долготе Long= 148°30,5'W наблюдали звезду Alphard, момент по хронометру CT = $5^h37^m43^s$, поправка хронометра CE = $-2^m15^s$. Вычислить *LHA** и *Dec*.

На практических занятиях решение всех астрономических задач будет осуществляться на специализированных бланках:

| | Alphard | Объяснение |
|---|---|---|
| | I line | |
| ***OT*** | $19^h35^m$ | Судовое время, время обсервации |
| ***№*** $\frac{E-}{W+}$ | +10 | Номер часового пояса |
| ***GMT*** | $05^h35^m$ | Приблизительное гринвичское время |
| ***Date*** | 02.09.2002 | Дата на гринвичском меридиане |
| ***CT*** | $05^h37^m43^s$ | Время по хронометру |
| ***CE*** | - $02^m15^s$ | Поправка хронометра |
| ***GMT*** | $05^h35^m28^s$ | Точное гринвичское время |
| ***GHA tab*** | 56°10,5' | Гринвичский часовой угол точки Овна (табличный) выбирается из на гринвичскую дату и целый час ($05^h$) точного гринвичского времени *GMT* |
| ***Incr.*** | 08°53,5' | Поправка выбирается из на минуты и секунды ($35^m28^s$) *GMT* для *Aries* |
| ***v-corr*** | – | Для звезд не применяется |
| ***GHA*** | 65°04,0' | Гринвичский часовой угол точки Овна (звездное время) |
| ***Long*** $\frac{E+}{W-}$ | 148°30,5' | Долгота судна |
| ***LHA Aries*** | 276°33,5' | Местный часовой угол точки Овна (местное звездное время) |
| ***SHA*** | 218°04,8' | Звездное дополнение. Выбирается по наименованию звезды |
| ***LHA W*** | **134°38,3'** | Местный часовой угол звезды (494° – 360°) |
| ***LHA E*** | – | Только если 180° < *LHA** < 360° |
| ***v / d*** | – | Для звезд не применяется |
| ***Dec tab*** | – | Для звезд не применяется |
| ***d-corr*** | – | Для звезд не применяется |
| ***Dec*** | **8°40,0' S** | Склонение. Выбирается по наименованию звезды |

# 4. ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В задачах №№ 226 – 255 необходимо:
Вычислить местный часовой угол ***LHA*** и склонение ***Dec*** заданных звезд

| № | Date | OT | Long | CT | CE | Stars |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 226 | 07.02.2002 | $19^h09^m$ | 45°30,8' E | $04^h11^m30^s$ | – $2^m11^s$ | Altair |
| 227 | 15.03 | 20 09 | 136 42,0 W | 05 07 18 | + 2 01 | Spica |
| 228 | 02.09 | 05 35 | 148 36,1 E | 07 45 29 | – 10 14 | Canopus |
| 229 | 21.11 | 01 46 | 139 57,2 W | 10 51 54 | – 5 37 | Spica |
| 230 | 22.11 | 05 09 | 36 20,1 W | 06 53 42 | + 15 27 | Arcturus |
| 231 | 02.09 | 04 35 | 116 46,5 E | 08 32 35 | + 2 42 | Achernar |
| 232 | 14.03 | 18 35 | 158 39,7 W | 05 32 26 | + 2 50 | Arcturus |
| 233 | 02.09 | 02 42 | 40 31,8 W | 05 33 52 | + 8 21 | Sirius |
| 234 | 15.03 | 20 21 | 31 28,6 W | 10 15 58 | + 6 01 | Rosalhague |
| 235 | 02.09 | 06 46 | 130 15,8 E | 10 08 35 | – 22 17 | Rigil Kentaurus |
| 236 | 03.09 | 19 18 | 113 52,0 E | 11 48 56 | – 30 16 | Capella |
| 237 | 14.03 | 07 09 | 50 03,2 W | 11 00 55 | – 51 42 | Altair |
| 238 | 22.11 | 05 21 | 161 28,8 E | 06 20 04 | + 1 10 | Achernar |
| 239 | 22.11 | 17 18 | 17 21,7 E | 04 28 44 | – 10 08 | Vega |
| 240 | 06.02 | 05 21 | 116 25,2 W | 01 11 20 | + 10 01 | Alpherats |
| 241 | 01.09 | 16 46 | 129 18,3 W | 02 01 23 | – 15 10 | Sirius |
| 242 | 23.11 | 04 46 | 63 11,7 E | 00 51 13 | – 5 04 | Alphecca |
| 243 | 07.02 | 06 21 | 162 38,8 E | 07 27 24 | – 6 21 | Peacock |
| 244 | 02.09 | 05 42 | 2 45,6 W | 05 34 30 | + 8 11 | Mencar |
| 245 | 02.09 | 05 46 | 113 40,7 E | 09 54 16 | – 8 15 | Regulus |
| 246 | 22.11 | 06 46 | 132 59,8 E | 09 40 15 | + 6 01 | Altair |
| 247 | 07.02 | 19 13 | 171 41,5 W | 06 10 08 | + 3 10 | Alphard |
| 248 | 07.02 | 17 35 | 51 19,9 E | 02 42 12 | – 6 21 | Arcturus |
| 249 | 23.11 | 03 09 | 150 50,8 E | 05 14 20 | – 4 23 | Altair |
| 250 | 02.09 | 18 13 | 3 02,8 E | 06 13 27 | – 0 19 | Fomalhaut |
| 251 | 14.03 | 05 09 | 48 15,6 W | 08 02 53 | + 6 17 | Peacock |
| 252 | 01.09 | 05 21 | 47 13,8 W | 08 13 06 | + 8 23 | Rigel |
| 253 | 06.02 | 18 35 | 139 17,8 W | 03 47 33 | – 12 19 | Sirius |
| 254 | 15.03 | 05 21 | 83 36,1 E | 11 19 23 | + 2 12 | Deneb |
| 255 | 07.02 | 02 18 | 22 16,4 W | 03 17 13 | + 1 18 | Mirfak |

## 5. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ВО ВРЕМЯ ЗАНЯТИЯ

1. Провести входной контроль знаний в виде устного опроса.
2. Разобрать порядок работы с Nautical Almanac (альманахом) и рабочие формулы.
3. Разобрать порядок нахождения местного часового угла и склонения звезды.
4. Выдать задания для самостоятельной работы студентов по решению задач по нахождению местного часового угла и склонения звезды.
5. Выполнить проверку выполнения заданий. Подвести итог по занятию.

## 6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Склонение, часовой угол, звездное дополнение звезд.
2. Устройство альманаха.
3. Звездное время, гринвичское и местное.
4. Практический счет часового угла (правило «3 если»).
5. Элементы горизонтной системы.
6. Элементы 1-й и 2-й экваториальной системы.

## 7. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Михайлов В.С. Практическая мореходная астрономия. Электронный учебник/ В.С. Михайлов, В.Г. Кудрявцев, В.С. Давыдов. – Киев, 2009. – 293 с.
2. Панасенко А.Н. Практическая мореходная астрономия: Учебное пособие для курсантов морских специальностей – Владивосток, 2011, 94 с.

# ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2.

# НАХОЖДЕНИЕ МЕСТНОГО ЧАСОВОГО УГЛА И СКЛОНЕНИЯ СОЛНЦА, ЛУНЫ, ПЛАНЕТ

## 1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

*Цель занятия:* Входной контроль знаний. Приобретение компетенций согласно таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Формируемые компетенции

| Формируемая компетенция | Владения | Умения | Знания |
|---|---|---|---|
| Профессиональные компетенции, устанавливаемые ООП | | | |
| Умеет использовать небесные тела для определения местоположения судна | — | Нахождение местного часового угла и склонения Солнца, Луны, планет | Эфемериды светил. Местные часовые углы и склонения Солнца, Луны, планет |

*Объем:* 2 академических часа.

*Содержание:*

1. Текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по теме «Нахождение местного часового угла и склонения звезд» – 5 мин.
2. Порядок работы с Nautical Almanac (альманахом) и рабочие формулы – 10 мин.
3. Расчет местного часового угла и склонения Солнца, Луны, планет – 10 мин.
4. Самостоятельная работа студентов – решение задач по нахождению местного часового угла и склонения Солнца, Луны, планет – 60 мин.
5. Подведение итогов занятия – 5 мин.

*Необходимое оборудование и материалы:*

1. Пластиковая или смарт-доска.
2. Мультимедиа проектор.
3. Тематические плакаты.
4. Астрономические пособия, бланки вычислений.

# 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 2.1. Расчет местного часового угла и склонения Солнца, Луны и планет

С помощью альманаха расчет экваториальных координат - местного часового угла *LHA* и склонения *Dec* для Солнца, Луны и планет выполняется по одной схеме, которая реализует следующие соотношения:

| MAE | Nautical Almanac |
|---|---|
| $t_{гр} = t_{т} + \Delta_1 t + \Delta_2 t,$ | $GHA = GHA_{tab} + Incr + v\text{-}corr,$ |
| $t_{м} = t_{гр} \pm \lambda^{E}_{W},$ | $LHA = GHA \pm Long^{E}_{W},$ |
| $\delta = \delta_{т} + \Delta\delta,$ | $Dec = Dec_{tab} + d\text{-}corr.$ |

где:

$t_m$ *(*$GHA_{tab}$*)* – гринвичский часовой угол светила на целое число часов гринвичского времени;

$\Delta_1 t$ *(Incr.)* – интерполяционная поправка гринвичского часового угла светила за минуты и секунды гринвичского времени;

$\Delta_2 t$ *(v-corr.)* – интерполяционная поправка гринвичского часового угла светила по квазиразности $\Delta^{-}(v)$ за минуты гринвичского времени;

$t_{гр}$ *(GHA Greenwich Hour Angle)* – гринвичский часовой угол светила на заданный момент времени;

$\lambda$ *(Long)* – долгота меридиана места судна;

$\delta m$ *(Dec* $_{tab}$*)* – табличное значение склонения светила на целое число часов гринвичского времени;

$\Delta\delta$ *(d-corr.)* – интерполяционная поправка склонения светила по разности $\Delta(d)$ за минуты гринвичского времени;

$\delta$ *(Dec)* - склонение светила на заданный момент времени.

2.2. Алгоритм расчета местного часового угла и склонения Солнца, Луны и планет

1. Определяется дата на Гринвиче и приближенное значение гринвичского времени по судовому

$$T_{гр} = T_c \pm №_E^W, \qquad GMT = OT \pm №_E^W.$$

2. Определяется точное значение гринвичского времени по показаниям хронометра

$$T_{гр} = T_{хр} + U_{хр}, \qquad GMT = CT \pm CE.$$

Контроль!

Оба времени *GMT* должны быть приблизительно одинаковыми.

Если точное *GMT*, рассчитанное по хронометру отличается от приближенного *GMT*, рассчитанного по судовому времени, то к точному *GMT* следует прибавить 12ч (*привести к значению по судовому времени*)

3. Осуществляется выборка табличных значений гринвичского часового угла *GHA tab* и склонения *Dec tab* светила на целый час точного гринвичского времени *GMT*

Кроме того, выбираются значения: *v* (Δ) и *d* ($\bar{\Delta}$) - разность и квазиразность.

4. Из интерполяционных таблиц increments and corrections выбираются поправки для часового угла *Incr* ($\Delta_1 t$) и *v-corr* ($\Delta_2 t$), а для склонения *d-corr* ($\Delta\delta$).

Поправка *Incr* выбирается на минуты и секунды гринвичского времени *GMT* из соответствующей светилу колонки (*Sun-Planet, Moon*)

Выборка поправок *v-corr, d-corr* производится из таблиц на минуты гринвичского времени *GMT* по значениям *v* и *d*

5. Производится расчет гринвичского часового угла *(GHA)* и склонения *(Dec)*

$$t_{гр} = t_т + \Delta_1 t + \Delta_2 t, \qquad GHA = GHA_{tab} + Incr + v\text{-}corr$$
$$\delta = \delta_т + \Delta\delta. \qquad Dec = Dec_{tab} + d\text{-}corr$$

6. Производится расчет местного часового угла (LHA)

$$t_м = t_{гр} \pm \lambda_W^E, \qquad LHA = GHA \pm Long_W^E.$$

7. Полученное значение местного часового угла представляется в практическом счете.

Практический часовой угол $LHA < 180°$

Если $0° < LHA < 180°$, то остается $LHA_W$.

Если $LHA > 360°$, то $LHA - 360°$ остается $LHA_W$.

Если $180° < LHA < 360°$, то $360° - LHA$, получится $LHA_E$.

Порядок выполнения расчетов рассмотрим на примере*:*

*Пример*

15.03.2002 г. В судовое время ОТ = $10^h47^m$ судно находилось в точке с координатами Lat = 31°18,0'N; Long = 141°27,3'W.

Показания хронометра СТ = $07^h49^m20^s$; поправка хронометра СЕ = $-2^m30^s$.

Рассчитать местный часовой угол *LHA* и склонение *Dec* Солнца, Луны и Марса.

| | Sun | Moon | Mars | Объяснение |
|---|---|---|---|---|
| | I line | II line | III line | |
| ***OT*** | $10^h47^m$ | | | Судовое время, время обсервации |
| ***№*** $\frac{E-}{W+}$ | +9 | | | Номер часового пояса |
| ***GMT*** | $19^h47^m$ | | | Приблизительное *GMT* |
| ***Date*** | 15.03.2002 | | | Дата на гринвичском меридиане |
| ***CT*** | $07^h49^m20^s$ | $07^h49^m20^s$ | $07^h49^m20^s$ | Время по хронометру |
| ***CE*** | - $02^m30^s$ | - $02^m30^s$ | - $02^m30^s$ | Поправка хронометра |
| ***GMT*** | $19^h46^m50^s$ | $19^h46^m50^s$ | $19^h46^m50^s$ | Точное *GMT (+12$^h$)* |
| ***GHA tab*** | 102°46,9' | 83°54,4' | 60°46,2' | *GHA* светил табличный на $19^h$ *GMT* |
| ***Incr.*** | 11°42,5' | 11°10,5' | 11°42,5' | Поправка на $46^m50^s$ *GMT* |
| ***v-corr*** | – | +12,8' | +0,6' | Поправка по *v* на $46^m$ |
| ***GHA*** | 114°29,4' | 95°17,7' | 72°29,3' | Гринвичский часовой угол |
| ***Long*** $\frac{E+}{W-}$ | 141°27,3' | 141°27,3' | 141°27,3' | Долгота судна |
| ***LHA Aries*** | – | – | – | Применяется для звезд |
| ***SHA*** | – | – | – | Применяется для звезд |
| ***LHA W*** | 333°02,1' | 313°50,4' | 291°02,0' | Местный часовой угол |
| ***LHA E*** | **26°57,9'** | **46°09,6'** | **68°58,0'** | Только если 180° < *LHA* < 360° |
| ***v / d*** | – /-1,0' | +16,5'/+12,4' | +0,8'/+0,6' | Разность / квазиразность |
| ***Dec tab*** | 1°58,9' S | 1°04,8' N | 15°12,7' N | Склонение табличное на $19^h$ *GMT* |
| ***d-corr*** | -0,8' | +9,6' | +0,5' | Поправка по *d* на $46^m$ |
| ***Dec*** | **1°58,1' S** | **1°14,4' N** | **15°13,2' N** | Склонение |

# 3. ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В задачах №№ 256 – 285 необходимо:

Вычислить местный часовой угол ***LHA*** и склонение ***Dec*** заданных Солнца (S), Луны (M), планеты (Name)

| № | Date | OT | Long | CT | CE | Body |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 256 | 01.09.2002 | $20^h09^m$ | 126°15,9' W | $04^h15^m13^s$ | – $6^m01^s$ | S, M, Venus |
| 257 | 14.03 | 21 13 | 153 17,5 W | 07 23 45 | – 10 23 | S, M, Mars |
| 258 | 06.02 | 16 18 | 161 34,5 W | 03 22 34 | – 4 08 | S, M, Jupiter |
| 259 | 21.11 | 17 21 | 134 52,7 W | 02 23 12 | – 1 50 | S, M, Saturn |
| 260 | 02.09 | 18 35 | 25 14,9 E | 04 31 32 | + 3 38 | S, M, Venus |
| 261 | 15.03 | 19 38 | 52 18,5 E | 04 29 36 | + 8 32 | S, M, Mars |
| 262 | 07.02 | 20 42 | 62 35,5 W | 00 43 27 | – 1 03 | S, M, Jupiter |
| 263 | 22.11 | 04 46 | 35 53,7 W | 06 45 25 | + 0 44 | S, M, Saturn |
| 264 | 03.09 | 05 09 | 126 16,9 E | 09 10 14 | – 1 02 | S, M, Venus |
| 265 | 16.03 | 06 13 | 153 18,5 E | 08 11 43 | + 1 37 | S, M, Mars |
| 266 | 08.02 | 07 18 | 160 35,5 E | 08 15 35 | + 2 40 | S, M, Jupiter |
| 267 | 23.11 | 08 21 | 133 53,7 E | 11 20 10 | + 1 02 | S, M, Saturn |
| 268 | 01.09 | 03 35 | 143 17,5 W | 01 32 47 | + 2 27 | S, M, Venus |
| 269 | 14.03 | 04 38 | 171 34,5 W | 03 45 27 | – 7 00 | S, M, Mars |
| 270 | 06.02 | 05 42 | 144 52,7 W | 03 44 13 | – 1 49 | S, M, Jupiter |
| 271 | 21.11 | 20 47 | 53 27,5 W | 00 45 32 | + 1 14 | S, M, Venus |
| 272 | 02.09 | 19 10 | 61 44,5 W | 11 12 46 | – 2 53 | S, M, Mars |
| 273 | 15.03 | 18 14 | 34 52,7 W | 08 16 30 | – 2 53 | S, M, Jupiter |
| 174 | 07.02 | 17 19 | 50 17,5 W | 08 11 37 | + 7 04 | S, M, Saturn |
| 275 | 22.11 | 16 22 | 161 34,5 W | 03 25 46 | – 4 02 | S, M, Venus |
| 276 | 03.09 | 17 36 | 134 52,7 E | 08 30 20 | + 5 16 | S, M, Mars |
| 277 | 16.03 | 18 39 | 155 07,5 E | 08 36 33 | + 2 05 | S, M, Jupiter |
| 278 | 08.02 | 19 43 | 161 24,5 E | 08 40 50 | + 2 05 | S, M, Saturn |
| 279 | 23.11 | 20 43 | 134 42,7 E | 11 46 23 | – 3 26 | S, M, Venus |
| 280 | 01.09 | 21 47 | 153 07,5 W | 07 51 26 | – 4 46 | S, M, Mars |
| 281 | 14.03 | 18 10 | 62 34,5 W | 10 17 23 | – 7 41 | S, M, Jupiter |
| 282 | 06.02 | 20 22 | 35 52,7 W | 10 25 41 | – 4 02 | S, M, Saturn |
| 283 | 21.11 | 17 36 | 54 17,5 W | 09 33 44 | + 2 12 | S, M, Venus |
| 284 | 02.09 | 19 39 | 62 34,5 W | 11 37 52 | + 0 57 | S, M, Mars |
| 285 | 15.03 | 18 43 | 35 52,7 W | 08 41 47 | + 0 55 | S, M, Jupiter |

## 4. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ВО ВРЕМЯ ЗАНЯТИЯ

1. Разобрать порядок работы с Nautical Almanac (альманахом) и рабочие формулы.
2. Разобрать порядок нахождения местного часового угла и склонения Солнца, Луны, планет.
3. Выдать задания для самостоятельной работы студентов по решению задач по нахождению местного часового угла и склонения Солнца, Луны, планет.
4. Выполнить проверку выполнения заданий. Подвести итог по занятию.

## 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Склонение, часовой угол, звездное дополнение Солнца, Луны, планет.
2. Устройство альманаха.
3. Звездное время, гринвичское и местное.
4. Практический счет часового угла (правило «3 если»).
5. Элементы горизонтной системы.
6. Элементы 1-й и 2-й экваториальной системы.

## 6. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Михайлов В.С. Практическая мореходная астрономия. Электронный учебник/ В.С. Михайлов, В.Г. Кудрявцев, В.С. Давыдов. – Киев, 2009. – 293 с.
2. Панасенко А.Н. Практическая мореходная астрономия: Учебное пособие для курсантов морских специальностей – Владивосток, 2011, 94 с.

# ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3.

# РАСЧЕТ МОМЕНТА ВОСХОДА, ЗАХОДА, КУЛЬМИНАЦИИ СОЛНЦА И ЛУНЫ

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

*Цель занятия:* Приобретение компетенций согласно таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Формируемые компетенции

| Формируемая компетенция | Владения | Умения | Знания |
|---|---|---|---|
| Профессиональные компетенции, устанавливаемые ООП | | | |
| Умеет использовать небесные тела для определения местоположения судна | — | Расчет момента восхода, захода, кульминации Солнца и Луны | Кульминация светила, истинный, видимый восход и заход светил |

*Объем:* 2 академических часа.

*Содержание:*

1. Текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по теме «Нахождение местного часового угла и склонения Солнца, Луны, планет» – 5 мин.

2. Порядок нахождения судового времени восхода, захода Солнца, Луны – 10 мин.

3. Порядок нахождения судового времени кульминации Солнца, Луны –10 мин.

4. Самостоятельная работа студентов – нахождение судового времени восхода, захода, кульминации Солнца и Луны – 60 мин.

5. Подведение итогов занятия – 5 мин.

*Необходимое оборудование и материалы:*

1. Пластиковая или смарт-доска.
2. Мультимедиа проектор.
3. Астрономические пособия, бланки вычислений.
4. Тематические плакаты.

# 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 2.1. Кульминация, восход-заход светил.

*Кульминацией светила* называется точка пересечения центром светила меридиана наблюдателя. Если светило находится на полуденной части меридиана наблюдателя, то его кульминация называется верхней, а если на полуночной – нижней.

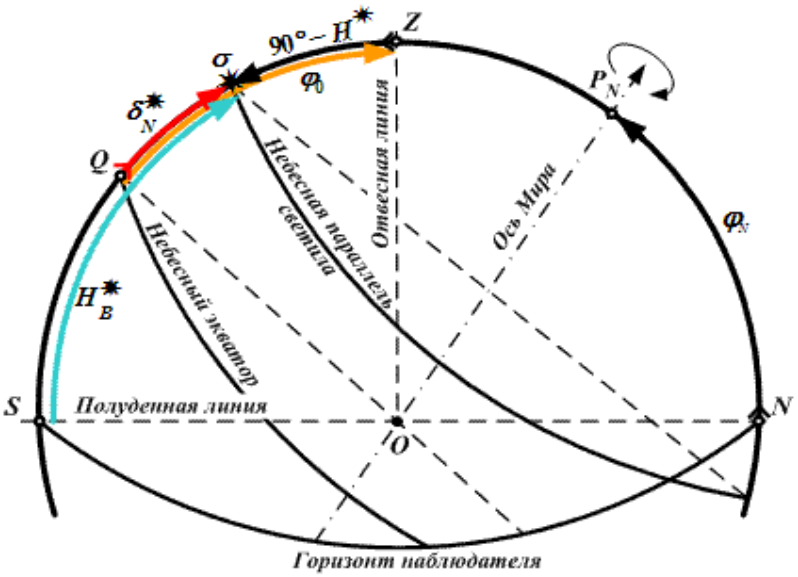



Рисунок 3.1 – Кульминация светила

*Истинным восходом* светила называется точка пересечения центром светила восточной части истинного горизонта, а истинным *заходом* – точка пересечения его западной части.

*Видимым восходом* Солнца называется момент появления (исчезновения) верхнего края Солнца относительно видимого горизонта.

В астрономических альманахах приводятся данные видимого восхода (захода) светила (Солнце, Луна).

Разница между истинными и видимыми явлениями происходит в результате атмосферной рефракции.

*Атмосферная рефракция* — явление искривления световых лучей при прохождении света через атмосферу.

В результате атмосферной рефракции мы видим Луну, Солнце и другие светила несколько выше того места, где они находятся на самом деле.

В тот момент, когда мы видим, что нижний край светила коснулся линии горизонта, на самом деле солнечный диск находится уже под горизонтом

2.2. Алгоритм выполнения расчета моментов видимого восхода-захода Солнца, Луны.

1. Из ежедневных таблиц альманаха на заданную дату выбираем местное время явления *LMT* для значения табличной широты, *ближайшей меньшей* к заданной широте. При этом находим разность Δ (величину и знак) между моментом для последующей большей табличной широты и выбранным моментом.

Момент восхода или захода Солнца и разность Δ находятся непосредственно из ежедневных таблиц, если заданная дата совпадает со средней датой трехсуточного интервала. В случае несовпадения этих дат, используются суточные изменения (*daily corr.*).

2. Из таблицы «Поправка за широту» (*Table I – for latitude*) находим поправку за широту *Lat corr.* к выбранному моменту за изменение широты. Аргументами для входа в таблицу служат: величина найденной разности моментов Δ (*difference between the time*) и разность широт *ΔLat* между значениями заданной широты и ближайшей меньшей табличной широты, для которой выбран соответствующий момент времени.

С этой разностью *ΔLat* следует входить в одну из трех колонок аргумента таблицы (*tabular interval*) – соответственно интервалу 10°, 5° и 2°, между которыми производится интерполирование.

Найденная поправка *ΔLat* берется с тем знаком, который имеет величина Δ.

3. Из таблицы «Поправка за долготу» (*Table II – for longitude*) находим поправку *Long corr.* к выбранному моменту соответственно долготе места. В этой таблице аргументами служат: заданная долгота *Long* и суточные изменения (*daily corr.*). Суточное изменение находится интерполяцией в уме. Для Луны суточное изменение необходимо выбирать, работая с предшествующей датой (слева), если долгота восточная, и с последующей датой (справа), если долгота западная.

4. Исправив время *LMT* поправкой за широту и долготу, получаем местное время явления в заданной точке

$$\boldsymbol{Correct\ LMT = LMT + Lat\ corr. + Long\ corr.}$$

5. Переход от полученного местного времени к судовому выполняется по формуле

$$\boldsymbol{ZT = Correct\ LMT \pm Long\ ^{W}_{E} \pm №\ ^{E}_{W}}$$

Знаки в формуле выбираются по правилу *«к востоку времени больше».*

Порядок выполнения расчетов моментов видимого восхода-захода Солнца, Луны рассмотрим на примере:

*Пример:*

01.09.2002г. для точки, с координатами $\varphi_c$= 46°30,2'N; $\lambda_c$=130°46,1'E рассчитать судовое время видимого восхода и захода Солнца, Луны.

| | Sunrise | | | Moonrise | | | Объяснение |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | h | m | d | h | m | |
| *LMT for Lat N45°* | 02.09 | 05 | 23 | 01.09 | 23 | 32 | Sun: на среднюю дату 02.09<br>Moon: на 01.09 |
| *daily corr.* | | | -1 | | | - | Sun: $-1^m$, т.к. уменьшается<br>05.19 – 05.23 = $-4^m/3^{day} \approx -1^m$ |
| *LMT for Lat N45°* | 01.09 | 05 | 22 | 01.09 | 23 | 32 | Значения на 01.09 |
| *Lat corr. to N 46°30,2'*<br>*p. xxxii Table I* | Δ=-7 | | -2 | Δ=-25 | | -7 | Sun: Δ= $-7^m$, Moon: Δ= $-25^m$<br>ΔLat = 1°30,2', Tab. Interval = 5° |
| *Long corr.*<br>*p. xxxii Table II* | Δ=-1 | | 0 | Δ=-45 | | -16 | Moon: Δ=23.32 – 22.47 = $-45^m$<br>Т.к $\lambda_E$, по предыдущей дате |
| *Correct LMT* | | 05 | 20 | | 23 | 09 | Местное время |
| *Long p. i 130°46,1'E* | | -8 | 43 | | -8 | 43 | Долгота во временной мере $\pm_E^W$ |
| *GMT* | 31.08 | 20 | 37 | 01.09 | 14 | 26 | Гринвичское время |
| *№* | | +9 | | | +9 | | Часовой пояс $\pm_W^E$ |
| *ZT* | 01.09 | **05** | **37** | 01.09 | **23** | **26** | Судовое время |

| | Sunset | | | Moonset | | | Объяснение |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | h | m | d | h | m | |
| *LMT for Lat N45°* | 02.09 | 18 | 36 | 01.09 | 14 | 50 | Sun: на среднюю дату 02.09<br>Moon: на 01.09 |
| *daily corr.* | | | +2 | | | - | Sun: $+2^m$, т.к. увеличивается<br>18.41 – 18.36 = $+5^m/3^{day} \approx +2^m$ |
| *LMT for Lat N45°* | 01.09 | 18 | 38 | 01.09 | 14 | 50 | Значения на 01.09 |
| *Lat corr. to N 46°30,2'*<br>*p. xxxii Table I* | Δ=+6 | | +2 | Δ=+24 | | +7 | Sun: Δ= $+6^m$, Moon: Δ= $+24^m$<br>ΔLat = 1°30,2', Tab. Interval = 5° |
| *Long corr.*<br>*p. xxxii Table II* | Δ=+2 | | 0 | Δ=-64 | | -23 | Moon: Δ=14.50 – 13.46 = $-64^m$<br>Т.к $\lambda_E$, по предыдущей дате |
| *Correct LMT* | | 18 | 40 | | 14 | 34 | Местное время |
| *Long p. i 130°46,1'E* | | -8 | 43 | | -8 | 43 | Долгота во временной мере $\pm_E^W$ |
| *GMT* | 01.09 | 09 | 57 | 01.09 | 05 | 51 | Гринвичское время |
| *№* | | +9 | | | +9 | | Часовой пояс $\pm_W^E$ |
| *ZT* | 01.09 | **18** | **57** | 01.09 | **14** | **51** | Судовое время |

*ПРИМЕЧАНИЕ*: черта «–», стоящая в таблице моментов заходов и восходов Луны, означает, что в соответствующей дате на Меридиане Гринвича Луна не восходит или не заходит. Для вычисления момента восхода или захода Луны выбирается значение суточного изменения как разность двух значений, стоящих по обе стороны черты. Затем для восточных долгот выбирается момент на последующую дату и производится интерполирование к предшествующей дате, для западных долгот – наоборот.

2.2. Алгоритм выполнения расчета моментов кульминации Солнца, Луны:

С помощью альманаха расчет моментов кульминации Солнца, Луны выполняется по схеме, которая реализует соотношения:

$$ZT = Mer.\ Pass + Long\ corr. \pm Long\ {}^{W}_{E} \pm №\ {}^{E}_{W}$$

Порядок выполнения расчетов моментов кульминации Солнца, Луны рассмотрим на примере:

*Пример:*

02.09.2002г. для точки, с координатами $\varphi_c$= 46°30,0'N; $\lambda_c$=35°46,0'W рассчитать судовое время верхней кульминации Солнца, Луны.

| | Sun | | | Moon | | | Объяснение |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | d | h | m | d | h | m | |
| *Mer. Pass.* | 02.09 | 12 | 00 | 02.09 | 07 | 40 | Время кульминации на заданную дату |
| *Long corr. p. xxxii Table II* | | | - | Δ=+58 | | +6 | Moon: Δ =08.38 – 07.40 = $+58^{m}$<br>Т.к $\lambda_W$, по следующей дате.<br>Для Солнца данной поправкой пренебрегают ввиду ее незначительности |
| *LMT* | | 12 | 00 | | 07 | 46 | Местное время |
| *Long p. i* | | +2 | 23 | | +2 | 23 | Долгота во временной мере $\pm_E^W$ |
| *GMT* | 02.09 | 14 | 23 | 02.09 | 10 | 09 | Гринвичское время |
| *№* | | -2 | | | -2 | | Часовой пояс $\pm_W^E$ |
| *ZT* | 02.09 | **12** | **23** | 02.09 | **08** | **09** | Судовое время |

# 3. ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В задачах №№ 286 – 315 необходимо:

Рассчитать судовое время восхода, захода, верхней кульминации Солнца и Луны

| № | Date | Lat | Long |
|---|---|---|---|
| 286 | 11.09.2002 | 35°18,8' N | 120°11,9' W |
| 287 | 18.03 | 16 11,5 S | 55 18,2 W |
| 288 | 16.02 | 46 12,9 S | 131 45,7 E |
| 289 | 25.10 | 28 46,9 N | 87 42,6 W |
| 290 | 02.05 | 48 15,6 N | 36 17,8 E |
| 291 | 15.04 | 18 10,9 S | 89 19,9 E |
| 292 | 17.03 | 36 18,7 S | 145 28,5 W |
| 293 | 24.10 | 06 11,6 N | 97 47,4 W |
| 294 | 08.06 | 46 16,9 N | 78 57,9 E |
| 295 | 11.06 | 29 19,9 S | 115 19,7 E |
| 296 | 09.02 | 38 10,6 S | 57 41,2 W |
| 297 | 23.11 | 53 18,9 N | 87 13,7 W |
| 198 | 24.02 | 42 57,3 N | 38 43,9 E |
| 299 | 16.10 | 18 46,9 S | 18 46,9 E |
| 300 | 22.07 | 51 32,3 S | 68 36,8 W |
| 301 | 12.04 | 32 26,7 N | 135 46,5 W |
| 302 | 22.06 | 13 45,8 N | 112 37,6 E |
| 303 | 08.10 | 12 17,8 S | 75 17,9 E |
| 304 | 06.08 | 05 37,2 S | 39 11,7 W |
| 305 | 25.09 | 47 28,3 N | 63 44,9 W |
| 306 | 12.03 | 07 12,9 N | 114 53,7 E |
| 307 | 11.01 | 16 11,4 S | 69 47,2 E |
| 308 | 11.04 | 37 43,7 S | 153 17,4 W |
| 309 | 28.01 | 16 36,4 N | 47 28,1 W |
| 310 | 08.02 | 27 57,7 N | 58 52,6 E |
| 311 | 17.10 | 26 16,8 S | 37 36,5 E |
| 312 | 12.11 | 46 35,5 S | 143 36,7 W |
| 313 | 02.09 | 47 32,2 N | 123 45,6 W |
| 314 | 29.06 | 56 17,5 N | 49 57,9 E |
| 315 | 11.07 | 51 51,3 S | 110 36,8 E |

## 4. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ВО ВРЕМЯ ЗАНЯТИЯ

1. Провести текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по теме «Нахождение местного часового угла и склонения Солнца, Луны, планет».

2. Разобрать порядок нахождения судового времени восхода, захода и кульминации Солнца и Луны.

3. Выдать задания для самостоятельной работы студентов по решению задач по нахождению судового времени восхода, захода, кульминации Солнца и Луны.

4. Выполнить проверку выполнения заданий. Подвести итог по занятию.

## 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Порядок расчета времени восхода, захода, кульминации Солнца и Луны.
2. Поправка за широту, порядок выборки из таблицы.
3. Поправка за долготу, порядок выборки из таблицы.
4. Перевод долготы из градусной меры во временную.
6. Кульминация, восход и заход Солнца.
7. Кульминация, восход и заход Луны.

## 6. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Михайлов В.С. Практическая мореходная астрономия. Электронный учебник/ В.С. Михайлов, В.Г. Кудрявцев, В.С. Давыдов. – Киев, 2009. – 293 с.

2. Панасенко А.Н. Практическая мореходная астрономия: Учебное пособие для курсантов морских специальностей – Владивосток, 2011, 94 с.

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4.

## РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ НАЧАЛА УТРЕННИХ ИЛИ КОНЦА ВЕЧЕРНИХ СУМЕРЕК, НАЧАЛА УТРЕННИХ И ВЕЧЕРНИХ НАБЛЮДЕНИЙ. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОСВЕЩЕННОСТИ ГОРИЗОНТА

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

*Цель занятия:* Приобретение компетенций согласно таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Формируемые компетенции

| Формируемая компетенция | Владения | Умения | Знания |
|---|---|---|---|
| Профессиональные компетенции, устанавливаемые ООП | | | |
| Умеет использовать небесные тела для определения местоположения судна | — | Расчет времени начала и конца навигационных сумерек | Гражданские, навигационные, астрономические сумерки |

*Объем:* 2 академических часа.

*Содержание:*

1. Текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по теме «Нахождение судового времени восхода, захода, кульминации Солнца, Луны, планет» – 5 мин.

2. Освещенность морского горизонта, сумерки – 10 мин.

3. Планирование астрономических наблюдений –10 мин.

4. Порядок расчета моментов начала утренних и конца вечерних сумерек – 10 мин.

5. Самостоятельная работа студентов – расчета моментов начала утренних и конца вечерних сумерек, времени начала измерения высот – 50 мин.

6. Подведение итогов занятия – 5 мин.

*Необходимое оборудование и материалы:*

1. Пластиковая или смарт-доска.
2. Мультимедиа проектор.
3. Астрономические пособия, бланки вычислений.
4. Тематические плакаты.

# 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 2.1. Освещенность морского горизонта

Освещенность морского горизонта в общем случае зависит от времени нахождения Солнца в надгоризонтной части небосклона.

Для того чтобы определить сроки для астрономических наблюдений звезд навигационным секстаном, необходимо знать время восхода (захода) Солнца и длительность сумерек, в течение которых и звезды, и морской горизонт визуально наблюдаются одновременно.

*Сумерки* — часть суток после заката и перед восходом Солнца, в течение которого Солнце находится за горизонтом и невидимо, но видны признаки заката (рассвета), обусловленные рассеянием солнечного света в верхних слоях атмосферы Земли. Поверхность Земли в этот период освещается рассеянным светом и не полностью освещена.

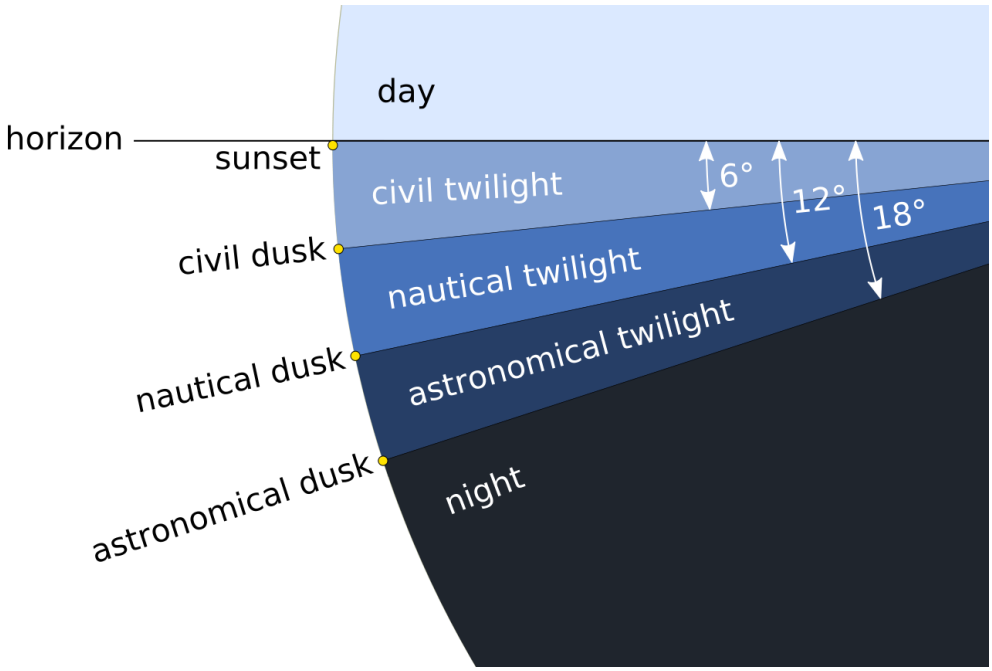



Рисунок 4.1 – Сумерки

*Гражданскими сумерками* называется промежуток времени от захода (до восхода) Солнца $h = 0°$ до (от подъема) снижения его центра на высоту $h = -6°$.

Конец гражданских сумерек характеризуется хорошей видимостью горизонта и появлением ярких звезд, высота которых больше 60° – 70°.

*Навигационными сумерками* называется промежуток времени изменения высоты Солнца от *h = – 6° до h = – 12°* (утром наоборот).

Конец навигационных сумерек характеризуется видимостью всех звезд, а горизонт уже не виден.

*Астрономические сумерки* — период времени после заката и перед восходом Солнца, в течение которого Солнце находится на высоте от *-12° до -18°* над уровнем горизонта.

2.2. Планирование астрономических наблюдений.

Измерение высот звезд навигационным секстаном планируется на время навигационных сумерек.

Из практики установлено, что после захода Солнца до достижения его центром снижения h = –3° навигационные звезды еще не наблюдаются визуально (кроме наиболее ярких), а при снижении h = –9° визуально не наблюдается горизонт.

Поэтому *наиболее благоприятным периодом измерения высот* звезд навигационным секстаном является промежуток времени, в течение которого снижение центра Солнца изменяется в пределах от –3° до –9° (вечером) или от –9° до –3° (утром).

Таким образом, момент начала утренних наблюдений звезд определяется как время середины навигационных сумерек, а вечерних – время середины гражданских сумерек.

Начальным моментом при расчете начала утренних наблюдений звезд является время начала навигационных сумерек, а для расчета времени начала вечерних наблюдений звезд – время захода Солнца.

Продолжительность утренних навигационных сумерек определяется как разность между моментами начала навигационных сумерек и начала гражданских сумерек на табличную широту альманаха (ближайшую наименьшую к заданной).

Продолжительность вечерних гражданских сумерек определяется как разность между моментами захода Солнца и конца гражданских сумерек на табличную широту альманаха (ближайшую наименьшую к заданной).

Продолжительность сумерек зависит от широты места наблюдателя.

В высоких широтах, суточная параллель Солнца более пологая к горизонту и сумерки длятся дольше, чем в низких широтах, в которых суточная параллель Солнца располагается более круто к горизонту.

Именно этим объясняется тот факт, что на Черном море время сумерек незначительно, тогда как на Балтике сумерки продолжаются довольно значительное время.

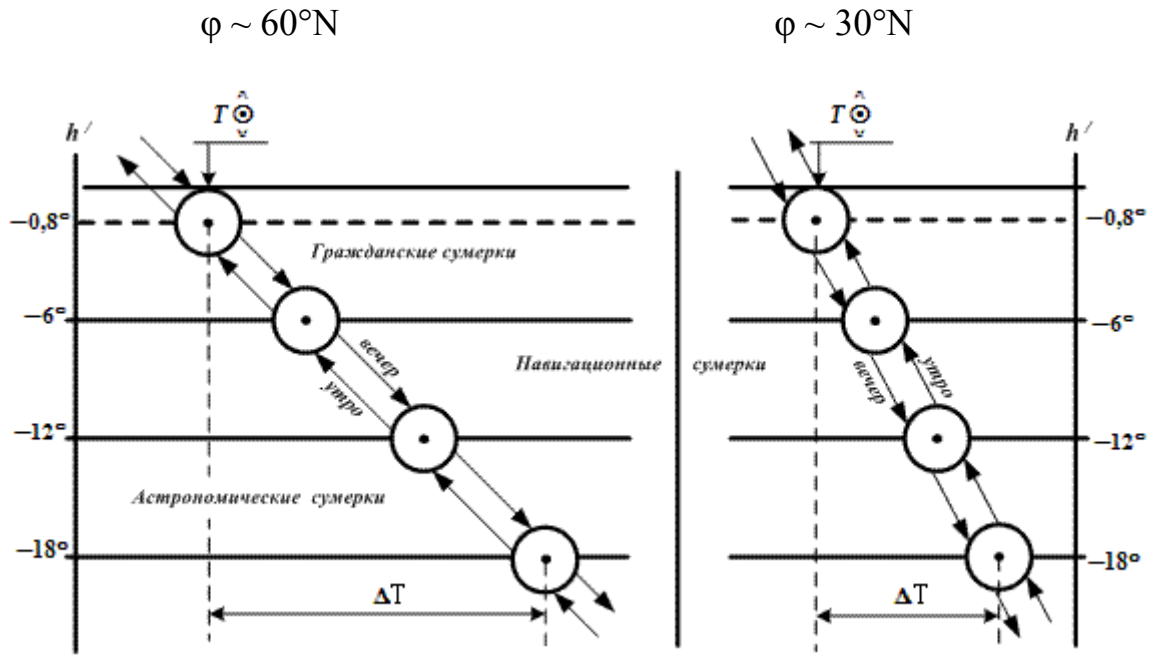



Рисунок 4.2 – Продолжительность сумерек

2.3. Алгоритм выполнения расчета моментов начала утренних и конца вечерних сумерек.

Порядок выполнения расчета моментов начала утренних и конца вечерних сумерек производится аналогично вычислению моментов восхода и захода Солнца, причем:

- моменты начала или конца сумерек выбираются всегда на среднюю дату трехсуточного интервала без интерполяции на заданную дату;
- при расчете моментов начала или конца сумерек поправкой за долготу можно пренебречь ввиду невозможности определить точно границу этих явлений.

Порядок выполнения расчетов моментов начала утренних и конца вечерних сумерек рассмотрим на примере:

*Пример:*

01.09.2002г. для точки, с координатами $\varphi_c$= 46°30,2'N; $\lambda_c$=130°46,1'E рассчитать судовое время видимого начала и конца навигационных и гражданских сумерек.

| | Twilight | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| begin morning | Nautical | | | Civil | | |
| | d | h | m | d | h | m |
| *LMT for Lat N45°* | 01.09 | 04 | 16 | 01.09 | 04 | 52 |
| *Lat corr. to N 46°30,2' p. xxxii Table I* | Δ=-15 | | -4 | Δ=-10 | | -3 |
| *Correct LMT* | | 04 | 12 | | 04 | 49 |
| *Long p. i 130°46,1'E* | | -8 | 43 | | -8 | 43 |
| *GMT* | 31.08 | 19 | 29 | 31.08 | 20 | 06 |
| *№* | | +9 | | | +9 | |
| *ZT* | 01.09 | **04** | **29** | 01.09 | **05** | **06** |

| | Twilight | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| end evening | Civil | | | Nautical | | |
| | d | h | m | d | h | m |
| *LMT for Lat N45°* | 01.09 | 19 | 06 | 01.09 | 19 | 42 |
| *Lat corr. to N 46°30,2' p. xxxii Table I* | Δ=+10 | | +3 | Δ=+15 | | +4 |
| *Correct LMT* | | 19 | 09 | | 19 | 46 |
| *Long p. i 130°46,1'E* | | -8 | 43 | | -8 | 43 |
| *GMT* | 01.09 | 10 | 26 | 01.09 | 11 | 03 |
| *№* | | +9 | | | +9 | |
| *ZT* | 01.09 | **19** | **26** | 01.09 | **20** | **03** |

Имея полные данные по освещенности на 01.09.2002, можно определить время начала измерения высот звезд навигационным секстаном утром и вечером.

Утро:

| | Nautical | Time diff. | Civil | Sunrise |
|---|---|---|---|---|
| *ZT* | 04.29 | 36 min. | 05.06 | 05.37 |

Вечер:

| | Sunset | Time diff. | Civil | Nautical |
|---|---|---|---|---|
| *ZT* | 18.57 | 30 min. | 19.26 | 20.03 |

Таким образом, время начала утренних измерений:

$$ZT = 04.29 + (36/2) = 04.47$$

Время начала вечерних измерений:

$$ZT = 18.57 + (30/2) = 19.12$$

2.4. Методика расчета освещенности для участка перехода

При планировании перехода судна, на МНК на линии предварительного пути наносятся моменты восхода и захода Солнца по судовому времени с учетом перевода часов, соответствующие им даты.

На переход составляется таблица освещенности:

| Дата | Судовое время ($T_c$) | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Начало нав. сумерек | Восход Солнца | А | Заход Солнца | А | Конец нав. сумерек | Восход Луны | В | Ф | Заход Луны |
| | | | | | | | | | | |

Таким образом, на весь переход штурман должен рассчитать освещенность морского горизонта. Для расчета применяется методика приближенного расчета:

1. Для полудня, на $ZT = 12^{ч}00^{м}$ каждых суток, определяются, по счислению, координаты (широта, долгота,) с точностью до градуса, которые в первом приближении можно считать координатами на *LMT*.

2. По предвычисленным широтам и датам из альманаха выбираются моменты местного времени наступления восхода и захода Солнца, Луны, начала и конца навигационных сумерек (*LMT*).

3. Рассчитывается судовое время (*ZT*) моментов наступления явлений.

4. Для этого времени предвычисляются по счислению координаты на каждый такой момент и наносятся на линию пути условными знаками.

*Фаза и возраст Луны*

Фазой Луны называется отношение освещенной части диска ко всему диску. Фаза (*Phase*) выражается процентами от 0 до 100%. Некоторые характерные фазы имеют названия: Ф=0% - новолуние; Ф=100% - полнолуние; Ф=50% - четверть.

Количество дней, прошедших от новолуния до данного момента, называется возрастом Луны В (*Age*). По возрасту Луны можно представить ее фазу. Так, при В = 0 – новолуние; при В = 7,5 – первая четверть; при В = 15 – полнолуние; при В = 22,5 –последняя четверть, при В = 30 – новолуние.

Фаза Луны определяет условия видимости в ночное время и приводится, как и возраст Луны, на 0 часов гринвичского времени в альманахе.

## 3. ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Условия задач для самостоятельной работы выбираются из условий предыдущего занятия №№ 286 – 315.

В задании необходимо рассчитать:

- судовое время видимого начала и конца навигационных и гражданских сумерек;
- определить время начала измерения высот звезд навигационным секстаном утром и вечером.

## 4. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ВО ВРЕМЯ ЗАНЯТИЯ

1. Провести текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по теме «Нахождение судового времени восхода, захода, кульминации Солнца, Луны, планет».
2. Разобрать виды сумерек, порядок расчета моментов начала утренних и конца вечерних сумерек, времени астрономических наблюдений.
3. Выдать задания для самостоятельной работы студентов по решению задач по нахождению моментов начала утренних и конца вечерних сумерек, времени астрономических наблюдений.
4. Выполнить проверку выполнения заданий. Подвести итог по занятию.

## 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Гражданские сумерки, условия наступления, особенности.
2. Навигационные сумерки, условия наступления, особенности.
3. Астрономические сумерки, условия наступления, особенности.
4. Благоприятный период для наблюдения светил утром и вечером.
6. Методика расчета освещенности для участка перехода.

## 6. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Михайлов В.С. Практическая мореходная астрономия. Электронный учебник/ В.С. Михайлов, В.Г. Кудрявцев, В.С. Давыдов. – Киев, 2009. – 293 с.
2. Панасенко А.Н. Практическая мореходная астрономия: Учебное пособие для курсантов морских специальностей – Владивосток, 2011, 94 с.

# ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 5.

# УСТАНОВКА ЗВЁЗДНОГО ГЛОБУСА И STAR FINDER. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИМЕНОВАНИЯ СВЕТИЛ.

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

*Цель занятия:* Приобретение компетенций согласно таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Формируемые компетенции

| Формируемая компетенция | Владения | Умения | Знания |
|---|---|---|---|
| Профессиональные компетенции, устанавливаемые ООП | | | |
| Умеет использовать небесные тела для определения местоположения судна | — | Определение наименования светил по звездному глобусу и Star Finder | Устройство и принцип работы звёздного глобуса и Star Finder |

*Объем:* 2 академических часа.

*Содержание:*

1. Текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по теме «Нахождение судового времени начала утренних и конца вечерних сумерек» – 5 мин.

2. Устройство звездного глобуса, установка звездного глобуса по широте и по звездному местному времени наблюдателя, определение светила – 10 мин.

3. Устройство Star Finder, установка Star Finder по широте и звездному местному времени наблюдателя, определение светила –10 мин.

4. Самостоятельная работа студентов – установка Star Finder по широте и звездному местному времени наблюдателя, определение наименования видимого светила – 60 мин.

5. Подведение итогов занятия – 5 мин.

*Необходимое оборудование и материалы:*

1. Пластиковая или смарт-доска.
2. Мультимедиа проектор.
3. Астрономические пособия, бланки вычислений.
4. Тематические плакаты.
5. Звёздный глобус, Star Finder

# 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 2.1. Устройство звездного глобуса.

*Звездный глобус (ЗГ)* это модель небесной сферы с нанесенными на его поверхность основными созвездиями и звездами, небесным экватором, эклиптикой, небесными меридианами и параллелями.

Звездный глобус предназначен для приближенного решения некоторых задач мореходной астрономии, основными из которых являются:

- определение наименования неизвестной звезды по высоте и азимуту (*опознавание звезд*);
- определение высоты и азимута светила на заданный момент времени (*подбор звезд для наблюдения*);
- определение азимута восхода и захода светил.

*Устройство ЗГ*

1. футляр; 2. крестовина вертикалов; 3. изображение эклиптики; 4. кольцо меридиана наблюдателя; 5. индекс вертикала; 6. горизонтальное кольцо (азимутальный круг).

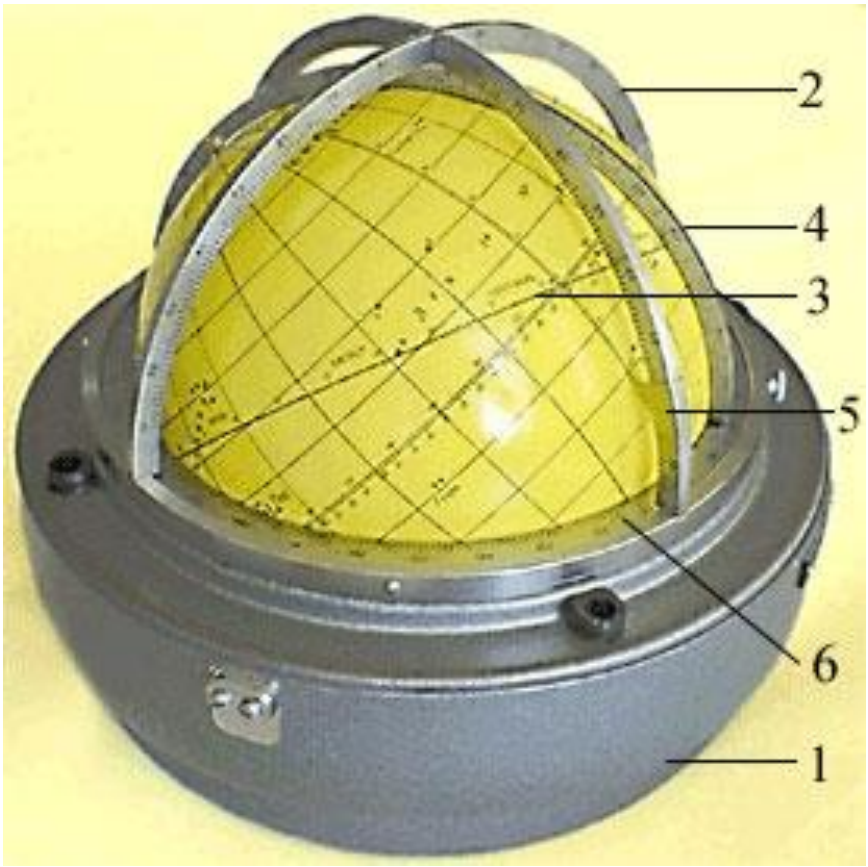



Рисунок 5.1 – Звездный глобус

2.2. Установка звездного глобуса по широте и по звездному местному времени наблюдателя

Положение небесной сферы, со всеми светилами на ней, зависит от широты места наблюдателя и момента времени. Поэтому глобус перед решением задач надо установить по широте места наблюдателя (Lat) и звездному местному времени $S_M$ ($t_M$).

*Пример 1:*

1 сентября 2002 года в судовое время *ZT* = $19^h03^m$, находясь в счислимых координатах: Lat = 35º 05' S; Long = 49º 15' W, наблюдали светило на высоте H=22º по пеленгу (true bearing) ТВ=111º. Установить ЗГ и опознать светило.

*Решение:*

1. Рассчитать по альманаху звездное местное время *LHA Aries (Приложение)*

| | | Объяснение |
|---|---|---|
| | | |
| ***OT*** | $19^h03^m$ | Судовое время |
| ***№*** $\frac{E-}{W+}$ | +3 | Номер часового пояса |
| ***GMT*** | $22^h03^m$ | Приблизительное *GMT* |
| ***Date*** | 01.09.2002 | Дата на гринвичском меридиане |
| ***CT*** | – | |
| ***CE*** | – | |
| ***GMT*** | – | |
| ***GHA tab*** | 310°53,3' | *GHA Aries* табличный на $22^h$ *GMT* |
| ***Incr.*** | 0°45,1' | Поправка на $03^m$ *GMT* |
| ***v-corr*** | – | Поправка по *v* на $46^m$ |
| ***GHA*** | 311°38,4' | Гринвичский часовой угол *GHA Aries* |
| ***Long*** $\frac{E+}{W-}$ | -49°15,0' | Долгота судна |
| ***LHA Aries*** | 262°23,4' | Местный часовой угол *LHA Aries* |

2. Установить звездный глобус по широте.

Для этого необходимо установить повышенный полюс мира над одноименной точкой плоскости горизонта на дугу равную широте. Если широта северная, то над точкой N поднимаем $P_N$ (около него написана "Полярная") на угол равный широте. Если широта южная, то, утопив Полярную звезду под точку N, над точкой S поднимаем $P_S$ на угол равный широте Lat = 35°S.

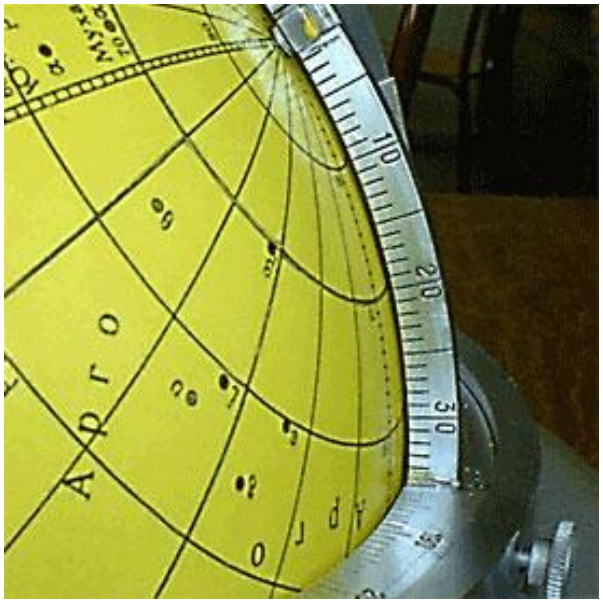



Рисунок 5.2 – Установка ЗГ по широте

3. Установить глобус по звездному местному времени.

Для этого вращаем ЗГ вокруг оси (не сбивая по широте) так, чтобы у боковой оцифрованной части кольца меридиана наблюдателя был отчет шкалы экватора, равный заданному звездному местному времени $LHA^{Aries} = 262°$.

Рисунок 5.3 – Установка ЗГ по звездному местному времени

4. Опознать светило по пеленгу и высоте.

Для опознавания светила по его горизонтным координатам крестовину вертикалов устанавливаем так, чтобы один из них на азимутальном круге был на отсчете азимута Z=111° (истинный пеленг принимаем за азимут светила), а индекс вертикала на отсчете высоты H=22°. Тогда под индексом находим наблюдаемую звезду α Южной Рыбы (Fomalhaut).

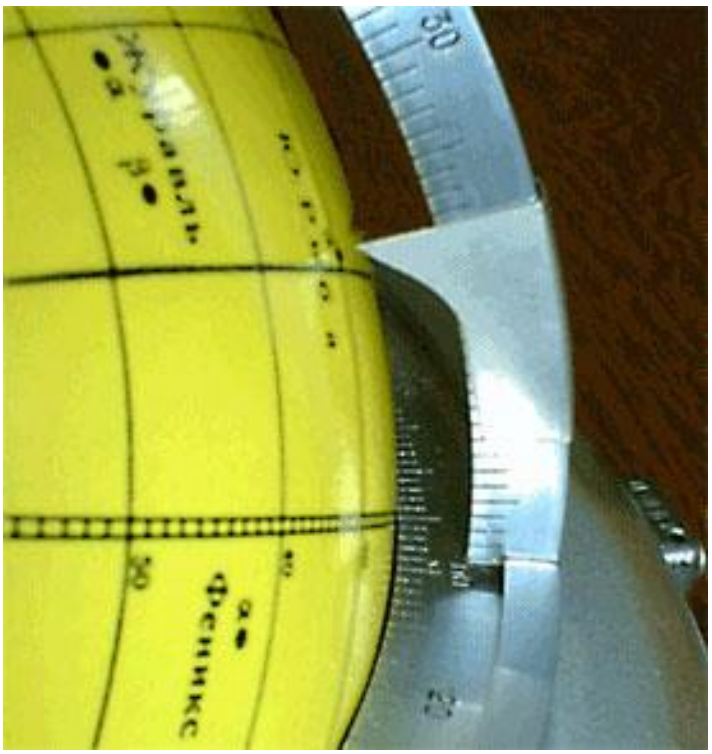



Рисунок 5.4 – Определение наименования звезды по ЗГ

## 2.3. Устройство определителя звезд Star Finder

*Star Finder* состоит из карты звездного неба и набора прозрачных широтных кругов (рис. 5.5).

Карта звездного неба нанесена с двух сторон плотного картонного (пластмассового) диска белого цвета (рис. 5.6). На одну сторона нанесены звезды так, что в центре диска располагается северный полюс (большая буква N), с другой стороны в центре диска южный полюс (большая буква S). На диск нанесены со своими наименованиями ***57 навигационных звезд***. Список этих звезд дан на развороте ежедневных таблиц Nautical Almanac. По краю диска нанесена шкала звездного местного времени (местного часового угла точки Овна $LHA^{Aries}$)

Рисунок 5.5 – Диск со звездами и прозрачные широтные круги Star Finder

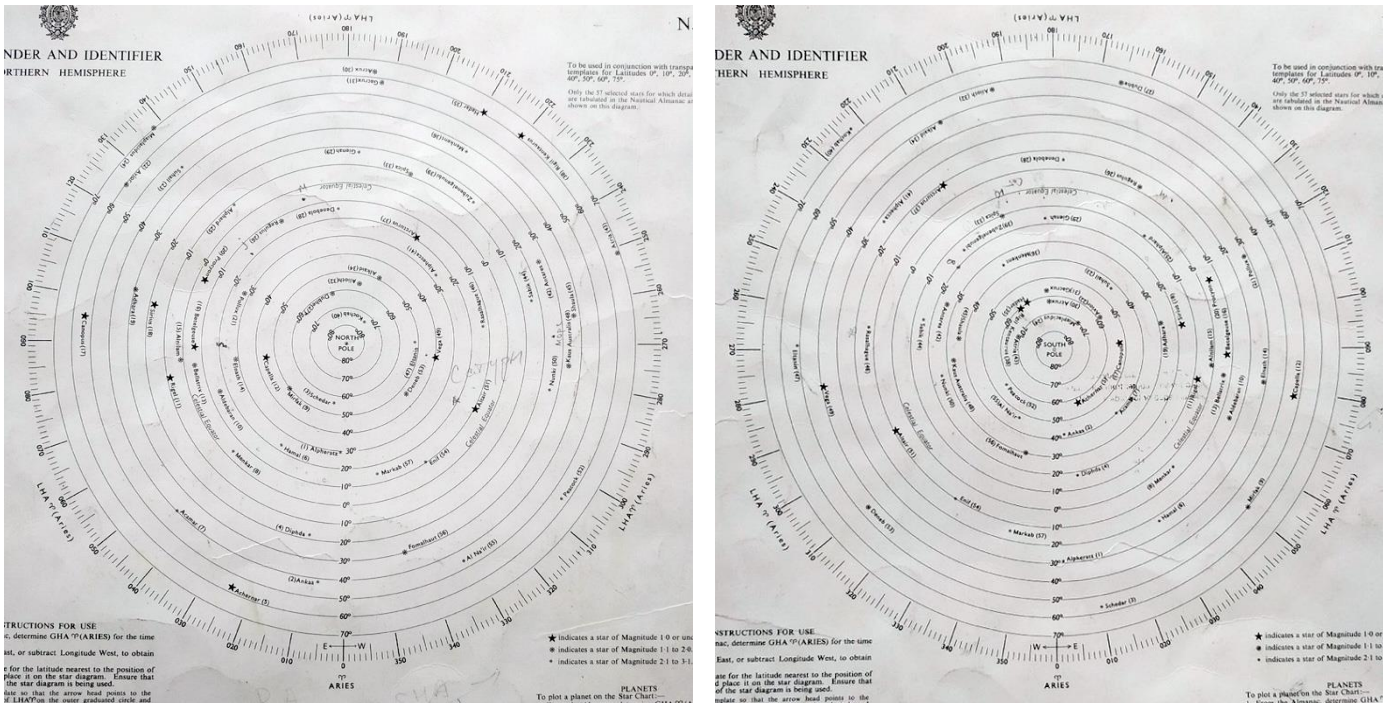



Рисунок 5.6 – Карта звездного неба северного и южного полушарий

2.4. Установка Star Finder по широте и по звездному местному времени наблюдателя.

Star Finder, также, как и ЗГ, выставляется – по широте и по звездному местному времени наблюдателя.

*Пример 2:*

1 сентября 2002 года в судовое время $ZT = 19^h03^m$, находясь в счислимых координатах: Lat = 35º 05' S; Long = 49º 15' W, наблюдали светило на высоте H=22º по пеленгу (true bearing) ТВ=111º. Установить ЗГ и опознать светило.

*Решение:*

1. Рассчитать по альманаху звездное местное время $LHA^{Aries}$

Расчет аналогичен в примере 1.

$$LHA^{Aries} = 262°23{,}4'$$

2. Установить Star Finder по широте и звездному местному времени.

Для этого необходимо:

- картонный диск повернуть стороной южного полюса (SOUTH POLE), так как широта южная;

- выбирать прозрачный широтный круг, ближайший (меньший) к нашей широте – LATITUDE 30°;

- накложить круг на картонный диск таким образом, чтоб центр прозрачного круга (перекрестье) попал между небесными параллелями на заданную широту Lat = 35°S, а длинная красная стрелка указывала на шкале диска $LHA^{Aries}$ = 262°23,4' (рис. 5.7).

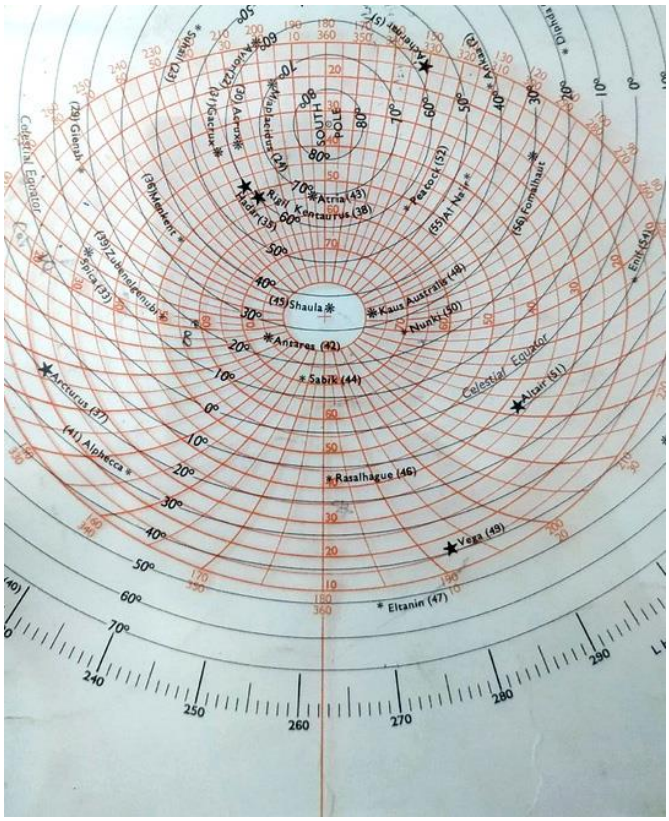



Рисунок 5.7 – Установка Star Finder по широте и звездному местному времени

3. Опознать светило по пеленгу и высоте.

Для опознавания светила по его горизонтным координатам истинный пеленг принимаем за азимут светила и по внешней оцифровке на широтном круге (так как широта южная) находим значение Z=111°. На цифровой шкале высот определяем H=22° и на пересечении этих линий находим наблюдаемую звезду *Fomalhaut.*

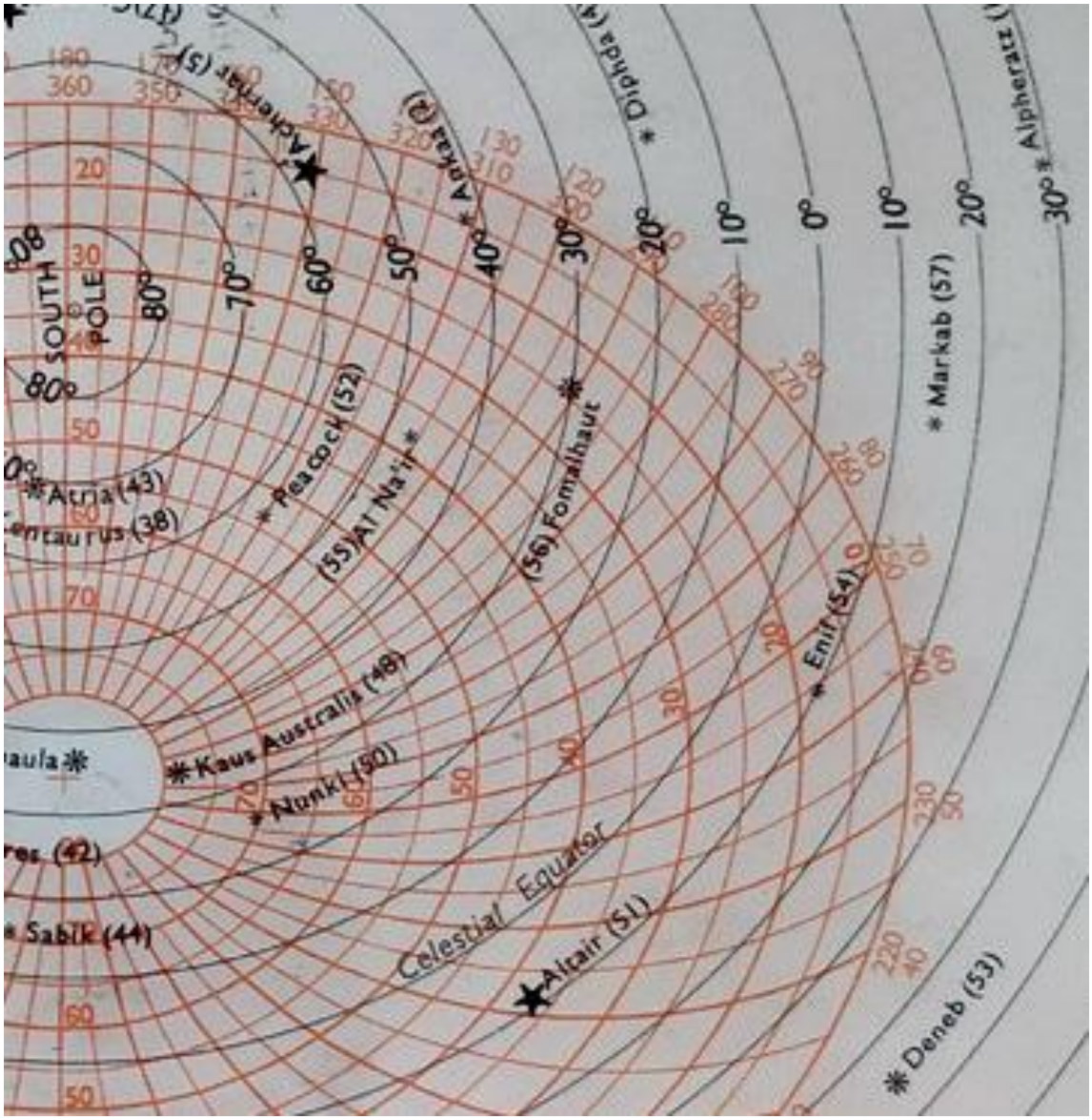



Рисунок 5.8 – Определение наименования звезды по Star Finder

# 3.ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В задачах №№ 316 – 345 необходимо:
Выставить Star Finder, определить наименование видимого светила

| № | Date | OT | № | Lat | Long | H | TB |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 316 | 24.05.2002 | $02^h38^m$ | 10 E | 41°20' N | 159°36'E | 32° | 77° |
| 317 | 22.05 | 19 15 | 5 W | 05 40 N | 78 30 W | 14 | 276 |
| 318 | 20.10 | 17 05 | 11 W | 53 35 N | 155 40 W | 12 | 345 |
| 319 | 24.05 | 03 25 | 10 E | 43 13 N | 146 26 E | 24 | 274 |
| 320 | 19.10 | 19 16 | 8 W | 22 52 S | 120 13 W | 19 | 330 |
| 321 | 22.05 | 19 08 | 5 W | 16 25 N | 76 20 W | 14 | 274 |
| 322 | 23.05 | 01 42 | 5 W | 29 35 S | 80 42 W | 20 | 15 |
| 323 | 20.10 | 05 48 | 0 | 36 40 S | 12 48 W | 5 | 344 |
| 324 | 24.05 | 02 12 | 8 E | 21 13 N | 108 29 E | 44 | 277 |
| 325 | 23.05 | 05 08 | 10 E | 31 28 N | 136 20 E | 69 | 297 |
| 326 | 21.10 | 01 03 | 10 E | 37 10 S | 158 40 E | 62 | 214 |
| 327 | 24.05 | 05 05 | 7 E | 12 15 N | 88 15 E | 85 | 223 |
| 328 | 20.10 | 18 40 | 7 W | 09 15 N | 106 50 W | 22 | 236 |
| 329 | 23.05 | 00 13 | 11 E | 25 45 S | 165 20 E | 17 | 29 |
| 330 | 22.05 | 20 47 | 9 W | 24 50 N | 152 35 W | 30 | 262 |
| 331 | 19.10 | 19 08 | 11 W | 30 42 S | 172 03 W | 27 | 213 |
| 332 | 20.10 | 22 17 | 7 W | 10 30 N | 110 35 W | 14 | 45 |
| 333 | 21.10 | 02 17 | 10 E | 32 35 N | 134 15 E | 22 | 98 |
| 334 | 24.05 | 02 37 | 10 E | 41 20 N | 159 40 E | 23 | 276 |
| 335 | 20.10 | 00 16 | 3 W | 33 24 S | 50 32 W | 22 | 96 |
| 336 | 20.10 | 20 35 | 11 W | 31 38 S | 171 08 W | 38 | 315 |
| 337 | 23.05 | 22 27 | 11 E | 45 10 N | 151 40 E | 13 | 324 |
| 338 | 21.10 | 04 30 | 5 W | 26 15 N | 58 30 W | 42 | 229 |
| 339 | 20.10 | 06 26 | 11 E | 42 44 N | 154 23 E | 29 | 194 |
| 340 | 22.05 | 18 59 | 4 W | 31 35 N | 54 35 W | 32 | 255 |
| 341 | 22.05 | 19 55 | 3 W | 21 40 N | 59 20 W | 16 | 272 |
| 342 | 20.10 | 03 15 | 9 E | 41 15 S | 153 25 E | 65 | 14 |
| 343 | 21.10 | 19 40 | 11 E | 41 15 S | 153 25 E | 38 | 340 |
| 344 | 23.05 | 19 45 | 3 W | 34 30 N | 49 30 W | 51 | 102 |
| 345 | 20.10 | 04 10 | 2 E | 33 50 S | 37 25 E | 59 | 320 |

## 4. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ВО ВРЕМЯ ЗАНЯТИЯ

1. Провести текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по теме «Расчет судового времени начала утренних и конца вечерних сумерек».

2. Разобрать устройство и порядок установки звездного глобуса и Star Finder.

3. Выдать задания для самостоятельной работы студентов по решению задач по установке Star Finder и определению наименования видимого светила.

4. Выполнить проверку выполнения заданий. Подвести итог по занятию.

## 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Устройство звездного глобуса.
2. Устройство Star Finder.
3. Местное звездное время.
4. Азимут и высота светила.

## 6. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

4. Михайлов В.С. Практическая мореходная астрономия. Электронный учебник/ В.С. Михайлов, В.Г. Кудрявцев, В.С. Давыдов. – Киев, 2009. – 293 с.

5. Панасенко А.Н. Практическая мореходная астрономия: Учебное пособие для курсантов морских специальностей – Владивосток, 2011, 94 с.

# ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 6.

# НАНЕСЕНИЕ ПЛАНЕТ НА ЗВЁЗДНЫЙ ГЛОБУС И STAR FINDER. ПОДБОР СВЕТИЛ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ.

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

*Цель занятия:* Приобретение компетенций согласно таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Формируемые компетенции

| Формируемая компетенция | Владения | Умения | Знания |
|---|---|---|---|
| Профессиональные компетенции, устанавливаемые ООП | | | |
| Умеет использовать небесные тела для определения местоположения судна | — | Подбор светил для наблюдений по звездному глобусу и Star Finder | Устройство и принцип работы звёздного глобуса и Star Finder |

*Объем:* 2 академических часа.

*Содержание:*

1. Текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по теме «Установка звёздного глобуса и Star Finder. Определение наименования светил» – 5 мин.

2. Порядок нанесения планет на ЗГ и Star Finder – 10 мин.

3. Порядок подбора светил для наблюдений –10 мин.

4. Самостоятельная работа студентов – расчета моментов начала утренних и конца вечерних сумерек, времени начала измерения высот – 60 мин.

5. Подведение итогов занятия – 5 мин.

*Необходимое оборудование и материалы:*

1. Пластиковая или смарт-доска.
2. Мультимедиа проектор.
3. Астрономические пособия, бланки вычислений.
4. Тематические плакаты.
5. Звёздный глобус, Star Finder

# 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 2.1. Нанесение на звездный глобус планет с помощью МАЕ.

Планеты на ЗГ отсутствуют. Они наносятся на заданную дату по экваториальным координатам: α – прямому восхождению и δ – склонению.

Значения прямого восхождения приводятся на левом развороте МАЕ на среднюю дату соответствующего трехсуточного интервала в нижней строке для планет.

*Пример 1*:

Нанести на звездный глобус планеты на 26 марта 2002 года.

1. По дате 26.03.2002 из МАЕ выбираем значения прямого восхождения и склонения планет. Причем склонения выбираем на Тгр=12ч.

| Планета | Венера | Марс | Юпитер | Сатурн |
|---|---|---|---|---|
| α | 22° | 45,2° | 97,3° | 68,6° |
| δ | 8°11,5' N | 17°33,2' N | 23°26,4' N | 20°29,6' N |

2. Для нанесения планет по выбранным экваториальным координатам необходимо:

- повернуть сферу глобуса, подводя к оцифрованному краю меридиана наблюдателя отсчет небесного экватора, равный прямому восхождению (α) планеты;
- отложить по дуге меридиана наблюдателя величину склонения (δ ) в сторону северного или южного полюсов в зависимости от наименования склонения и отметить положение планеты мягким карандашом.

Обычно нанесенная планета располагается рядом с эклиптикой.

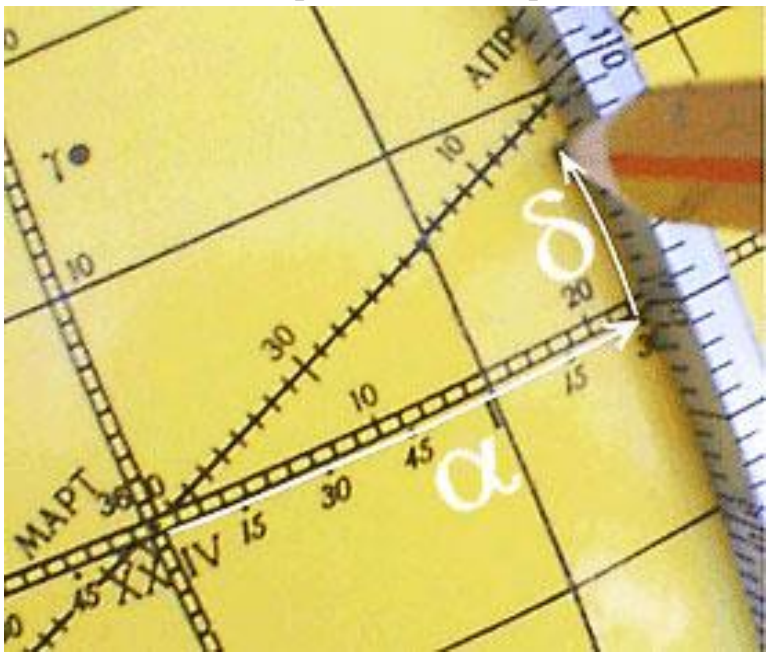



Рисунок 6.1 – Нанесение на ЗГ планеты Венера

2.2. Нанесение на Star Finder планет с помощью NA.

Планеты на Star Finder отсутствуют. Они наносятся на заданную дату по экваториальным координатам: *RA* – прямому восхождению и *Dec* – склонению.

В NA, в отличие от MAE, приведены значения звездного дополнения SHA планет. Поэтому, для нанесения планет необходимо вычислить значение прямого восхождения по формуле:

$$RA = 360° - SHA$$

Значения приводятся на левом развороте NA на среднюю дату соответствующего трехсуточного интервала.

*Пример 2*:

Нанести на Star Finder планеты на 01 сентября 2002 года.

1. По дате 01.09.2002 из NA выбираем значения звездного дополнения (SHA) и склонения (Dec) планет. Причем склонения выбираем на GMT=$12^h$.

| Планета | Venus | Mars | Jupiter | Saturn |
|---|---|---|---|---|
| SHA | 158°06,0' | 205°26,2' | 230°48,2' | 272°29,4' |
| RA | 201,9° | 154,6° | 129,2° | 87,5° |
| Dec | 12°11,5' S | 11°53,4' N | 19°00,0' N | 22°08,3' N |

По формуле вычисляем значения RA с точностью до 0,1°

3. Для нанесения планет по экваториальным координатам необходимо:

- на картонном диске по шкале звездного местного времени (*LHA* $^{Aries}$) найти значения прямого восхождения RA и линейкой совместить с центром планшета;

- отложить величину склонения (Dec) от нулевой параллели в сторону северного или южного полюсов в зависимости от наименования склонения и отметить положение планеты мягким карандашом.

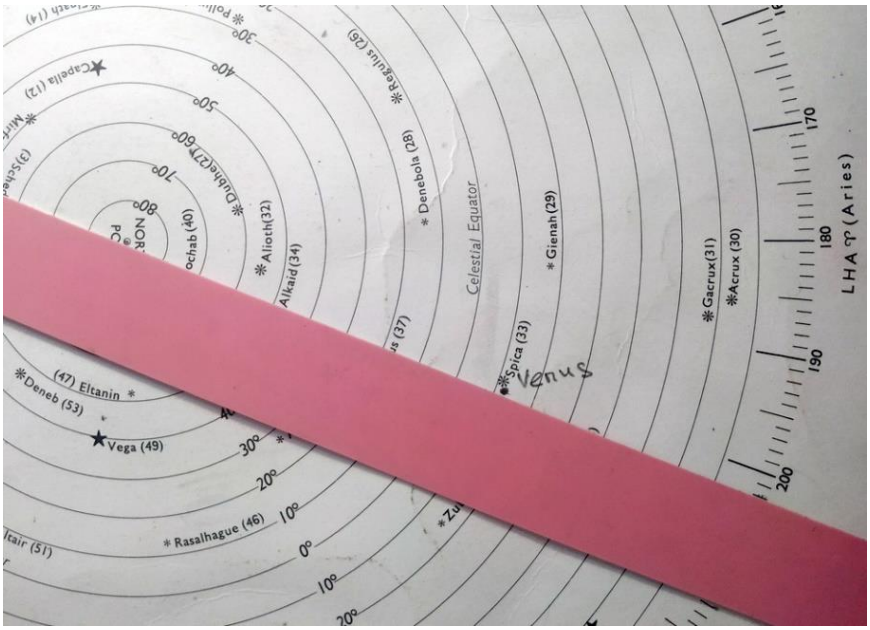



Рисунок 6.2 – Нанесение на Star Finder планеты Венера

2.3. Подбор светил для наблюдений

Планируя определение места судна по “одновременным” наблюдениям, необходимо заранее подобрать светила. Эта задача решается с помощью звездного глобуса или Star Finder.

Подбор светил выполняют, руководствуясь следующими*, критериями:*

- следует наблюдать наиболее яркие светила;
- разность азимутов для двух или четырех светил ~ 90°;
- оптимальное количество светил – три, с разностью азимутов ~ 120°;
- светила должны располагаться по всему горизонту, а не находится в одной его половине;
- диапазон высот светил 20°÷ 70°.

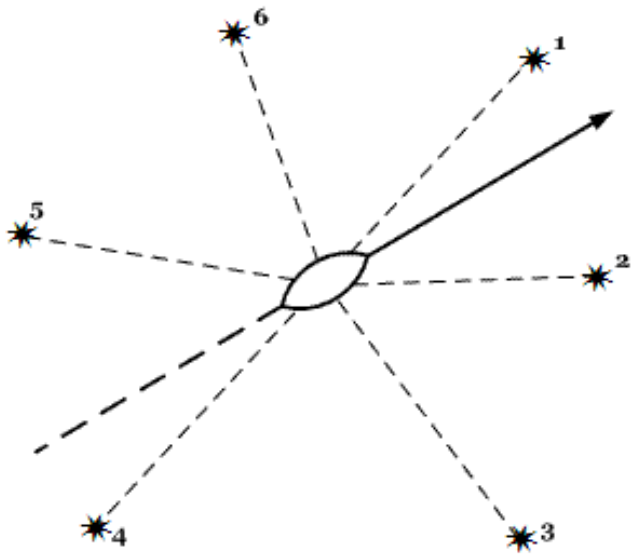



Рисунок 6.2 - Подбор светил для наблюдения

Руководствуясь критериями подбора, оптимальными вариантами расположения светил являются:

- при определении места судна по 2 светилам:

1 − 3; 1 − 5; 4 − 6; 2 − 6; 3 − 4.

- при определении места судна по 3 светилам:

1− 3 − 5; 2 − 4 − 6.

- при определении места судна по 4 светилам:

1− 3−4 − 5.

Порядок подбора светил для наблюдения рассмотрим на примере:

*Пример 3:*

01.09.2002 планируется выполнение вечерних наблюдений для определения места судна. Полагаемые счислимые координаты судна на этот момент Lat = 46°30,2'N; Long =130°46,1'E. Подобрать 3 светила для наблюдений.

*Решение:*

1. Выбираем на 01.09.02 экваториальные координаты планет *(Приложение):*

| Планета | Venus | Mars | Jupiter | Saturn |
|---|---|---|---|---|
| SHA | 158°06,0' | 205°26,2' | 230°48,2' | 272°29,4' |
| RA | 201,9° | 154,6° | 129,2° | 87,5° |
| Dec | 12°11,5' S | 11°53,4' N | 19°00,0' N | 22°08,3' N |

В Nautical Almanac приведены значения *SHA*, поэтому расчет прямого восхождения выполняется по формуле *RA = 360° – SHA.*

2. По координатам *RA, Dec* планеты наносим на диск Star Finder (простым карандашом).

3. Рассчитываем время начала вечерних наблюдений:

Момент начала вечерних наблюдений звезд определяется как время середины гражданских сумерек, следовательно, необходимо рассчитать время захода Солнца и прибавить половину временного интервала между табличными моментами захода Солнца и конца гражданских сумерек.

| | Sunset | | |
|---|---|---|---|
| | d | h | m |
| *LMT for Lat N45°* | 02.09 | 18 | 36 |
| *daily corr.* | | | +2 |
| *LMT for Lat N45°* | 01.09 | 18 | 38 |
| *Lat corr. to N 46°30,2' p. xxxii Table I* | Δ=+6 | | +2 |
| *Long corr. p. xxxii Table II* | Δ=+2 | | 0 |
| *Correct LMT* | | 18 | 40 |
| *Long p. i 130°46,1'E* | | -8 | 43 |
| *GMT* | 01.09 | 09 | 57 |
| *№* | | +9 | |
| *ZT* | 01.09 | **18** | **57** |

Интервал между табличными моментами захода Солнца и конца гражданских сумерек: 19.06 – 18.36 = $30^m$

Время начала вечерних измерений:

$$ZT = 18.57 + (30/2) = 19.12$$

4. Для судового времени вечерних наблюдений *ZT* = 19.12 рассчитываем значение местного звездного времени $LHA^{Aries}$:

| | |
|---|---|
| ***OT*** | $19^h12^m$ |
| ***№*** $\frac{E-}{W+}$ | -9 |
| ***GMT*** | $10^h12^m$ |
| ***Date*** | 01.09.2002 |
| ***CT*** | – |
| ***CE*** | – |
| ***GMT*** | – |
| ***GHA tab*** | 130°23,7' |
| ***Incr.*** | 3°00,5' |
| ***υ-corr*** | – |
| ***GHA*** | 133°24,2' |
| ***Long*** $\frac{E+}{W-}$ | +130°46,1' |
| ***LHA Aries*** | 264°10,3' |

5. Выставляем Star Finder по *Lat = 46°30,2'N и* $LHA^{Aries}$ *= 264°10,3'*, для чего:

- ориентируем картонный диск стороной по широте (для северной широты – в центре диска буква N);

- выбираем широтный прозрачный круг *LATITUDE 40°*, ближайший (меньший) к нашей широте *Lat = 46°30,2'N*;

- накладываем круг на картонный диск таким образом, чтоб центр прозрачного круга (перекрестье) попал между небесными параллелями на заданную широту *Lat = 46°30,2'N*, а длинная красная стрелка указывала на шкале диска $LHA^{Aries}$ *= 264°10,3'* (рис. 6.3).

6. Производим подбор светил по критериям, и определяем их координаты в горизонтной системе координат, для чего:

- значение азимута светила *Zn* снимаем с внешней оцифрованной шкалы широтного круга (широта северная – внутренняя оцифровка), значение высоты *H* – со шкалы параллелей.

| | Altair | Arcturus | Schedar |
|---|---|---|---|
| *H* | 45° | 42° | 29° |
| *Zn* | 134° | 253° | 40° |

Во избежание затемнения светил облаками во время осуществления снятия высот светил секстаном, подбор светил необходимо осуществить в двух вариантах.

| | Deneb | Resalhague | Alioth |
|---|---|---|---|
| *H* | 58° | 57° | 45° |
| *Zn* | 73° | 183° | 310° |

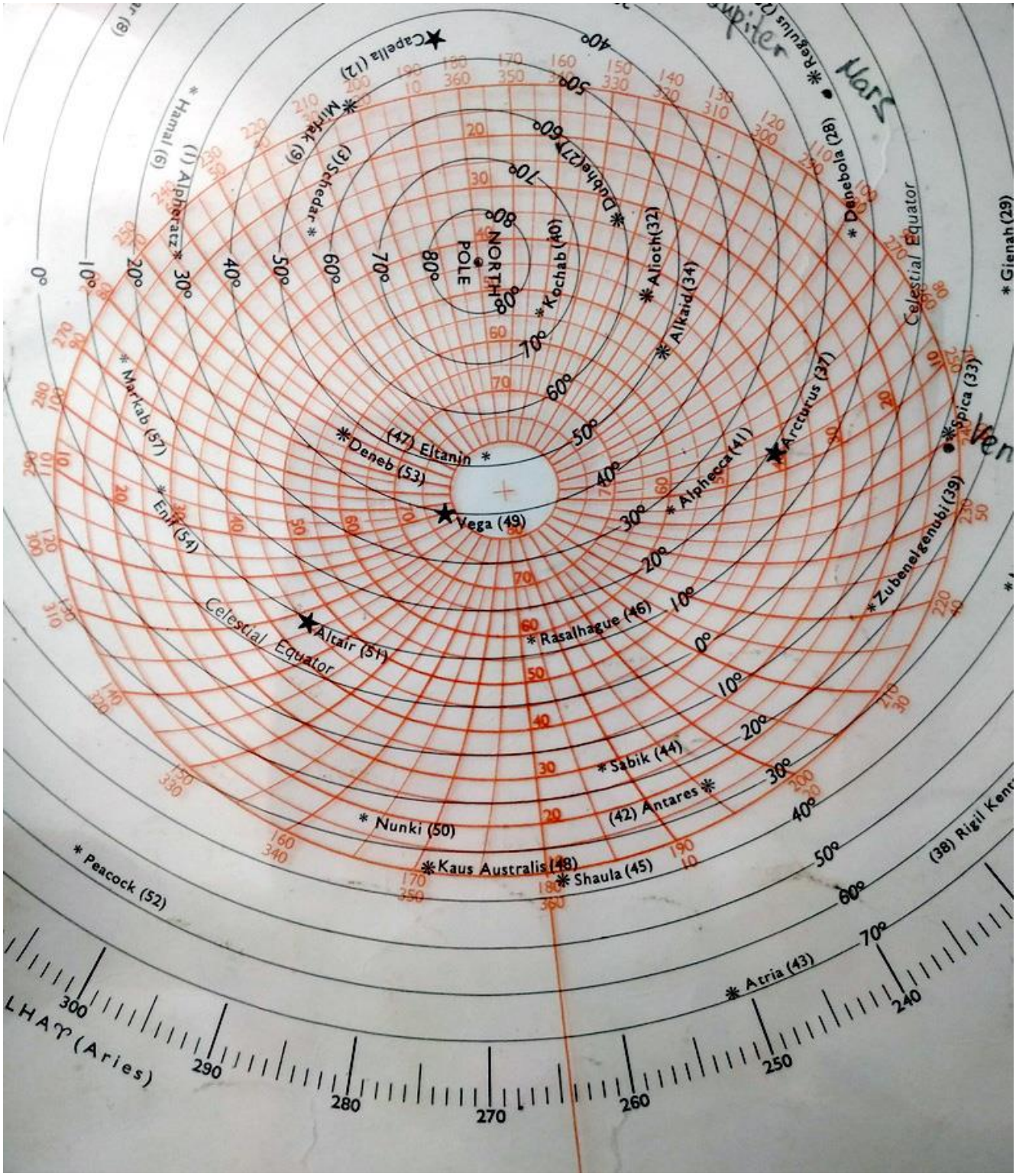



Рисунок 6.3 – Подбор светил для наблюдений

# 3.ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В задачах №№ 346 – 375 необходимо:

- рассчитать время начала вечерних (утренних) наблюдений;
- рассчитать местное звездное время $LHA^{Aries}$;
- выбрать экваториальные координаты планет;
- выставить Star Finder и подобрать 3 светила для наблюдений.

| № | Date | Lat | Long | наблюдения |
|---|---|---|---|---|
| 346 | 28.06.2002 | 11°40' N | 125°37'E | вечер |
| 347 | 23.07 | 15 44 N | 22 38 W | утро |
| 348 | 21.11 | 48 35 N | 131 40 E | вечер |
| 349 | 17.05 | 36 18 N | 142 28 E | утро |
| 350 | 12.04 | 14 15 S | 130 18 W | вечер |
| 351 | 11.03 | 26 35 N | 76 25 W | утро |
| 352 | 18.02 | 30 39 S | 65 40 E | вечер |
| 353 | 13.08 | 26 45 N | 12 38 W | утро |
| 354 | 25.08 | 17 19 S | 12 25 W | вечер |
| 355 | 27.03 | 45 30 N | 132 11 E | утро |
| 356 | 05.04 | 38 18 S | 145 11 E | вечер |
| 357 | 24.11 | 36 18 N | 117 12 W | утро |
| 358 | 21.09 | 28 40 N | 111 30 E | вечер |
| 359 | 15.07 | 38 45 S | 105 20 E | утро |
| 360 | 17.09 | 38 20 N | 65 50 W | вечер |
| 361 | 19.10 | 48 48 S | 112 06 E | утро |
| 362 | 17.11 | 28 15 N | 77 20 W | вечер |
| 363 | 21.07 | 26 40 N | 16 30 E | утро |
| 364 | 13.06 | 38 28 N | 116 30 E | вечер |
| 365 | 19.07 | 44 24 S | 28 40 E | утро |
| 366 | 27.04 | 46 38 N | 57 38 E | вечер |
| 367 | 14.02 | 18 18 N | 59 32 W | утро |
| 368 | 04.01 | 14 46 S | 79 45 W | вечер |
| 369 | 09.10 | 27 48 N | 53 27 E | утро |
| 370 | 22.09 | 43 38 S | 116 25 E | вечер |
| 371 | 11.12 | 35 17 N | 78 11 W | утро |
| 372 | 03.05 | 36 40 N | 146 17 W | вечер |
| 373 | 21.10 | 17 57 S | 68 46 E | утро |
| 374 | 22.08 | 27 57 S | 47 27 E | вечер |
| 375 | 24.02 | 18 37 S | 153 16 E | утро |

## 4. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ВО ВРЕМЯ ЗАНЯТИЯ

1. Провести текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по теме «Установка звёздного глобуса и star finder. определение наименования светил».

2. Разобрать порядок нанесения планет на ЗГ и Star Finder.

3. Разобрать порядок подбора светил для наблюдений.

4. Выдать задания для самостоятельной работы студентов по решению задач по установке Star Finder и подбору светил для наблюдений.

5. Выполнить проверку выполнения заданий. Подвести итог по занятию.

## 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Устройство звездного глобуса.
2. Устройство Star Finder.
3. Критерии подбора светил для наблюдений.
4. Порядок расчета местного звездного времени.

## 6. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Михайлов В.С. Практическая мореходная астрономия. Электронный учебник/ В.С. Михайлов, В.Г. Кудрявцев, В.С. Давыдов. – Киев, 2009. – 293 с.

2. Панасенко А.Н. Практическая мореходная астрономия: Учебное пособие для курсантов морских специальностей – Владивосток, 2011, 94 с.

# ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 7.

# ИСПРАВЛЕНИЕ ИЗМЕРЕННЫХ СЕКСТАНОМ ВЫСТО СВЕТИЛ. РАСЧЕТ ИСТИННЫХ ВЫСТОТ.

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

*Цель занятия:* Приобретение компетенций согласно таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Формируемые компетенции

| Формируемая компетенция | Владения | Умения | Знания |
|---|---|---|---|
| Профессиональные компетенции, устанавливаемые ООП | | | |
| Умеет использовать небесные тела для определения местоположения судна | — | Исправление высот, измеренных секстаном | Астрономическая рефракция, параллакс, поправка за наклонение видимого горизонта |

*Объем:* 2 академических часа.

*Содержание:*

1. Текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по теме «Нанесение планет на звёздный глобус и Star Finder. Подбор светил для наблюдений» – 5 мин.
2. Порядок исправления высот светил, измеренных над видимым горизонтом – 10 мин.
3. Порядок решения задач по исправлению высот светил –10 мин.
4. Самостоятельная работа студентов – решение задач по исправлению высот светил – 60 мин.
5. Подведение итогов занятия – 5 мин.

*Необходимое оборудование и материалы:*

1. Пластиковая или смарт-доска.
2. Мультимедиа проектор.
3. Астрономические пособия, бланки вычислений.
4. Тематические плакаты.
5. Секстан

# 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 2.1.Исправление высот светил, измеренных над видимым горизонтом.

Измеренная секстаном высота светила *ОС (отсчет секстана)* - *Hs* (*sextant altitude*) требует исправления и определения исправленной высоты *Ho* (*observed altitude*) для дальнейшего применения в расчетах при определении места судна.

Показания с отсчетного барабана секстана *Hs* исправляются инструментальной поправкой ***s***, поправкой индекса секстана ***i*** и поправкой за высоту глаза наблюдателя $\Delta h_d$ - *DIP*.

Полученная высота называется видимой (кажущейся) высотой светила $h_{вид}$ - *Ha* (*Apparent Altitude*).

*По значению Ha производятся дальнейшие выборки поправок.*

Далее *Ha* исправляется поправками за астрономическую рефракцию, параллакс, температуру и давление, и за полудиаметр светила.

Общая формула исправления наблюденной высоты:

$$h_0 = OC + (i+s) + \Delta h_d + \Delta h\rho + \Delta hp + R + \Delta h_t + \Delta h_в \quad (MAE),$$

$$Ho = Hs + (i+s) - DIP - R_0 + PA + SD + \wedge t + \wedge b \quad (NA),$$

где – $OC\ (H_S)$ – отсчет секстана;

$i$ – поправка индекса секстана (*Index Correction*) $i = 360° - OC$;

$s$ – инструментальная поправка секстана (*Instrumental Error*), определяется изготовителем или в мастерских;

$\Delta h_d$ (*Dip of the horizon*) – поправка за наклонение горизонта.

$$DIP = 1{,}758 \times \sqrt{e}$$

$\Delta h\rho\ (R_0)$ – поправка за астрономическую рефракцию (*Refraction*). Преломление лучей света в слоях атмосферы, зависит от высоты светила над горизонтом.

*Δhp (PA)* – поправка за параллакс светила (*Parallax Altitude*). Применяется к «близким светилам» Солнцу, Луне, планетам.

По сути, PA - это угол, под которым виден радиус Земли с данного светила. Однако Земля не является идеальным шаром и сплюснута к полюсам. Поэтому на каждой широте радиус Земли свой и горизонтальные параллаксы одного и того же светила разные.

*Δht (^t)* – поправка за температуру. Применяется если температура воздуха отличается от стандартной +10°C.

*Δhв (^b)* – поправка за атмосферное давление. Применяется если атмосферное давление выше или ниже стандартного 760мм. (*760мм х 1,33 = 1010 mbrs*).

*R (SD)* – поправка за полудиаметр светила (*Semi Diameter*). Применяется только к Солнцу и Луне (*Sun/Moon Upper/Lower Limb Correction*). Если *по верхнему краю - вычитается, по нижнему - прибавляется.*

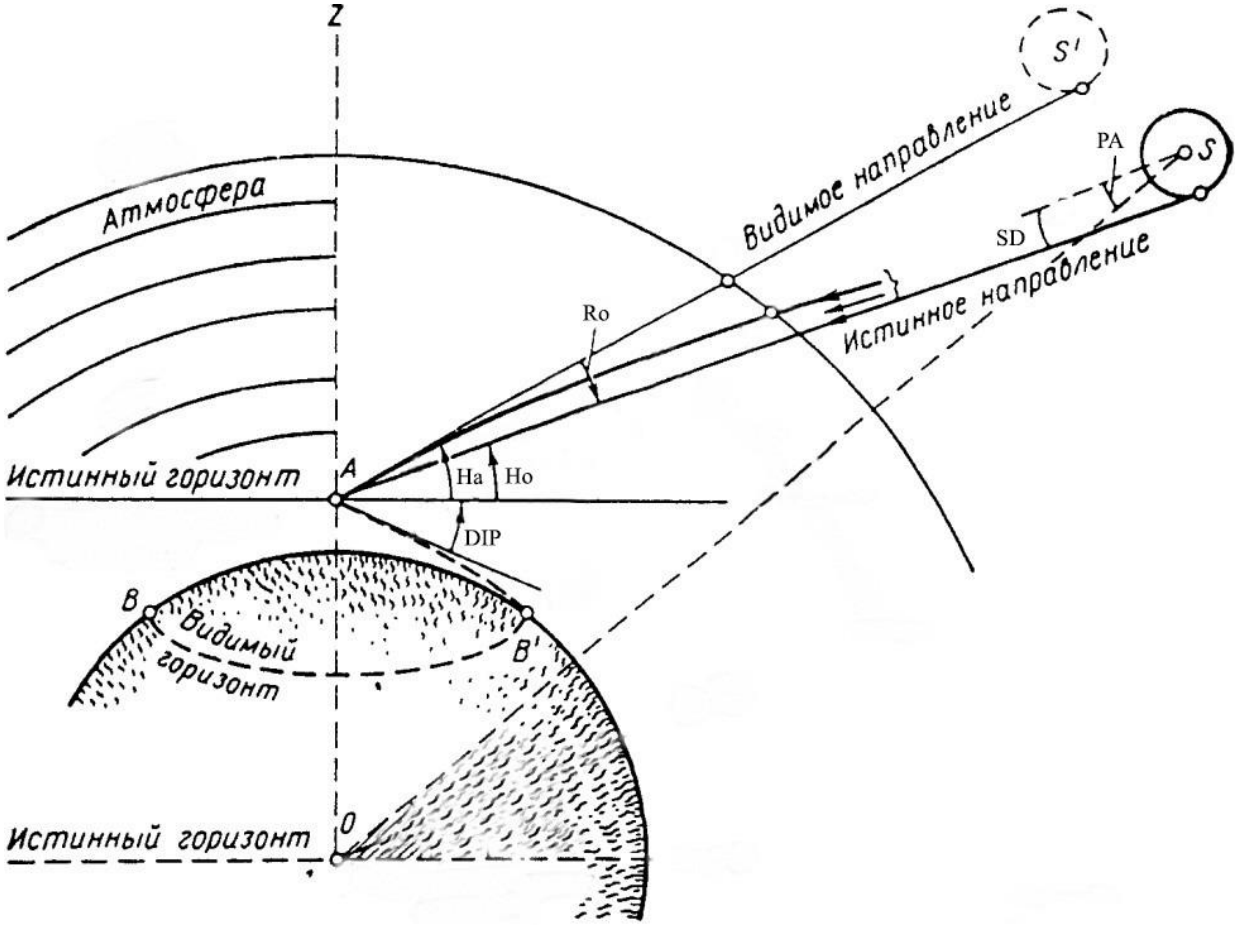



Рисунок 7.1 – Поправки для истинного направления

Поправки приведены в морских таблицах Brown’s Almanac, Norie’s Tables, Sight Reduction Tables, Nautical Almanac, MAE, MT-2000 и др.

*ПРИМЕЧАНИЕ:*

Виду многообразия источников информации, именно исправления высот светил вызывают затруднения при решении астрономических задач!

Необходимо понимать, что в вышеуказанных таблицах действуют различные схемы и формулы для решения задач по исправлению высот светил. Причем, в одних таблицах отсутствуют данные о некоторых поправках, и для решения задач необходимо пользоваться двумя источниками.

Морские таблицы Nautical Almanac и Морской Астрономический Ежегодник (МАЕ) являются полными изданиями для решения всех астрономических задач.

2.2. Алгоритм решения задач по исправлению высот светил.

Исправление высот производится по общей формуле, но есть дополнительные поправки для некоторых светил, которые вводятся дополнительно.

| | | Stars | Planet | Sun | Moon | Объяснение |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ***Hs*** | | Sextant Altitude | | | | Отсчет секстана |
| ***i + s*** | | Index correction + instrumental error | | | | Поправка секстана |
| ***DIP*** | | Correction for dip of the horison | | | | Поправка за наклонение видимого горизонта (р.А2, xxxiv). Всегда вычитается. |
| ***Ha*** | | Apparent altitude | | | | Видимая высота Ha = Hs+ (i+ s) – DIP |
| ***Correction*** | **M corr** | Main correction | | | | Основная поправка. Для звезд, планет, Солнца – р.А2-А3 Для Луны – р. xxxiv - xxxv |
| | **SD** | - | - | | | Полудиаметр (радиус) светила, значение включено в Main correction. |
| | **-30'** | - | - | - | | Величина -30' вычитается для верхнего края Луны (U) |
| | **L,U corr. for Moon** | - | - | - | | Дополнительная поправка для Луны – р. xxxiv – xxxv, входными аргументами является: H.P – параллакс, и L/U – верхний или нижний край Луны. |
| | **corr. for Venus, Mars** | - | | - | - | Дополнительная поправка за параллакс для Венеры и Марса – р.А2. |
| | **^*t*, ^*b*** | Additional refraction correction | | | | Поправка за рефракцию от температуры и давления – р.А4. |
| ***Ho*** | | Corrected sextant altitude | | | | Обсервованная высота светила |

Порядок решения задач по исправлению высот светил рассмотрим на примере:

*Пример 1:*

1.09.02 г. в гринвичское время *GMT=13.00* измерены высоты светил: звезды Vega: *Hs=48°22,8'*; планеты Venus: *Hs =31°56,0'*; Sun Lower limb: *Hs =32°16,7'*; Moon Upper limb: *Hs =5°08,9'*

Рассчитать обсервованные высоты, если известно, что *s*=+0,2'*; i*=-2,4'; e=15,3 м; t°=+20°C; B=1000mb.

| | | Vega | Venus | Sun (L) | Moon (U) |
|---|---|---|---|---|---|
| ***Hs*** | | 48°22,8' | 31°56,0' | 32°16,7' | 15°08,9' |
| ***i + s*** | | -2,2' | -2,2' | -2,2' | -2,2' |
| ***DIP*** | | -6,9' | -6,9' | -6,9' | -6,9' |
| ***Ha*** | | 48°13,7' | 31°46,9' | 32°07,6' | 14°59,8' |
| ***Correction*** | **M corr** | -0,9' | -1,6' | +14,5' | +62,8' |
| | **L,U corr. for Moon** | - | - | - | +2,8' |
| | **-30'** | - | - | - | -30,0' |
| | **corr. for Venus, Mars** | - | +0,2' | - | - |
| | **^*t*, ^*b*** | 0,0' | +0,1' | +0,1' | +0,1' |
| ***Ho*** | | ***48°12,8'*** | ***31°45,6'*** | ***32°22,2'*** | ***15°35,5'*** |

*ПРИМЕЧАНИЕ:*

1. Main correction Sun выбирается по месяцу (Sept) и наблюденному краю (Lower limb);
2. Для Moon на заданную дату и *GMT=13.00* выбирается экваториальный горизонтальный параллакс Луны *HP =56,6'*.
3. Выбор поправки за рефракцию от температуры и давления производится в секторе *J* ( t°=+20°C; B=1000mb).

# 3.ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

В задачах 376-405 необходимо рассчитать обсервованные высоты звезд

| *№* | *Hs* | *i* | *s* | *e, м* |
|---|---|---|---|---|
| 376 | 48°23,7' | +2,3' | +0,1' | 14,0 |
| 377 | 17 52,1 | +3,5 | 0,0 | 12,5 |
| 378 | 26 48,7 | -4,2 | -0,1 | 10,0 |
| 379 | 53 14,5 | -2,0 | +0,1 | 13,0 |
| 380 | 62 43,1 | +5,1 | 0,0 | 15,5 |
| 381 | 35 26,7 | +1,5 | -0,1 | 17,2 |
| 382 | 27 52,1 | -2,5 | +0,1 | 14,0 |
| 383 | 36 48,7 | -3,0 | 0,0 | 12,5 |
| 384 | 63 14,5 | +3,5 | -0,1 | 10,0 |
| 385 | 12 43,1 | -4,2 | +0,1 | 13,0 |
| 386 | 45 26,7 | -2,0 | 0,0 | 15,5 |
| 387 | 19 52,1 | +5,1 | -0,1 | 17,2 |
| 388 | 28 48,7 | +1,5 | +0,1 | 14,0 |
| 389 | 55 14,5 | -2,5 | 0,0 | 12,5 |
| 390 | 64 43,1 | -3,0 | -0,1 | 10,0 |
| 391 | 37 26,7 | +3,5 | +0,1 | 13,0 |
| 392 | 17 22,1 | -4,2 | 0,0 | 15,5 |
| 393 | 26 18,7 | -2,0 | -0,1 | 17,2 |
| 394 | 53 44,5 | +5,1 | +0,1 | 14,0 |
| 395 | 62 23,1 | +1,5 | 0,0 | 12,5 |
| 396 | 35 06,7 | -2,5 | -0,1 | 10,0 |
| 397 | 37 52,1 | -3,0 | +0,1 | 13,0 |
| 398 | 46 48,7 | +3,5 | 0,0 | 15,5 |
| 399 | 13 14,5 | -4,2 | -0,1 | 17,2 |
| 400 | 22 43,1 | -2,0 | +0,1 | 14,0 |
| 401 | 55 26,7 | +5,1 | 0,0 | 12,5 |
| 402 | 16 48,7 | +1,5 | -0,1 | 10,0 |
| 403 | 33 14,5 | -2,5 | +0,1 | 13,0 |
| 404 | 62 43,1 | -3,0 | 0,0 | 15,5 |
| 405 | 25 26,7 | +1,5 | -0,1 | 17,2 |

В задачах 406-435 необходимо рассчитать обсервованные высоты планет

| *№* | *Date* | *Planet* | *Hs* | *i* | *s* | *e, м* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 406 | 01.09.2002 | Venus | 25°06,7' | -2,5' | 0,0' | 18,0 |
| 407 | 14.03 | Mars | 37 52,1 | -3,0 | -0,1 | 14,0 |
| 408 | 06.02 | Venus | 36 48,7 | +3,5 | +0,1 | 12,5 |
| 409 | 21.11 | Mars | 13 14,5 | -4,2 | 0,0 | 10,0 |
| 410 | 02.09 | Venus | 22 43,1 | -2,0 | -0,1 | 13,0 |
| 411 | 15.03 | Mars | 55 26,7 | +5,1 | +0,1 | 15,5 |
| 412 | 07.02 | Venus | 16 48,7 | +1,5 | 0,0 | 17,5 |
| 413 | 22.11 | Mars | 23 14,5 | -2,5 | -0,1 | 14,0 |
| 414 | 03.09 | Venus | 32 43,1 | -3,0 | +0,1 | 12,5 |
| 415 | 16.03 | Mars | 25 26,7 | +1,5 | 0,0 | 10,0 |
| 416 | 08.02 | Venus | 18 32,7 | +3,5 | -0,1 | 13,0 |
| 417 | 23.11 | Mars | 17 52,1 | -4,2 | +0,1 | 15,5 |
| 418 | 01.09 | Venus | 28 48,7 | -2,0 | 0,0 | 17,2 |
| 419 | 14.03 | Mars | 23 14,5 | +5,1 | -0,1 | 14,0 |
| 420 | 06.02 | Venus | 32 43,1 | +1,5 | +0,1 | 12,5 |
| 421 | 21.11 | Mars | 15 26,7 | -2,5 | 0,0 | 10,0 |
| 422 | 02.09 | Venus | 27 52,1 | -3,0 | -0,1 | 13,0 |
| 423 | 15.03 | Mars | 38 48,7 | +3,5 | +0,1 | 15,5 |
| 424 | 07.02 | Venus | 33 14,5 | -4,2 | 0,0 | 17,2 |
| 425 | 22.11 | Mars | 22 43,1 | -2,0 | -0,1 | 14,0 |
| 426 | 03.09 | Venus | 45 26,7 | -2,0 | +0,1 | 12,5 |
| 427 | 16.03 | Mars | 29 52,1 | +5,1 | 0,0 | 10,0 |
| 428 | 08.02 | Venus | 18 48,7 | +1,5 | -0,1 | 13,0 |
| 429 | 23.11 | Mars | 55 14,5 | -2,5 | +0,1 | 15,5 |
| 430 | 01.09 | Venus | 34 43,1 | -3,0 | 0,0 | 17,2 |
| 431 | 14.03 | Mars | 38 26,7 | +3,5 | -0,1 | 14,0 |
| 432 | 06.02 | Venus | 27 22,1 | -4,2 | +0,1 | 12,5 |
| 433 | 21.11 | Mars | 46 18,7 | -2,0 | 0,0 | 10,0 |
| 434 | 02.09 | Venus | 53 44,5 | +5,1 | -0,1 | 13,0 |
| 435 | 15.03 | Mars | 32 23,1 | +1,5 | +0,1 | 15,5 |

В задачах 436-465 необходимо рассчитать обсервованные высоты Солнца

| *№* | *Date* | *Limb* | *Hs* | *i* | *s* | *e, м* | *t °, C* | *B, mb* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 436 | 01.09.2002 | Lower | 15°26,7' | -3,5' | -0,1' | 10,0 | +30 | 1025 |
| 437 | 14.03 | Upper | 27 52,1 | -4,0 | +0,1 | 13,0 | +20 | 1000 |
| 438 | 06.02 | Lower | 36 48,7 | +2,5 | 0,0 | 15,5 | -10 | 990 |
| 439 | 21.11 | Upper | 43 14,5 | -5,2 | -0,1 | 17,2 | -15 | 995 |
| 440 | 02.09 | Lower | 22 43,1 | -3,0 | +0,1 | 14,0 | -18 | 985 |
| 441 | 15.03 | Upper | 15 26,7 | +4,1 | 0,0 | 12,5 | 0 | 1000 |
| 442 | 07.02 | Lower | 19 52,1 | +0,5 | -0,1 | 10,0 | +15 | 1005 |
| 443 | 22.11 | Upper | 28 48,7 | -3,5 | +0,1 | 13,0 | +20 | 1020 |
| 444 | 03.09 | Lower | 52 14,5 | -4,0 | 0,0 | 15,5 | +25 | 1025 |
| 445 | 16.03 | Upper | 34 43,1 | +0,5 | -0,1 | 17,2 | +13 | 1020 |
| 446 | 08.02 | Lower | 27 26,7 | +2,5 | +0,1 | 14,0 | +28 | 1030 |
| 447 | 23.11 | Upper | 17 22,1 | -5,2 | 0,0 | 12,5 | +15 | 1000 |
| 448 | 01.09 | Lower | 26 18,7 | -3,0 | -0,1 | 10,0 | 0 | 990 |
| 449 | 1403 | Upper | 33 44,5 | +4,1 | +0,1 | 13,0 | -5 | 985 |
| 450 | 06.02 | Lower | 42 23,1 | +0,5 | 0,0 | 15,5 | -15 | 980 |
| 451 | 21.11 | Upper | 35 06,7 | -3,5 | -0,1 | 18,0 | +20 | 1025 |
| 452 | 02.09 | Lower | 27 52,1 | -4,0 | +0,1 | 14,0 | +25 | 1030 |
| 453 | 15.03 | Upper | 36 48,7 | +2,5 | 0,0 | 12,5 | +15 | 1020 |
| 454 | 07.02 | Lower | 13 14,5 | -5,2 | -0,1 | 10,0 | +20 | 1005 |
| 455 | 22.11 | Upper | 32 43,1 | -3,0 | +0,1 | 13,0 | -15 | 990 |
| 456 | 03.09 | Lower | 25 26,7 | -1,0 | 0,0 | 15,5 | -18 | 980 |
| 457 | 16.03 | Upper | 16 48,7 | +4,1 | -0,1 | 17,2 | -10 | 985 |
| 458 | 08.02 | Lower | 13 14,5 | +0,5 | +0,1 | 14,0 | -8 | 995 |
| 459 | 23.11 | Upper | 52 43,1 | -3,5 | 0,0 | 12,5 | 0 | 1000 |
| 460 | 01.09 | Lower | 25 26,7 | -4,0 | -0,1 | 10,0 | +5 | 1005 |
| 461 | 14.03 | Upper | 28 32,7 | +2,5 | +0,1 | 13,0 | +20 | 1020 |
| 462 | 06.02 | Lower | 37 52,1 | -5,2 | 0,0 | 15,5 | +30 | 1025 |
| 463 | 21.11 | Upper | 26 48,7 | -3,0 | -0,1 | 17,2 | +15 | 1030 |
| 464 | 02.09 | Lower | 43 14,5 | +4,1 | +0,1 | 14,0 | +5 | 1000 |
| 465 | 15.03 | Upper | 52 43,1 | +0,5 | 0,0 | 12,5 | 0 | 990 |

В задачах 466-495 необходимо рассчитать обсервованные высоты Луны

| *№* | *Date* | *GMT* | *Limb* | *Hs* | *i* | *s* | *e, м* | *t °, C* | *B, mb* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 466 | 01.09.2002 | $10^h$ | Upper | 19°26,7' | -1,5' | +0,1' | 17,2 | +5 | 1005 |
| 467 | 14.03 | 11 | Lower | 27 52,1 | -2,0 | 0,0 | 14,0 | +20 | 1020 |
| 468 | 06.02 | 12 | Upper | 16 48,7 | +4,5 | -0,1 | 12,5 | +30 | 1025 |
| 469 | 21.11 | 13 | Lower | 33 14,5 | -3,2 | +0,1 | 10,0 | +15 | 1030 |
| 470 | 02.09 | 14 | Upper | 32 43,1 | -1,0 | 0,0 | 13,0 | +5 | 1000 |
| 471 | 15.03 | 15 | Lower | 25 26,7 | +6,1 | -0,1 | 10,0 | 0 | 990 |
| 472 | 07.02 | 10 | Upper | 29 52,1 | +2,5 | +0,1 | 13,0 | +15 | 1020 |
| 473 | 22.11 | 11 | Lower | 38 48,7 | -1,5 | 0,0 | 15,5 | +20 | 1005 |
| 474 | 03.09 | 12 | Upper | 17 14,5 | -2,0 | -0,1 | 17,2 | -15 | 990 |
| 475 | 16.03 | 13 | Lower | 54 43,1 | +2,5 | +0,1 | 14,0 | -18 | 980 |
| 476 | 08.02 | 14 | Upper | 48 26,7 | +4,5 | 0,0 | 12,5 | -10 | 985 |
| 477 | 23.11 | 15 | Lower | 17 22,1 | -3,2 | -0,1 | 10,0 | -8 | 995 |
| 478 | 01.09 | 10 | Upper | 19 18,7 | -1,0 | +0,1 | 13,0 | -15 | 995 |
| 479 | 1403 | 11 | Lower | 23 44,5 | +6,1 | 0,0 | 15,5 | -18 | 985 |
| 480 | 06.02 | 12 | Upper | 52 23,1 | +2,5 | -0,1 | 17,2 | 0 | 1000 |
| 481 | 21.11 | 13 | Lower | 35 06,7 | -1,5 | +0,1 | 14,0 | +15 | 1005 |
| 482 | 02.09 | 14 | Upper | 29 52,1 | -2,0 | 0,0 | 12,5 | +20 | 1020 |
| 483 | 15.03 | 15 | Lower | 43 48,7 | +2,5 | -0,1 | 10,0 | +25 | 1025 |
| 484 | 07.02 | 10 | Upper | 13 14,5 | -3,2 | +0,1 | 13,0 | -10 | 990 |
| 485 | 22.11 | 11 | Lower | 25 43,1 | -1,0 | 0,0 | 15,5 | -15 | 995 |
| 486 | 03.09 | 12 | Upper | 38 26,7 | -3,0 | -0,1 | 10,0 | -18 | 985 |
| 487 | 16.03 | 13 | Lower | 29 48,7 | +6,1 | +0,1 | 13,0 | 0 | 1000 |
| 488 | 08.02 | 14 | Upper | 36 14,5 | +2,5 | 0,0 | 15,5 | +15 | 1005 |
| 489 | 23.11 | 15 | Lower | 25 43,1 | -1,5 | -0,1 | 17,2 | +20 | 1020 |
| 490 | 01.09 | 10 | Upper | 38 26,7 | +2,0 | +0,1 | 14,0 | +25 | 1025 |
| 491 | 14.03 | 11 | Lower | 18 32,7 | +4,5 | 0,0 | 12,0 | +13 | 1020 |
| 492 | 06.02 | 12 | Upper | 37 52,1 | -3,2 | -0,1 | 10,0 | +30 | 1025 |
| 493 | 21.11 | 13 | Lower | 29 48,7 | -1,0 | +0,1 | 13,0 | +20 | 1000 |
| 494 | 02.09 | 14 | Upper | 56 14,5 | +6,1 | 0,0 | 15,5 | -10 | 990 |
| 495 | 15.03 | 15 | Lower | 45 43,1 | +2,5 | -0,1 | 17,2 | -15 | 995 |

## 4. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ ВО ВРЕМЯ ЗАНЯТИЯ

1. Провести текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по теме «Нанесение планет на звёздный глобус и Star Finder. Подбор светил для наблюдений».

2. Разобрать исправления высот светил, измеренных над видимым горизонтом.

3. Разобрать порядок решения задач по исправлению высот светил.

4. Выдать задания для самостоятельной работы студентов по решению задач по исправлению высот светил.

5. Выполнить проверку выполнения заданий. Подвести итог по занятию.

## 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Устройство звездного глобуса.
2. Устройство Star Finder.
3. Критерии подбора светил для наблюдений.
4. Порядок расчета местного звездного времени.

## 6. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Михайлов В.С. Практическая мореходная астрономия. Электронный учебник/ В.С. Михайлов, В.Г. Кудрявцев, В.С. Давыдов. – Киев, 2009. – 293 с.

2. Панасенко А.Н. Практическая мореходная астрономия: Учебное пособие для курсантов морских специальностей – Владивосток, 2011, 94 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

# Выдержки из альманаха левый разворот на 14,15,16 марта 2002г

**2002 March 14, 15, 1**

| GMT | ARIES | VENUS -3.9 | | MARS +1.4 | | JUPITER -2.3 | | SATURN +0.1 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | GHA | GHA | Dec | GHA | Dec | GHA | Dec | GHA | Dec |
| 14 00 | 171° 26'.3 | 164° 13'.0 | 1° 52'.8 N | 135° 13'.8 | 14° 47'.6 N | 75° 02'.0 | 23° 27'.4 N | 103° 47'.9 | 20° 19'.0 N |
| 01 | 186° 28'.8 | 179° 12'.6 | 54'.0 | 150° 14'.6 | 48'.2 | 90° 04'.4 | 27'.4 | 118° 50'.2 | 19'.1 |
| 02 | 201° 31'.2 | 194° 12'.2 | 55'.3 | 165° 15'.3 | 48'.8 | 105° 06'.8 | 27'.4 | 133° 52'.5 | 19'.1 |
| 03 | 216° 33'.7 | 209° 11'.9 | 56'.6 | 180° 16'.1 | 49'.4 | 120° 09'.1 | 27'.4 | 148° 54'.9 | 19'.1 |
| Thursday 04 | 231° 36'.2 | 224° 11'.5 | 57'.9 | 195° 16'.8 | 50'.0 | 135° 11'.5 | 27'.4 | 163° 57'.2 | 19'.2 |
| 05 | 246° 38'.6 | 239° 11'.1 | 59'.2 | 210° 17'.6 | 50'.5 | 150° 13'.8 | 27'.4 | 178° 59'.5 | 19'.2 |
| 06 | 261° 41'.1 | 254° 10'.8 | 2° 00'.5 N | 225° 18'.3 | 51'.1 | 165° 16'.2 | 27'.4 | 194° 01'.8 | 19'.2 |
| 07 | 276° 43'.6 | 269° 10'.4 | 01'.8 | 240° 19'.1 | 51'.7 | 180° 18'.5 | 27'.4 | 209° 04'.1 | 19'.3 |
| 08 | 291° 46'.0 | 284° 10'.0 | 03'.0 | 255° 19'.8 | 52'.3 | 195° 20'.9 | 27'.4 | 224° 06'.4 | 19'.3 |
| 09 | 306° 48'.5 | 299° 09'.7 | 04'.3 | 270° 20'.6 | 52'.9 | 210° 23'.2 | 27'.4 | 239° 08'.7 | 19'.3 |
| 10 | 321° 50'.9 | 314° 09'.3 | 05'.6 | 285° 21'.3 | 53'.5 | 225° 25'.6 | 27'.4 | 254° 11'.0 | 19'.3 |
| 11 | 336° 53'.4 | 329° 08'.9 | 06'.9 | 300° 22'.1 | 54'.1 | 240° 27'.9 | 27'.4 | 269° 13'.3 | 19'.4 |
| 12 | 351° 55'.9 | 344° 08'.6 | 2° 08'.2 N | 315° 22'.8 | 14° 54'.7 N | 255° 30'.3 | 23° 27'.4 N | 284° 15'.6 | 20° 19'.4 N |
| 13 | 6° 58'.3 | 359° 08'.2 | 09'.5 | 330° 23'.6 | 55'.2 | 270° 32'.6 | 27'.4 | 299° 17'.9 | 19'.4 |
| 14 | 22° 00'.8 | 14° 07'.8 | 10'.7 | 345° 24'.4 | 55'.8 | 285° 35'.0 | 27'.4 | 314° 20'.2 | 19'.5 |
| 15 | 37° 03'.3 | 29° 07'.5 | 12'.0 | 0° 25'.1 | 56'.4 | 300° 37'.3 | 27'.4 | 329° 22'.5 | 19'.5 |
| 16 | 52° 05'.7 | 44° 07'.1 | 13'.3 | 15° 25'.9 | 57'.0 | 315° 39'.7 | 27'.4 | 344° 24'.8 | 19'.5 |
| 17 | 67° 08'.2 | 59° 06'.7 | 14'.6 | 30° 26'.6 | 57'.6 | 330° 42'.0 | 27'.4 | 359° 27'.1 | 19'.6 |
| 18 | 82° 10'.7 | 74° 06'.4 | 15'.9 | 45° 27'.4 | 58'.2 | 345° 44'.4 | 27'.4 | 14° 29'.4 | 19'.6 |
| 19 | 97° 13'.1 | 89° 06'.0 | 17'.2 | 60° 28'.1 | 58'.8 | 0° 46'.7 | 27'.4 | 29° 31'.7 | 19'.6 |
| 20 | 112° 15'.6 | 104° 05'.6 | 18'.4 | 75° 28'.9 | 59'.3 | 15° 49'.1 | 27'.4 | 44° 34'.0 | 19'.7 |
| 21 | 127° 18'.1 | 119° 05'.3 | 19'.7 | 90° 29'.6 | 59'.9 | 30° 51'.4 | 27'.4 | 59° 36'.3 | 19'.7 |
| 22 | 142° 20'.5 | 134° 04'.9 | 21'.0 | 105° 30'.4 | 15° 00'.5 N | 45° 53'.8 | 27'.4 | 74° 38'.6 | 19'.7 |
| 23 | 157° 23'.0 | 149° 04'.5 | 22'.3 | 120° 31'.1 | 01'.1 | 60° 56'.1 | 27'.4 | 89° 40'.9 | 19'.8 |
| 15 00 | 172° 25'.4 | 164° 04'.2 | 2° 23'.6 N | 135° 31'.9 | 15° 01'.7 N | 75° 58'.5 | 23° 27'.4 N | 104° 43'.2 | 20° 19'.8 N |
| 01 | 187° 27'.9 | 179° 03'.8 | 24'.9 | 150° 32'.6 | 02'.3 | 91° 00'.8 | 27'.4 | 119° 45'.5 | 19'.8 |
| 02 | 202° 30'.4 | 194° 03'.4 | 26'.1 | 165° 33'.4 | 02'.8 | 106° 03'.1 | 27'.4 | 134° 47'.8 | 19'.9 |
| 03 | 217° 32'.8 | 209° 03'.1 | 27'.4 | 180° 34'.1 | 03'.4 | 121° 05'.5 | 27'.4 | 149° 50'.1 | 19'.9 |
| Friday 04 | 232° 35'.3 | 224° 02'.7 | 28'.7 | 195° 34'.9 | 04'.0 | 136° 07'.8 | 27'.4 | 164° 52'.4 | 19'.9 |
| 05 | 247° 37'.8 | 239° 02'.3 | 30'.0 | 210° 35'.6 | 04'.6 | 151° 10'.2 | 27'.4 | 179° 54'.7 | 20'.0 |
| 06 | 262° 40'.2 | 254° 02'.0 | 31'.3 | 225° 36'.4 | 05'.2 | 166° 12'.5 | 27'.4 | 194° 57'.0 | 20'.0 |
| 07 | 277° 42'.7 | 269° 01'.6 | 32'.5 | 240° 37'.1 | 05'.8 | 181° 14'.9 | 27'.4 | 209° 59'.3 | 20'.0 |
| 08 | 292° 45'.2 | 284° 01'.2 | 33'.8 | 255° 37'.9 | 06'.3 | 196° 17'.2 | 27'.4 | 225° 01'.6 | 20'.1 |
| 09 | 307° 47'.6 | 299° 00'.9 | 35'.1 | 270° 38'.6 | 06'.9 | 211° 19'.6 | 27'.4 | 240° 03'.9 | 20'.1 |
| 10 | 322° 50'.1 | 314° 00'.5 | 36'.4 | 285° 39'.4 | 07'.5 | 226° 21'.9 | 27'.4 | 255° 06'.2 | 20'.1 |
| 11 | 337° 52'.5 | 329° 00'.1 | 37'.7 | 300° 40'.2 | 08'.1 | 241° 24'.2 | 27'.4 | 270° 08'.5 | 20'.2 |
| 12 | 352° 55'.0 | 343° 59'.8 | 2° 39'.0 N | 315° 40'.9 | 15° 08'.7 N | 256° 26'.6 | 23° 27'.4 N | 285° 10'.8 | 20° 20'.2 N |
| 13 | 7° 57'.5 | 358° 59'.4 | 40'.2 | 330° 41'.7 | 09'.2 | 271° 28'.9 | 27'.4 | 300° 13'.1 | 20'.2 |
| 14 | 22° 59'.9 | 13° 59'.0 | 41'.5 | 345° 42'.4 | 09'.8 | 286° 31'.3 | 27'.4 | 315° 15'.4 | 20'.3 |
| 15 | 38° 02'.4 | 28° 58'.7 | 42'.8 | 0° 43'.2 | 10'.4 | 301° 33'.6 | 27'.3 | 330° 17'.7 | 20'.3 |
| 16 | 53° 04'.9 | 43° 58'.3 | 44'.1 | 15° 43'.9 | 11'.0 | 316° 35'.9 | 27'.3 | 345° 20'.0 | 20'.3 |
| 17 | 68° 07'.3 | 58° 57'.9 | 45'.4 | 30° 44'.7 | 11'.6 | 331° 38'.3 | 27'.3 | 0° 22'.3 | 20'.4 |
| 18 | 83° 09'.8 | 73° 57'.6 | 46'.6 | 45° 45'.4 | 12'.1 | 346° 40'.6 | 27'.3 | 15° 24'.6 | 20'.4 |
| 19 | 98° 12'.3 | 88° 57'.2 | 47'.9 | 60° 46'.2 | 12'.7 | 1° 43'.0 | 27'.3 | 30° 26'.9 | 20'.4 |
| 20 | 113° 14'.7 | 103° 56'.8 | 49'.2 | 75° 46'.9 | 13'.3 | 16° 45'.3 | 27'.3 | 45° 29'.2 | 20'.5 |
| 21 | 128° 17'.2 | 118° 56'.5 | 50'.5 | 90° 47'.7 | 13'.9 | 31° 47'.6 | 27'.3 | 60° 31'.5 | 20'.5 |
| 22 | 143° 19'.7 | 133° 56'.1 | 51'.8 | 105° 48'.4 | 14'.5 | 46° 50'.0 | 27'.3 | 75° 33'.8 | 20'.5 |
| 23 | 158° 22'.1 | 148° 55'.7 | 53'.0 | 120° 49'.2 | 15'.0 | 61° 52'.3 | 27'.3 | 90° 36'.1 | 20'.6 |
| 16 00 | 173° 24'.6 | 163° 55'.4 | 2° 54'.3 N | 135° 49'.9 | 15° 15'.6 N | 76° 54'.7 | 23° 27'.3 N | 105° 38'.4 | 20° 20'.6 N |
| 01 | 188° 27'.0 | 178° 55'.0 | 55'.6 | 150° 50'.7 | 16'.2 | 91° 57'.0 | 27'.3 | 120° 40'.7 | 20'.6 |
| 02 | 203° 29'.5 | 193° 54'.6 | 56'.9 | 165° 51'.4 | 16'.8 | 106° 59'.3 | 27'.3 | 135° 43'.0 | 20'.7 |
| 03 | 218° 32'.0 | 208° 54'.3 | 58'.2 | 180° 52'.2 | 17'.3 | 122° 01'.7 | 27'.3 | 150° 45'.3 | 20'.7 |
| Saturday 04 | 233° 34'.4 | 223° 53'.9 | 59'.4 | 195° 52'.9 | 17'.9 | 137° 04'.0 | 27'.3 | 165° 47'.6 | 20'.7 |
| 05 | 248° 36'.9 | 238° 53'.5 | 3° 00'.7 N | 210° 53'.7 | 18'.5 | 152° 06'.3 | 27'.3 | 180° 49'.9 | 20'.8 |
| 06 | 263° 39'.4 | 253° 53'.2 | 02'.0 | 225° 54'.4 | 19'.1 | 167° 08'.7 | 27'.3 | 195° 52'.2 | 20'.8 |
| 07 | 278° 41'.8 | 268° 52'.8 | 03'.3 | 240° 55'.2 | 19'.7 | 182° 11'.0 | 27'.3 | 210° 54'.5 | 20'.8 |
| 08 | 293° 44'.3 | 283° 52'.4 | 04'.6 | 255° 55'.9 | 20'.2 | 197° 13'.3 | 27'.3 | 225° 56'.8 | 20'.9 |
| 09 | 308° 46'.8 | 298° 52'.1 | 05'.8 | 270° 56'.7 | 20'.8 | 212° 15'.7 | 27'.3 | 240° 59'.1 | 20'.9 |
| 10 | 323° 49'.2 | 313° 51'.7 | 07'.1 | 285° 57'.4 | 21'.4 | 227° 18'.0 | 27'.3 | 256° 01'.4 | 20'.9 |
| 11 | 338° 51'.7 | 328° 51'.3 | 08'.4 | 300° 58'.2 | 22'.0 | 242° 20'.4 | 27'.3 | 271° 03'.7 | 21'.0 |
| 12 | 353° 54'.1 | 343° 51'.0 | 3° 09'.7 N | 315° 58'.9 | 15° 22'.5 N | 257° 22'.7 | 23° 27'.3 N | 286° 06'.0 | 20° 21'.0 N |
| 13 | 8° 56'.6 | 358° 50'.6 | 11'.0 | 330° 59'.7 | 23'.1 | 272° 25'.0 | 27'.3 | 301° 08'.3 | 21'.0 |
| 14 | 23° 59'.1 | 13° 50'.2 | 12'.2 | 346° 00'.4 | 23'.7 | 287° 27'.4 | 27'.3 | 316° 10'.6 | 21'.1 |
| 15 | 39° 01'.5 | 28° 49'.9 | 13'.5 | 1° 01'.2 | 24'.3 | 302° 29'.7 | 27'.3 | 331° 12'.9 | 21'.1 |
| 16 | 54° 04'.0 | 43° 49'.5 | 14'.8 | 16° 01'.9 | 24'.8 | 317° 32'.0 | 27'.3 | 346° 15'.2 | 21'.1 |
| 17 | 69° 06'.5 | 58° 49'.1 | 16'.1 | 31° 02'.6 | 25'.4 | 332° 34'.3 | 27'.3 | 1° 17'.5 | 21'.2 |
| 18 | 84° 08'.9 | 73° 48'.7 | 17'.4 | 46° 03'.4 | 26'.0 | 347° 36'.7 | 27'.3 | 16° 19'.7 | 21'.2 |
| 19 | 99° 11'.4 | 88° 48'.4 | 18'.6 | 61° 04'.1 | 26'.5 | 2° 39'.0 | 27'.3 | 31° 22'.0 | 21'.2 |
| 20 | 114° 13'.9 | 103° 48'.0 | 19'.9 | 76° 04'.9 | 27'.1 | 17° 41'.3 | 27'.3 | 46° 24'.3 | 21'.3 |
| 21 | 129° 16'.3 | 118° 47'.6 | 21'.2 | 91° 05'.6 | 27'.7 | 32° 43'.7 | 27'.3 | 61° 26'.6 | 21'.3 |
| 22 | 144° 18'.8 | 133° 47'.3 | 22'.5 | 106° 06'.4 | 28'.3 | 47° 46'.0 | 27'.3 | 76° 28'.9 | 21'.3 |
| 23 | 159° 21'.3 | 148° 46'.9 | 23'.8 | 121° 07'.1 | 28'.8 | 62° 48'.3 | 27'.3 | 91° 31'.2 | 21'.4 |
| | M.P. 12:28 | v -0'.4 | d 1'.3 | v 0'.8 | d 0'.6 | v 2'.3 | d 0'.0 | v 2'.3 | d 0'.0 |

| STARS | | |
|---|---|---|
| Name | SHA | Dec |
| Acamar | 315° 25'.3 | 40° 18'.1 S |
| Achernar | 335° 33'.7 | 57° 13'.8 S |
| Acrux | 173° 18'.8 | 63° 06'.6 S |
| Adhara | 255° 19'.4 | 28° 58'.7 S |
| Aldebaran | 290° 59'.7 | 16° 30'.8 N |
| Alioth | 166° 27'.8 | 55° 56'.8 N |
| Alkaid | 153° 05'.4 | 49° 18'.0 N |
| Alnair | 27° 55'.1 | 46° 57'.1 S |
| Alnilam | 275° 55'.4 | 1° 12'.2 S |
| Alphard | 218° 04'.5 | 8° 40'.1 S |
| Alphecca | 126° 18'.3 | 26° 42'.2 N |
| Alpheratz | 357° 53'.1 | 29° 06'.0 N |
| Altair | 62° 17'.1 | 8° 52'.2 N |
| Ankaa | 353° 24'.7 | 42° 17'.9 S |
| Antares | 112° 37'.1 | 26° 26'.2 S |
| Arcturus | 146° 03'.5 | 19° 10'.1 N |
| Atria | 107° 46'.9 | 69° 01'.6 S |
| Avior | 234° 21'.3 | 59° 31'.2 S |
| Bellatrix | 278° 41'.5 | 6° 21'.0 N |
| Betelgeuse | 271° 10'.9 | 7° 24'.4 N |
| Canopus | 264° 00'.0 | 52° 42'.1 S |
| Capella | 280° 47'.6 | 46° 00'.1 N |
| Deneb | 49° 37'.9 | 45° 17'.0 N |
| Denebola | 182° 42'.3 | 14° 33'.6 N |
| Diphda | 349° 05'.1 | 17° 58'.7 S |
| Dubhe | 194° 01'.7 | 61° 44'.4 N |
| Elnath | 278° 23'.9 | 28° 36'.6 N |
| Eltanin | 90° 50'.3 | 51° 29'.0 N |
| Enif | 33° 56'.1 | 9° 52'.8 N |
| Fomalhaut | 15° 34'.0 | 29° 36'.8 S |
| Gacrux | 172° 10'.4 | 57° 07'.4 S |
| Gienah | 176° 01'.1 | 17° 33'.3 S |
| Hadar | 149° 00'.2 | 60° 22'.8 S |
| Hamal | 328° 11'.1 | 23° 28'.2 N |
| Kaus Aust. | 83° 55'.6 | 34° 23'.0 S |
| Kochab | 137° 18'.6 | 74° 08'.6 N |
| Markab | 13° 47'.5 | 15° 12'.8 N |
| Menkar | 314° 24'.5 | 4° 05'.7 N |
| Menkent | 148° 17'.8 | 36° 22'.8 S |
| Miaplacidus | 221° 41'.0 | 69° 43'.7 S |
| Mirfak | 308° 53'.4 | 49° 52'.2 N |
| Nunki | 76° 09'.4 | 26° 17'.7 S |
| Peacock | 53° 33'.4 | 56° 43'.6 S |
| Polaris | 321° 50'.5 | 89° 16'.6 N |
| Pollux | 243° 38'.4 | 28° 01'.3 N |
| Procyon | 245° 08'.8 | 5° 13'.1 N |
| Rasalhague | 96° 14'.7 | 12° 33'.3 N |
| Regulus | 207° 52'.6 | 11° 57'.4 N |
| Rigel | 281° 20'.6 | 8° 12'.1 S |
| Rigil Kent | 140° 03'.6 | 60° 50'.4 S |
| Sabik | 102° 22'.7 | 15° 43'.7 S |
| Schedar | 349° 51'.4 | 56° 32'.9 N |
| Shaula | 96° 34'.0 | 37° 06'.3 S |
| Sirius | 258° 41'.4 | 16° 43'.3 S |
| Spica | 158° 40'.3 | 11° 10'.4 S |
| Suhail | 222° 58'.7 | 43° 26'.6 S |
| Vega | 80° 45'.1 | 38° 46'.8 N |
| Zuben'ubi | 137° 15'.1 | 16° 03'.1 S |

| | SHA | Mer.Pass. |
|---|---|---|
| Venus | 351° 38'.7 | 13:04 |
| Mars | 323° 06'.4 | 14:57 |
| Jupiter | 263° 33'.0 | 18:53 |
| Saturn | 292° 17'.8 | 16:59 |

# Выдержки из альманаха левый разворот на 1,2,3 сентября 2002г

| GMT | | ARIES | VENUS | -4.4 | MARS | +1.8 | JUPITER | -1.8 | SATURN | +0.1 | STARS | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | GHA | GHA | Dec | GHA | Dec | GHA | Dec | GHA | Dec | Name | SHA | Dec |
| 1 Sunday | 00 | 339° 59'.1 | 138° 52'.3 | 11° 58'.5 S | 186° 01'.6 | 12° 00'.3 N | 210° 59'.8 | 19° 01'.5 N | 252° 32'.9 | 22° 08'.3 N | Acamar | 315° 24'.5 | 40° 17'.4 S |
| | 01 | 355° 01'.5 | 153° 52'.8 | 59'.6 | 201° 02'.6 | 11° 59'.7 N | 226° 01'.8 | 01'.4 | 267° 35'.2 | 08'.3 | Achernar | 335° 32'.5 | 57° 13'.2 S |
| | 02 | 10° 04'.0 | 168° 53'.3 | 12° 00'.7 S | 216° 03'.5 | 59'.1 | 241° 03'.7 | 01'.2 | 282° 37'.4 | 08'.3 | Acrux | 173° 19'.8 | 63° 06'.8 S |
| | 03 | 25° 06'.5 | 183° 53'.8 | 01'.7 | 231° 04'.5 | 58'.5 | 256° 05'.6 | 01'.1 | 297° 39'.7 | 08'.3 | Adhara | 255° 19'.4 | 28° 58'.2 S |
| | 04 | 40° 08'.9 | 198° 54'.3 | 02'.8 | 246° 05'.4 | 58'.0 | 271° 07'.6 | 01'.0 | 312° 42'.0 | 08'.3 | Aldebaran | 290° 59'.2 | 16° 30'.9 N |
| | 05 | 55° 11'.4 | 213° 54'.8 | 03'.9 | 261° 06'.4 | 57'.4 | 286° 09'.5 | 00'.9 | 327° 44'.3 | 08'.3 | | | |
| | 06 | 70° 13'.8 | 228° 55'.3 | 05'.0 | 276° 07'.3 | 56'.8 | 301° 11'.5 | 00'.7 | 342° 46'.6 | 08'.3 | Alioth | 166° 28'.4 | 55° 57'.0 N |
| | 07 | 85° 16'.3 | 243° 55'.7 | 06'.1 | 291° 08'.3 | 56'.3 | 316° 13'.4 | 00'.6 | 357° 48'.8 | 08'.3 | Alkaid | 153° 05'.8 | 49° 18'.3 N |
| | 08 | 100° 18'.8 | 258° 56'.2 | 07'.2 | 306° 09'.2 | 55'.7 | 331° 15'.3 | 00'.5 | 12° 51'.1 | 08'.3 | Alnair | 27° 53'.8 | 46° 56'.9 S |
| | 09 | 115° 21'.2 | 273° 56'.7 | 08'.3 | 321° 10'.2 | 55'.1 | 346° 17'.3 | 00'.4 | 27° 53'.4 | 08'.3 | Alnilam | 275° 55'.1 | 1° 11'.9 S |
| | 10 | 130° 23'.7 | 288° 57'.2 | 09'.3 | 336° 11'.1 | 54'.5 | 1° 19'.2 | 00'.3 | 42° 55'.7 | 08'.3 | Alphard | 218° 04'.8 | 8° 40'.0 S |
| | 11 | 145° 26'.2 | 303° 57'.7 | 10'.4 | 351° 12'.0 | 54'.0 | 16° 21'.2 | 00'.1 | 57° 57'.9 | 08'.3 | | | |
| | 12 | 160° 28'.6 | 318° 58'.2 | 12° 11'.5 S | 6° 13'.0 | 11° 53'.4 N | 31° 23'.1 | 19° 00'.0 N | 73° 00'.2 | 22° 08'.3 N | Alphecca | 126° 18'.3 | 26° 42'.6 N |
| | 13 | 175° 31'.1 | 333° 58'.7 | 12'.6 | 21° 13'.9 | 52'.8 | 46° 25'.0 | 18° 59'.9 N | 88° 02'.5 | 08'.3 | Alpheratz | 357° 52'.0 | 29° 06'.3 N |
| | 14 | 190° 33'.6 | 348° 59'.2 | 13'.7 | 36° 14'.9 | 52'.3 | 61° 27'.0 | 59'.8 | 103° 04'.8 | 08'.3 | Altair | 62° 16'.3 | 8° 52'.6 N |
| | 15 | 205° 36'.0 | 3° 59'.7 | 14'.8 | 51° 15'.8 | 51'.7 | 76° 28'.9 | 59'.6 | 118° 07'.1 | 08'.3 | Ankaa | 353° 23'.6 | 42° 17'.4 S |
| | 16 | 220° 38'.5 | 19° 00'.2 | 15'.8 | 66° 16'.8 | 51'.1 | 91° 30'.9 | 59'.5 | 133° 09'.3 | 08'.3 | Antares | 112° 36'.7 | 26° 26'.3 S |
| | 17 | 235° 40'.9 | 34° 00'.7 | 16'.9 | 81° 17'.7 | 50'.5 | 106° 32'.8 | 59'.4 | 148° 11'.6 | 08'.3 | | | |
| | 18 | 250° 43'.4 | 49° 01'.2 | 18'.0 | 96° 18'.7 | 50'.0 | 121° 34'.7 | 59'.3 | 163° 13'.9 | 08'.3 | Arcturus | 146° 03'.7 | 19° 10'.4 N |
| | 19 | 265° 45'.9 | 64° 01'.7 | 19'.1 | 111° 19'.6 | 49'.4 | 136° 36'.7 | 59'.1 | 178° 16'.2 | 08'.3 | Atria | 107° 46'.2 | 69° 02'.2 S |
| | 20 | 280° 48'.3 | 79° 02'.2 | 20'.2 | 126° 20'.6 | 48'.8 | 151° 38'.6 | 59'.0 | 193° 18'.5 | 08'.3 | Avior | 234° 22'.1 | 59° 30'.8 S |
| | 21 | 295° 50'.8 | 94° 02'.7 | 21'.2 | 141° 21'.5 | 48'.3 | 166° 40'.6 | 58'.9 | 208° 20'.7 | 08'.3 | Bellatrix | 278° 41'.2 | 6° 21'.2 N |
| | 22 | 310° 53'.3 | 109° 03'.2 | 22'.3 | 156° 22'.5 | 47'.7 | 181° 42'.5 | 58'.8 | 223° 23'.0 | 08'.3 | Betelgeuse | 271° 10'.6 | 7° 24'.6 N |
| | 23 | 325° 55'.7 | 124° 03'.7 | 23'.4 | 171° 23'.4 | 47'.1 | 196° 44'.5 | 58'.7 | 238° 25'.3 | 08'.3 | | | |
| 2 Monday | 00 | 340° 58'.2 | 139° 04'.2 | 12° 24'.5 S | 186° 24'.4 | 11° 46'.5 N | 211° 46'.4 | 18° 58'.5 N | 253° 27'.6 | 22° 08'.3 N | Canopus | 264° 00'.2 | 52° 41'.5 S |
| | 01 | 356° 00'.7 | 154° 04'.7 | 25'.5 | 201° 25'.3 | 46'.0 | 226° 48'.3 | 58'.4 | 268° 29'.9 | 08'.3 | Capella | 280° 47'.1 | 45° 59'.9 N |
| | 02 | 11° 03'.1 | 169° 05'.2 | 26'.6 | 216° 26'.3 | 45'.4 | 241° 50'.3 | 58'.3 | 283° 32'.1 | 08'.3 | Deneb | 49° 37'.0 | 45° 17'.5 N |
| | 03 | 26° 05'.6 | 184° 05'.7 | 27'.7 | 231° 27'.2 | 44'.8 | 256° 52'.2 | 58'.2 | 298° 34'.4 | 08'.3 | Denebola | 182° 42'.6 | 14° 33'.7 N |
| | 04 | 41° 08'.1 | 199° 06'.2 | 28'.8 | 246° 28'.2 | 44'.2 | 271° 54'.2 | 58'.0 | 313° 36'.7 | 08'.3 | Diphda | 349° 04'.1 | 17° 58'.2 S |
| | 05 | 56° 10'.5 | 214° 06'.7 | 29'.8 | 261° 29'.1 | 43'.7 | 286° 56'.1 | 57'.9 | 328° 39'.0 | 08'.3 | | | |
| | 06 | 71° 13'.0 | 229° 07'.2 | 30'.9 | 276° 30'.1 | 43'.1 | 301° 58'.0 | 57'.8 | 343° 41'.3 | 08'.3 | Dubhe | 194° 02'.5 | 61° 44'.4 N |
| | 07 | 86° 15'.4 | 244° 07'.7 | 32'.0 | 291° 31'.0 | 42'.5 | 317° 00'.0 | 57'.7 | 358° 43'.6 | 08'.3 | Elnath | 278° 23'.5 | 28° 36'.6 N |
| | 08 | 101° 17'.9 | 259° 08'.2 | 33'.1 | 306° 32'.0 | 42'.0 | 332° 01'.9 | 57'.5 | 13° 45'.8 | 08'.3 | Eltanin | 90° 49'.9 | 51° 29'.6 N |
| | 09 | 116° 20'.4 | 274° 08'.7 | 34'.1 | 321° 32'.9 | 41'.4 | 347° 03'.9 | 57'.4 | 28° 48'.1 | 08'.3 | Enif | 33° 55'.2 | 9° 53'.3 N |
| | 10 | 131° 22'.8 | 289° 09'.2 | 35'.2 | 336° 33'.9 | 40'.8 | 2° 05'.8 | 57'.3 | 43° 50'.4 | 08'.3 | Fomalhaut | 15° 32'.9 | 29° 36'.5 S |
| | 11 | 146° 25'.3 | 304° 09'.7 | 36'.3 | 351° 34'.8 | 40'.2 | 17° 07'.8 | 57'.2 | 58° 52'.7 | 08'.3 | | | |
| | 12 | 161° 27'.8 | 319° 10'.2 | 12° 37'.4 S | 6° 35'.8 | 11° 39'.7 N | 32° 09'.7 | 18° 57'.1 N | 73° 55'.0 | 22° 08'.3 N | Gacrux | 172° 11'.1 | 57° 07'.6 S |
| | 13 | 176° 30'.2 | 334° 10'.7 | 38'.4 | 21° 36'.7 | 39'.1 | 47° 11'.6 | 56'.9 | 88° 57'.3 | 08'.3 | Gienah | 176° 01'.4 | 17° 33'.2 S |
| | 14 | 191° 32'.7 | 349° 11'.3 | 39'.5 | 36° 37'.7 | 38'.5 | 62° 13'.6 | 56'.8 | 103° 59'.5 | 08'.3 | Hadar | 149° 00'.6 | 60° 23'.2 S |
| | 15 | 206° 35'.2 | 4° 11'.8 | 40'.6 | 51° 38'.6 | 37'.9 | 77° 15'.5 | 56'.7 | 119° 01'.8 | 08'.3 | Hamal | 328° 10'.2 | 23° 28'.5 N |
| | 16 | 221° 37'.6 | 19° 12'.3 | 41'.6 | 66° 39'.6 | 37'.4 | 92° 17'.5 | 56'.6 | 134° 04'.1 | 08'.3 | Kaus Aust. | 83° 54'.9 | 34° 23'.1 S |
| | 17 | 236° 40'.1 | 34° 12'.8 | 42'.7 | 81° 40'.5 | 36'.8 | 107° 19'.4 | 56'.4 | 149° 06'.4 | 08'.3 | | | |
| | 18 | 251° 42'.6 | 49° 13'.3 | 43'.8 | 96° 41'.5 | 36'.2 | 122° 21'.4 | 56'.3 | 164° 08'.7 | 08'.3 | Kochab | 137° 19'.9 | 74° 09'.0 N |
| | 19 | 266° 45'.0 | 64° 13'.8 | 44'.8 | 111° 42'.4 | 35'.6 | 137° 23'.3 | 56'.2 | 179° 11'.0 | 08'.3 | Markab | 13° 46'.5 | 15° 13'.2 N |
| | 20 | 281° 47'.5 | 79° 14'.4 | 45'.9 | 126° 43'.4 | 35'.1 | 152° 25'.3 | 56'.1 | 194° 13'.2 | 08'.3 | Menkar | 314° 23'.8 | 4° 06'.1 N |
| | 21 | 296° 49'.9 | 94° 14'.9 | 47'.0 | 141° 44'.3 | 34'.5 | 167° 27'.2 | 55'.9 | 209° 15'.5 | 08'.3 | Menkent | 148° 17'.9 | 36° 23'.0 S |
| | 22 | 311° 52'.4 | 109° 15'.4 | 48'.0 | 156° 45'.3 | 33'.9 | 182° 29'.1 | 55'.8 | 224° 17'.8 | 08'.3 | Miaplacidus | 221° 42'.6 | 69° 43'.4 S |
| | 23 | 326° 54'.9 | 124° 15'.9 | 49'.1 | 171° 46'.2 | 33'.3 | 197° 31'.1 | 55'.7 | 239° 20'.1 | 08'.3 | | | |
| 3 Tuesday | 00 | 341° 57'.3 | 139° 16'.4 | 12° 50'.2 S | 186° 47'.2 | 11° 32'.8 N | 212° 33'.0 | 18° 55'.6 N | 254° 22'.4 | 22° 08'.3 N | Mirfak | 308° 52'.5 | 49° 52'.1 N |
| | 01 | 356° 59'.8 | 154° 16'.9 | 51'.2 | 201° 48'.1 | 32'.2 | 227° 35'.0 | 55'.5 | 269° 24'.7 | 08'.3 | Nunki | 76° 08'.6 | 26° 17'.7 S |
| | 02 | 12° 02'.3 | 169° 17'.5 | 52'.3 | 216° 49'.1 | 31'.6 | 242° 36'.9 | 55'.3 | 284° 27'.0 | 08'.3 | Peacock | 53° 32'.0 | 56° 43'.8 S |
| | 03 | 27° 04'.7 | 184° 18'.0 | 53'.4 | 231° 50'.0 | 31'.0 | 257° 38'.9 | 55'.2 | 299° 29'.2 | 08'.3 | Polaris | 321° 13'.1 | 89° 16'.2 N |
| | 04 | 42° 07'.2 | 199° 18'.5 | 54'.4 | 246° 51'.0 | 30'.5 | 272° 40'.8 | 55'.1 | 314° 31'.5 | 08'.3 | Pollux | 243° 38'.4 | 28° 01'.3 N |
| | 05 | 57° 09'.7 | 214° 19'.0 | 55'.5 | 261° 51'.9 | 29'.9 | 287° 42'.8 | 55'.0 | 329° 33'.8 | 08'.3 | | | |
| | 06 | 72° 12'.1 | 229° 19'.6 | 56'.5 | 276° 52'.9 | 29'.3 | 302° 44'.7 | 54'.8 | 344° 36'.1 | 08'.3 | Procyon | 245° 08'.8 | 5° 13'.3 N |
| | 07 | 87° 14'.6 | 244° 20'.1 | 57'.6 | 291° 53'.8 | 28'.7 | 317° 46'.6 | 54'.7 | 359° 38'.4 | 08'.3 | Rasalhague | 96° 14'.3 | 12° 33'.6 N |
| | 08 | 102° 17'.1 | 259° 20'.6 | 58'.7 | 306° 54'.8 | 28'.1 | 332° 48'.6 | 54'.6 | 14° 40'.7 | 08'.3 | Regulus | 207° 52'.9 | 11° 57'.5 N |
| | 09 | 117° 19'.5 | 274° 21'.1 | 59'.7 | 321° 55'.7 | 27'.6 | 347° 50'.5 | 54'.5 | 29° 43'.0 | 08'.3 | Rigel | 281° 20'.3 | 8° 11'.7 S |
| | 10 | 132° 22'.0 | 289° 21'.7 | 13° 00'.8 S | 336° 56'.7 | 27'.0 | 2° 52'.5 | 54'.4 | 44° 45'.2 | 08'.3 | Rigil Kent | 140° 03'.9 | 60° 50'.8 S |
| | 11 | 147° 24'.4 | 304° 22'.2 | 01'.8 | 351° 57'.6 | 26'.4 | 17° 54'.4 | 54'.2 | 59° 47'.5 | 08'.3 | | | |
| | 12 | 162° 26'.9 | 319° 22'.7 | 13° 02'.9 S | 6° 58'.6 | 11° 25'.8 N | 32° 56'.4 | 18° 54'.1 N | 74° 49'.8 | 22° 08'.3 N | Sabik | 102° 22'.3 | 15° 43'.7 S |
| | 13 | 177° 29'.4 | 334° 23'.3 | 04'.0 | 21° 59'.5 | 25'.3 | 47° 58'.3 | 54'.0 | 89° 52'.1 | 08'.3 | Schedar | 349° 50'.0 | 56° 33'.0 N |
| | 14 | 192° 31'.8 | 349° 23'.8 | 05'.0 | 37° 00'.5 | 24'.7 | 63° 00'.3 | 53'.9 | 104° 54'.4 | 08'.3 | Shaula | 96° 33'.4 | 37° 06'.5 S |
| | 15 | 207° 34'.3 | 4° 24'.3 | 06'.1 | 52° 01'.4 | 24'.1 | 78° 02'.2 | 53'.7 | 119° 56'.7 | 08'.3 | Sirius | 258° 41'.4 | 16° 42'.9 S |
| | 16 | 222° 36'.8 | 19° 24'.9 | 07'.1 | 67° 02'.4 | 23'.5 | 93° 04'.2 | 53'.6 | 134° 59'.0 | 08'.3 | Spica | 158° 40'.5 | 11° 10'.3 S |
| | 17 | 237° 39'.2 | 34° 25'.4 | 08'.2 | 82° 03'.3 | 23'.0 | 108° 06'.1 | 53'.5 | 150° 01'.3 | 08'.3 | | | |
| | 18 | 252° 41'.7 | 49° 25'.9 | 09'.3 | 97° 04'.3 | 22'.4 | 123° 08'.0 | 53'.4 | 165° 03'.5 | 08'.3 | Suhail | 222° 59'.2 | 43° 26'.3 S |
| | 19 | 267° 44'.2 | 64° 26'.5 | 10'.3 | 112° 05'.2 | 21'.8 | 138° 10'.0 | 53'.2 | 180° 05'.8 | 08'.3 | Vega | 80° 44'.5 | 38° 47'.4 N |
| | 20 | 282° 46'.6 | 79° 27'.0 | 11'.4 | 127° 06'.2 | 21'.2 | 153° 11'.9 | 53'.1 | 195° 08'.1 | 08'.3 | Zuben'ubi | 137° 15'.0 | 16° 03'.1 S |
| | 21 | 297° 49'.1 | 94° 27'.5 | 12'.4 | 142° 07'.2 | 20'.6 | 168° 13'.9 | 53'.0 | 210° 10'.4 | 08'.3 | | SHA | Mer.Pass. |
| | 22 | 312° 51'.5 | 109° 28'.1 | 13'.5 | 157° 08'.1 | 20'.1 | 183° 15'.8 | 52'.9 | 225° 12'.7 | 08'.3 | Venus | 158° 06'.0 | 14:43 |
| | 23 | 327° 54'.0 | 124° 28'.6 | 14'.5 | 172° 09'.1 | 19'.5 | 198° 17'.8 | 52'.8 | 240° 15'.0 | 08'.3 | Mars | 205° 26'.2 | 11:34 |
| | | | | | | | | | | | Jupiter | 230° 48'.2 | 09:52 |
| | | M.P. 01:12 | v 0'.5 | d 1'.1 | v 0'.9 | d 0'.6 | v 1'.9 | d 0'.1 | v 2'.3 | d 0'.0 | Saturn | 272° 29'.4 | 07:05 |

# Выдержки из альманаха правый разворот на 1,2,3 сентября 2002г

| SUN | | MOON | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GHA | Dec | GHA | v | Dec | d | HP |
| 179° 57'.2 | 8° 25'.3 N | 262° 19'.7 | 9'.4 | 23° 23'.0 N | 5'.4 | 56'.1 |
| 194° 57'.4 | 24'.4 | 276° 48'.1 | 9'.4 | 28'.4 | 5'.3 | |
| 209° 57'.6 | 23'.5 | 291° 16'.5 | 9'.2 | 33'.7 | 5'.1 | 56'.2 |
| 224° 57'.8 | 22'.6 | 305° 44'.7 | 9'.2 | 38'.8 | 5'.1 | |
| 239° 58'.0 | 21'.7 | 320° 12'.9 | 9'.1 | 43'.9 | 4'.9 | |
| 254° 58'.2 | 20'.8 | 334° 41'.0 | 9'.0 | 48'.8 | 4'.8 | 56'.3 |
| 269° 58'.4 | 19'.9 | 349° 09'.0 | 8'.9 | 53'.6 | 4'.6 | |
| 284° 58'.6 | 19'.0 | 3° 36'.9 | 8'.9 | 58'.2 | 4'.6 | |
| 299° 58'.8 | 18'.1 | 18° 04'.8 | 8'.7 | 24° 02'.8 N | 4'.4 | 56'.4 |
| 314° 59'.0 | 17'.2 | 32° 32'.5 | 8'.7 | 07'.2 | 4'.3 | |
| 329° 59'.2 | 16'.3 | 47° 00'.2 | 8'.6 | 11'.5 | 4'.2 | |
| 344° 59'.4 | 15'.4 | 61° 27'.8 | 8'.5 | 15'.7 | 4'.0 | 56'.5 |
| 359° 59'.6 | 8° 14'.5 N | 75° 55'.3 | 8'.4 | 24° 19'.7 N | 3'.9 | 56'.5 |
| 14° 59'.8 | 13'.5 | 90° 22'.7 | 8'.4 | 23'.6 | 3'.8 | 56'.6 |
| 30° 00'.0 | 12'.6 | 104° 50'.1 | 8'.2 | 27'.4 | 3'.7 | |
| 45° 00'.2 | 11'.7 | 119° 17'.3 | 8'.2 | 31'.1 | 3'.5 | |
| 60° 00'.4 | 10'.8 | 133° 44'.5 | 8'.1 | 34'.6 | 3'.4 | 56'.7 |
| 75° 00'.6 | 09'.9 | 148° 11'.6 | 8'.1 | 38'.0 | 3'.2 | |
| 90° 00'.8 | 09'.0 | 162° 38'.7 | 7'.9 | 41'.2 | 3'.1 | |
| 105° 01'.0 | 08'.1 | 177° 05'.6 | 7'.9 | 44'.3 | 3'.0 | 56'.8 |
| 120° 01'.2 | 07'.2 | 191° 32'.5 | 7'.8 | 47'.3 | 2'.9 | |
| 135° 01'.4 | 06'.3 | 205° 59'.3 | 7'.7 | 50'.2 | 2'.7 | |
| 150° 01'.6 | 05'.4 | 220° 26'.0 | 7'.6 | 52'.9 | 2'.5 | 56'.9 |
| 165° 01'.8 | 04'.5 | 234° 52'.6 | 7'.6 | 55'.4 | 2'.5 | |
| 180° 02'.0 | 8° 03'.6 N | 249° 19'.2 | 7'.5 | 24° 57'.9 N | 2'.3 | 57'.0 |
| 195° 02'.2 | 02'.6 | 263° 45'.7 | 7'.4 | 25° 00'.2 N | 2'.1 | |
| 210° 02'.4 | 01'.7 | 278° 12'.1 | 7'.4 | 02'.3 | 2'.0 | |
| 225° 02'.6 | 00'.8 | 292° 38'.5 | 7'.3 | 04'.3 | 1'.9 | 57'.1 |
| 240° 02'.8 | 7° 59'.9 N | 307° 04'.8 | 7'.2 | 06'.2 | 1'.7 | |
| 255° 03'.0 | 59'.0 | 321° 31'.0 | 7'.2 | 07'.9 | 1'.6 | |
| 270° 03'.2 | 58'.1 | 335° 57'.2 | 7'.1 | 09'.5 | 1'.4 | 57'.2 |
| 285° 03'.4 | 57'.2 | 350° 23'.3 | 7'.0 | 10'.9 | 1'.3 | |
| 300° 03'.6 | 56'.3 | 4° 49'.3 | 7'.0 | 12'.2 | 1'.1 | 57'.3 |
| 315° 03'.8 | 55'.4 | 19° 15'.3 | 6'.9 | 13'.3 | 1'.0 | |
| 330° 04'.0 | 54'.4 | 33° 41'.2 | 6'.8 | 14'.3 | 0'.8 | |
| 345° 04'.2 | 53'.5 | 48° 07'.0 | 6'.8 | 15'.1 | 0'.7 | 57'.4 |
| 0° 04'.4 | 7° 52'.6 N | 62° 32'.8 | 6'.7 | 25° 15'.8 N | 0'.5 | 57'.4 |
| 15° 04'.6 | 51'.7 | 76° 58'.5 | 6'.7 | 16'.3 | 0'.4 | |
| 30° 04'.8 | 50'.8 | 91° 24'.2 | 6'.6 | 16'.7 | 0'.2 | 57'.5 |
| 45° 05'.0 | 49'.9 | 105° 49'.8 | 6'.6 | 16'.9 | 0'.1 | |
| 60° 05'.2 | 49'.0 | 120° 15'.4 | 6'.5 | 17'.0 | 0'.1 | 57'.6 |
| 75° 05'.4 | 48'.1 | 134° 40'.9 | 6'.4 | 16'.9 | 0'.2 | |
| 90° 05'.6 | 47'.1 | 149° 06'.3 | 6'.4 | 16'.7 | 0'.4 | |
| 105° 05'.8 | 46'.2 | 163° 31'.7 | 6'.4 | 16'.3 | 0'.5 | 57'.7 |
| 120° 06'.0 | 45'.3 | 177° 57'.1 | 6'.3 | 15'.8 | 0'.7 | |
| 135° 06'.2 | 44'.4 | 192° 22'.4 | 6'.3 | 15'.1 | 0'.9 | 57'.8 |
| 150° 06'.4 | 43'.5 | 206° 47'.7 | 6'.2 | 14'.2 | 1'.0 | |
| 165° 06'.6 | 42'.6 | 221° 12'.9 | 6'.2 | 13'.2 | 1'.1 | |
| 180° 06'.8 | 7° 41'.6 N | 235° 38'.1 | 6'.1 | 25° 12'.1 N | 1'.4 | 57'.9 |
| 195° 07'.0 | 40'.7 | 250° 03'.2 | 6'.1 | 10'.7 | 1'.4 | |
| 210° 07'.2 | 39'.8 | 264° 28'.3 | 6'.1 | 09'.3 | 1'.7 | 58'.0 |
| 225° 07'.4 | 38'.9 | 278° 53'.4 | 6'.0 | 07'.6 | 1'.8 | |
| 240° 07'.6 | 38'.0 | 293° 18'.4 | 6'.0 | 05'.8 | 2'.0 | |
| 255° 07'.8 | 37'.1 | 307° 43'.4 | 6'.0 | 03'.8 | 2'.1 | 58'.1 |
| 270° 08'.0 | 36'.2 | 322° 08'.4 | 5'.9 | 01'.7 | 2'.3 | |
| 285° 08'.2 | 35'.2 | 336° 33'.3 | 5'.9 | 24° 59'.4 N | 2'.4 | 58'.2 |
| 300° 08'.4 | 34'.3 | 350° 58'.2 | 5'.9 | 57'.0 | 2'.6 | |
| 315° 08'.6 | 33'.4 | 5° 23'.1 | 5'.8 | 54'.4 | 2'.8 | |
| 330° 08'.8 | 32'.5 | 19° 47'.9 | 5'.8 | 51'.6 | 2'.9 | 58'.3 |
| 345° 09'.0 | 31'.6 | 34° 12'.7 | 5'.8 | 48'.7 | 3'.1 | |
| 0° 09'.2 | 7° 30'.7 N | 48° 37'.5 | 5'.8 | 24° 45'.6 N | 3'.2 | 58'.4 |
| 15° 09'.4 | 29'.7 | 63° 02'.3 | 5'.7 | 42'.4 | 3'.4 | |
| 30° 09'.6 | 28'.8 | 77° 27'.0 | 5'.8 | 39'.0 | 3'.6 | |
| 45° 09'.8 | 27'.9 | 91° 51'.8 | 5'.7 | 35'.4 | 3'.8 | 58'.5 |
| 60° 10'.0 | 27'.0 | 106° 16'.5 | 5'.7 | 31'.6 | 3'.9 | |
| 75° 10'.2 | 26'.1 | 120° 41'.2 | 5'.7 | 27'.7 | 4'.0 | |
| 90° 10'.4 | 25'.1 | 135° 05'.9 | 5'.7 | 23'.7 | 4'.2 | 58'.6 |
| 105° 10'.6 | 24'.2 | 149° 30'.6 | 5'.6 | 19'.5 | 4'.4 | |
| 120° 10'.9 | 23'.3 | 163° 55'.2 | 5'.7 | 15'.1 | 4'.6 | 58'.7 |
| 135° 11'.1 | 22'.4 | 178° 19'.9 | 5'.6 | 10'.5 | 4'.7 | |
| 150° 11'.3 | 21'.5 | 192° 44'.5 | 5'.7 | 05'.8 | 4'.9 | |
| 165° 11'.5 | 20'.5 | 207° 09'.2 | 5'.6 | 00'.9 | 5'.0 | 58'.8 |
| SD 15'.9 | d 0'.9 | SD | 15'.4 | 15'.6 | 15'.9 | |

| Lat | Twilight Nautical | Twilight Civil | Sunrise | Moonrise 1 | Moonrise 2 | Moonrise 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N 72° | - | 02:37 | 04:05 | - | - | - |
| N 70° | - | 03:04 | 04:18 | - | - | - |
| 68° | 01:38 | 03:24 | 04:29 | - | - | - |
| 66° | 02:14 | 03:39 | 04:38 | - | - | - |
| 64° | 02:39 | 03:52 | 04:45 | 20:33 | 21:15 | 22:50 |
| 62° | 02:58 | 04:03 | 04:51 | 21:17 | 22:06 | 23:28 |
| 60° | 03:14 | 04:12 | 04:57 | 21:46 | 22:38 | 23:54 |
| N 58° | 03:26 | 04:19 | 05:01 | 22:08 | 23:01 | 24:15 |
| 56° | 03:37 | 04:26 | 05:06 | 22:27 | 23:20 | 24:32 |
| 54° | 03:46 | 04:32 | 05:09 | 22:42 | 23:36 | 24:47 |
| 52° | 03:54 | 04:38 | 05:13 | 22:55 | 23:50 | 25:00 |
| 50° | 04:01 | 04:42 | 05:16 | 23:07 | - | 00:02 |
| 45° | 04:16 | 04:52 | 05:23 | 23:32 | - | 00:27 |
| N 40° | 04:28 | 05:01 | 05:28 | 23:51 | - | 00:47 |
| 35° | 04:37 | 05:07 | 05:33 | - | 00:08 | 01:04 |
| 30° | 04:44 | 05:13 | 05:37 | - | 00:22 | 01:18 |
| 20° | 04:56 | 05:22 | 05:45 | - | 00:46 | 01:43 |
| N 10° | 05:05 | 05:29 | 05:51 | 00:14 | 01:07 | 02:04 |
| 0° | 05:11 | 05:36 | 05:56 | 00:32 | 01:26 | 02:24 |
| S 10° | 05:16 | 05:41 | 06:02 | 00:51 | 01:46 | 02:43 |
| 20° | 05:20 | 05:46 | 06:08 | 01:10 | 02:07 | 03:05 |
| 30° | 05:23 | 05:50 | 06:14 | 01:33 | 02:32 | 03:29 |
| 35° | 05:23 | 05:53 | 06:18 | 01:46 | 02:46 | 03:44 |
| 40° | 05:24 | 05:55 | 06:22 | 02:02 | 03:03 | 04:00 |
| 45° | 05:24 | 05:58 | 06:27 | 02:20 | 03:23 | 04:20 |
| S 50° | 05:23 | 06:00 | 06:33 | 02:43 | 03:48 | 04:45 |
| 52° | 05:23 | 06:02 | 06:35 | 02:54 | 04:00 | 04:57 |
| 54° | 05:22 | 06:03 | 06:38 | 03:07 | 04:14 | 05:11 |
| 56° | 05:21 | 06:04 | 06:41 | 03:21 | 04:30 | 05:27 |
| 58° | 05:20 | 06:05 | 06:45 | 03:38 | 04:50 | 05:46 |
| S 60° | 05:19 | 06:07 | 06:49 | 03:59 | 05:14 | 06:10 |
| S 62° | 05:17 | 06:09 | 06:53 | 04:26 | 05:46 | 06:41 |

| Lat | Sunset | Twilight Civil | Twilight Nautical | Moonset 1 | Moonset 2 | Moonset 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N 72° | 19:51 | 21:17 | - | - | - | - |
| N 70° | 19:38 | 20:52 | 23:20 | - | - | - |
| 68° | 19:28 | 20:32 | 22:14 | - | - | - |
| 66° | 19:20 | 20:17 | 21:40 | - | - | - |
| 64° | 19:13 | 20:05 | 21:16 | 17:47 | 19:03 | 19:30 |
| 62° | 19:07 | 19:55 | 20:58 | 17:04 | 18:12 | 18:52 |
| 60° | 19:01 | 19:46 | 20:43 | 16:35 | 17:40 | 18:25 |
| N 58° | 18:57 | 19:38 | 20:31 | 16:12 | 17:17 | 18:04 |
| 56° | 18:52 | 19:32 | 20:21 | 15:54 | 16:58 | 17:47 |
| 54° | 18:49 | 19:26 | 20:12 | 15:39 | 16:41 | 17:32 |
| 52° | 18:45 | 19:21 | 20:04 | 15:26 | 16:28 | 17:19 |
| 50° | 18:42 | 19:16 | 19:57 | 15:14 | 16:16 | 17:08 |
| 45° | 18:36 | 19:06 | 19:42 | 14:50 | 15:50 | 16:44 |
| N 40° | 18:30 | 18:58 | 19:31 | 14:31 | 15:30 | 16:25 |
| 35° | 18:26 | 18:51 | 19:22 | 14:15 | 15:14 | 16:09 |
| 30° | 18:22 | 18:46 | 19:15 | 14:01 | 14:59 | 15:55 |
| 20° | 18:15 | 18:37 | 19:03 | 13:37 | 14:35 | 15:31 |
| N 10° | 18:09 | 18:30 | 18:54 | 13:17 | 14:13 | 15:11 |
| 0° | 18:03 | 18:24 | 18:48 | 12:58 | 13:54 | 14:52 |
| S 10° | 17:58 | 18:19 | 18:43 | 12:39 | 13:34 | 14:32 |
| 20° | 17:52 | 18:14 | 18:40 | 12:18 | 13:12 | 14:12 |
| 30° | 17:45 | 18:09 | 18:37 | 11:55 | 12:48 | 13:47 |
| 35° | 17:42 | 18:07 | 18:37 | 11:41 | 12:33 | 13:33 |
| 40° | 17:38 | 18:05 | 18:36 | 11:25 | 12:16 | 13:17 |
| 45° | 17:33 | 18:02 | 18:36 | 11:06 | 11:56 | 12:57 |
| S 50° | 17:27 | 18:00 | 18:37 | 10:43 | 11:31 | 12:32 |
| 52° | 17:25 | 17:59 | 18:38 | 10:31 | 11:18 | 12:20 |
| 54° | 17:22 | 17:58 | 18:39 | 10:19 | 11:04 | 12:07 |
| 56° | 17:19 | 17:56 | 18:39 | 10:04 | 10:48 | 11:51 |
| 58° | 17:15 | 17:55 | 18:41 | 09:46 | 10:29 | 11:32 |
| S 60° | 17:12 | 17:54 | 18:42 | 09:25 | 10:05 | 11:09 |
| S 62° | 17:07 | 17:52 | 18:43 | 08:58 | 09:32 | 10:38 |

| | SUN | | | MOON | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Eqn. of Time | | Mer. | Mer. Pass. | | |
| Day | 00h | 12h | Pass. | Upper | Lower | Age/ Vis |
| 1 | 0 11 | 0 02 | 12:00 | 06:45 | 19:12 | 24d 36% |
| 2 | 0 08 | 0 17 | 12:00 | 07:40 | 20:09 | 25d 26% |
| 3 | 0 27 | 0 36 | 11:59 | 08:38 | 21:07 | 26d 17% |

Выдержки из альманаха правый разворот на 29,30,31августа 2002г

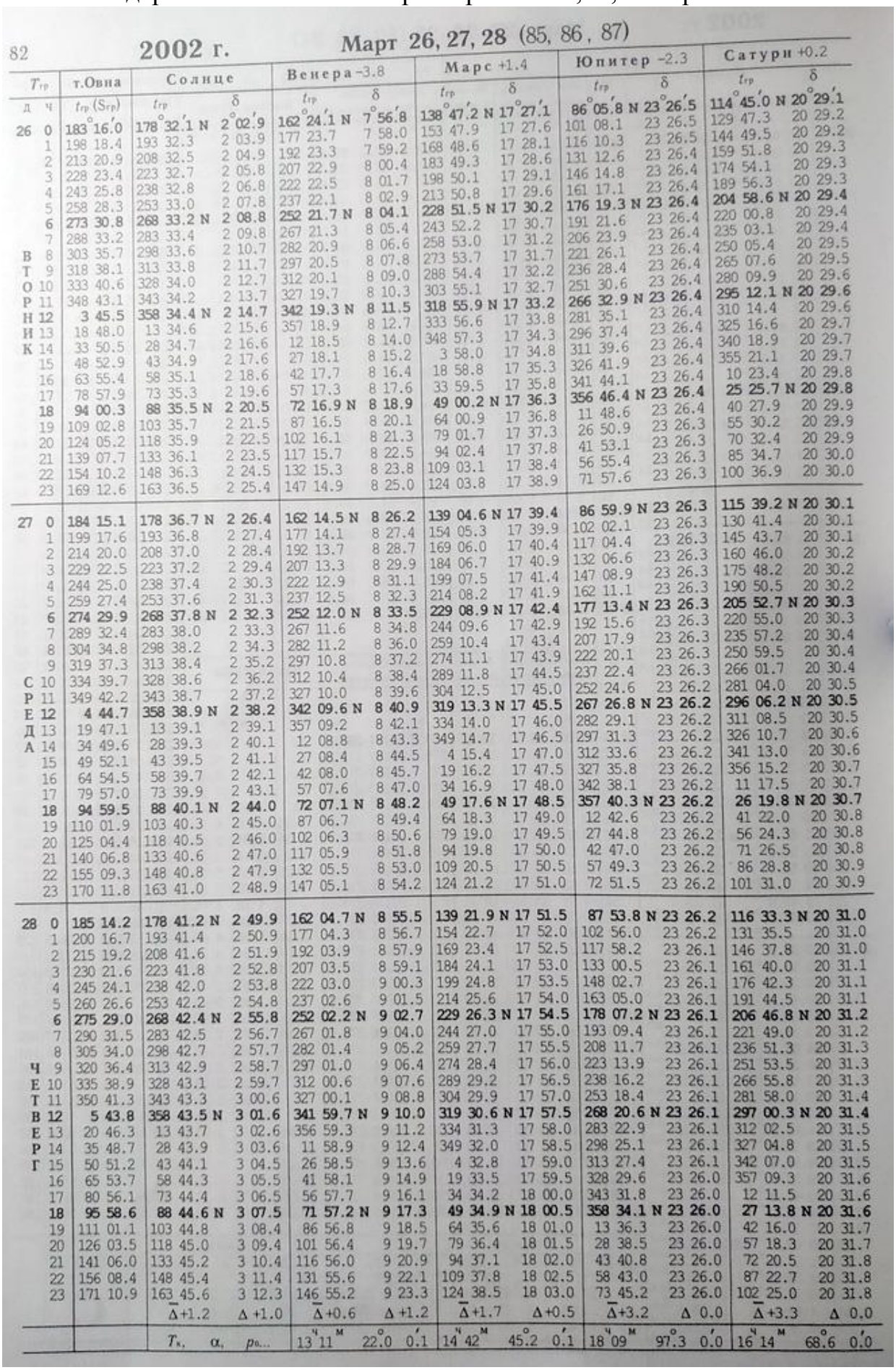
| SUN | | MOON | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GHA | Dec | GHA | v | Dec | d | HP |
| 179° 43'.5 | 9° 29'.8 N | 296° 32'.2 | 15'.0 | 12° 56'.1 N | 11'.1 | 54'.4 |
| 194° 43'.6 | 28'.9 | 311° 06'.2 | 15'.0 | 13° 07'.2 N | 11'.1 | |
| 209° 43'.8 | 28'.0 | 325° 40'.2 | 15'.0 | 18'.3 | 11'.0 | |
| 224° 44'.0 | 27'.1 | 340° 14'.2 | 14'.9 | 29'.3 | 11'.0 | 54'.5 |
| 239° 44'.2 | 26'.2 | 354° 48'.1 | 14'.8 | 40'.3 | 10'.9 | |
| 254° 44'.4 | 25'.4 | 9° 21'.9 | 14'.8 | 51'.2 | 10'.8 | |
| 269° 44'.6 | 24'.5 | 23° 55'.7 | 14'.7 | 14° 02'.0 N | 10'.8 | |
| 284° 44'.8 | 23'.6 | 38° 29'.4 | 14'.6 | 12'.8 | 10'.8 | |
| 299° 45'.0 | 22'.7 | 53° 03'.0 | 14'.6 | 23'.6 | 10'.7 | |
| 314° 45'.1 | 21'.8 | 67° 36'.6 | 14'.5 | 34'.3 | 10'.7 | |
| 329° 45'.3 | 20'.9 | 82° 10'.1 | 14'.5 | 45'.0 | 10'.6 | 54'.6 |
| 344° 45'.5 | 20'.0 | 96° 43'.6 | 14'.4 | 55'.6 | 10'.5 | |
| 359° 45'.7 | 9° 19'.1 N | 111° 17'.0 | 14'.3 | 15° 06'.1 N | 10'.5 | 54'.6 |
| 14° 45'.9 | 18'.2 | 125° 50'.3 | 14'.3 | 16'.6 | 10'.4 | |
| 29° 46'.1 | 17'.4 | 140° 23'.6 | 14'.2 | 27'.0 | 10'.4 | |
| 44° 46'.3 | 16'.5 | 154° 56'.8 | 14'.1 | 37'.4 | 10'.3 | |
| 59° 46'.5 | 15'.6 | 169° 29'.9 | 14'.1 | 47'.7 | 10'.3 | 54'.7 |
| 74° 46'.6 | 14'.7 | 184° 03'.0 | 14'.0 | 58'.0 | 10'.1 | |
| 89° 46'.8 | 13'.8 | 198° 36'.0 | 13'.9 | 16° 08'.1 N | 10'.2 | |
| 104° 47'.0 | 12'.9 | 213° 08'.9 | 13'.9 | 18'.3 | 10'.1 | |
| 119° 47'.2 | 12'.0 | 227° 41'.8 | 13'.8 | 28'.4 | 10'.0 | |
| 134° 47'.4 | 11'.1 | 242° 14'.6 | 13'.7 | 38'.4 | 9'.9 | 54'.8 |
| 149° 47'.6 | 10'.2 | 256° 47'.3 | 13'.6 | 48'.3 | 9'.9 | |
| 164° 47'.8 | 09'.3 | 271° 19'.9 | 13'.6 | 58'.2 | 9'.8 | |
| 179° 48'.0 | 9° 08'.4 N | 285° 52'.5 | 13'.5 | 17° 08'.0 N | 9'.8 | 54'.8 |
| 194° 48'.2 | 07'.6 | 300° 25'.0 | 13'.4 | 17'.8 | 9'.6 | |
| 209° 48'.4 | 06'.7 | 314° 57'.4 | 13'.4 | 27'.4 | 9'.6 | 54'.9 |
| 224° 48'.5 | 05'.8 | 329° 29'.8 | 13'.2 | 37'.0 | 9'.6 | |
| 239° 48'.7 | 04'.9 | 344° 02'.0 | 13'.2 | 46'.6 | 9'.5 | |
| 254° 48'.9 | 04'.0 | 358° 34'.2 | 13'.2 | 56'.1 | 9'.4 | |
| 269° 49'.1 | 03'.1 | 13° 06'.4 | 13'.0 | 18° 05'.5 N | 9'.3 | |
| 284° 49'.3 | 02'.2 | 27° 38'.4 | 13'.0 | 14'.8 | 9'.3 | 55'.0 |
| 299° 49'.5 | 01'.3 | 42° 10'.4 | 12'.8 | 24'.1 | 9'.1 | |
| 314° 49'.7 | 00'.4 | 56° 42'.2 | 12'.8 | 33'.2 | 9'.2 | |
| 329° 49'.9 | 8° 59'.5 N | 71° 14'.0 | 12'.8 | 42'.4 | 9'.0 | |
| 344° 50'.1 | 58'.6 | 85° 45'.8 | 12'.6 | 51'.4 | 8'.9 | 55'.1 |
| 359° 50'.3 | 8° 57'.7 N | 100° 17'.4 | 12'.6 | 19° 00'.3 N | 8'.9 | 55'.1 |
| 14° 50'.5 | 56'.8 | 114° 49'.0 | 12'.5 | 09'.2 | 8'.8 | |
| 29° 50'.6 | 55'.9 | 129° 20'.5 | 12'.4 | 18'.0 | 8'.7 | |
| 44° 50'.8 | 55'.0 | 143° 51'.9 | 12'.3 | 26'.7 | 8'.7 | 55'.2 |
| 59° 51'.0 | 54'.1 | 158° 23'.2 | 12'.2 | 35'.4 | 8'.5 | |
| 74° 51'.2 | 53'.2 | 172° 54'.4 | 12'.1 | 43'.9 | 8'.5 | |
| 89° 51'.4 | 52'.3 | 187° 25'.5 | 12'.1 | 52'.4 | 8'.4 | |
| 104° 51'.6 | 51'.4 | 201° 56'.6 | 12'.0 | 20° 00'.8 N | 8'.3 | 55'.3 |
| 119° 51'.8 | 50'.5 | 216° 27'.6 | 11'.9 | 09'.1 | 8'.2 | |
| 134° 52'.0 | 49'.7 | 230° 58'.5 | 11'.8 | 17'.3 | 8'.2 | |
| 149° 52'.2 | 48'.8 | 245° 29'.3 | 11'.7 | 25'.5 | 8'.0 | |
| 164° 52'.4 | 47'.9 | 260° 00'.0 | 11'.7 | 33'.5 | 8'.0 | 55'.4 |
| 179° 52'.6 | 8° 47'.0 N | 274° 30'.7 | 11'.5 | 20° 41'.5 N | 7'.9 | 55'.4 |
| 194° 52'.8 | 46'.1 | 289° 01'.2 | 11'.5 | 49'.4 | 7'.7 | |
| 209° 53'.0 | 45'.2 | 303° 31'.7 | 11'.4 | 57'.1 | 7'.7 | |
| 224° 53'.1 | 44'.3 | 318° 02'.1 | 11'.3 | 21° 04'.8 N | 7'.6 | 55'.5 |
| 239° 53'.3 | 43'.4 | 332° 32'.4 | 11'.2 | 12'.4 | 7'.5 | |
| 254° 53'.5 | 42'.5 | 347° 02'.6 | 11'.1 | 19'.9 | 7'.4 | |
| 269° 53'.7 | 41'.6 | 1° 32'.7 | 11'.0 | 27'.3 | 7'.3 | 55'.6 |
| 284° 53'.9 | 40'.7 | 16° 02'.7 | 10'.9 | 34'.6 | 7'.2 | |
| 299° 54'.1 | 39'.8 | 30° 32'.6 | 10'.9 | 41'.8 | 7'.1 | |
| 314° 54'.3 | 38'.9 | 45° 02'.5 | 10'.8 | 48'.9 | 7'.0 | |
| 329° 54'.5 | 38'.0 | 59° 32'.3 | 10'.6 | 55'.9 | 7'.0 | 55'.7 |
| 344° 54'.7 | 37'.1 | 74° 01'.9 | 10'.6 | 22° 02'.9 N | 6'.8 | |
| 359° 54'.9 | 8° 36'.2 N | 88° 31'.5 | 10'.5 | 22° 09'.7 N | 6'.7 | 55'.7 |
| 14° 55'.1 | 35'.3 | 103° 01'.0 | 10'.4 | 16'.4 | 6'.6 | 55'.8 |
| 29° 55'.3 | 34'.4 | 117° 30'.4 | 10'.4 | 23'.0 | 6'.5 | |
| 44° 55'.5 | 33'.5 | 131° 59'.8 | 10'.2 | 29'.5 | 6'.4 | |
| 59° 55'.7 | 32'.5 | 146° 29'.0 | 10'.1 | 35'.9 | 6'.2 | 55'.9 |
| 74° 55'.9 | 31'.6 | 160° 58'.1 | 10'.1 | 42'.1 | 6'.2 | |
| 89° 56'.1 | 30'.7 | 175° 27'.2 | 10'.0 | 48'.3 | 6'.1 | |
| 104° 56'.3 | 29'.8 | 189° 56'.2 | 9'.8 | 54'.4 | 5'.9 | |
| 119° 56'.5 | 28'.9 | 204° 25'.0 | 9'.8 | 23° 00'.3 N | 5'.9 | 56'.0 |
| 134° 56'.7 | 28'.0 | 218° 53'.8 | 9'.7 | 06'.2 | 5'.7 | |
| 149° 56'.8 | 27'.1 | 233° 22'.5 | 9'.6 | 11'.9 | 5'.6 | |
| 164° 57'.0 | 26'.2 | 247° 51'.1 | 9'.6 | 17'.5 | 5'.5 | 56'.1 |
| SD 15'.8 | d 0'.9 | SD | 14'.9 | 15'.0 | 15'.2 | |

| Lat | Twilight Nautical | Twilight Civil | Sunrise | Moonrise 29 | Moonrise 30 | Moonrise 31 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N 72° | - | 02:14 | 03:50 | 18:35 | - | - |
| N 70° | - | 02:47 | 04:05 | 19:15 | 18:06 | - |
| 68° | 01:06 | 03:10 | 04:18 | 19:43 | 19:17 | - |
| 66° | 01:55 | 03:28 | 04:28 | 20:04 | 19:54 | 19:37 |
| 64° | 02:25 | 03:42 | 04:36 | 20:21 | 20:20 | 20:23 |
| 62° | 02:47 | 03:54 | 04:43 | 20:35 | 20:41 | 20:53 |
| 60° | 03:04 | 04:04 | 04:49 | 20:47 | 20:58 | 21:16 |
| N 58° | 03:18 | 04:12 | 04:55 | 20:58 | 21:12 | 21:34 |
| 56° | 03:29 | 04:20 | 05:00 | 21:07 | 21:24 | 21:50 |
| 54° | 03:39 | 04:26 | 05:04 | 21:15 | 21:35 | 22:03 |
| 52° | 03:48 | 04:32 | 05:08 | 21:22 | 21:45 | 22:15 |
| 50° | 03:56 | 04:38 | 05:12 | 21:29 | 21:53 | 22:25 |
| 45° | 04:12 | 04:49 | 05:19 | 21:43 | 22:12 | 22:47 |
| N 40° | 04:24 | 04:58 | 05:26 | 21:55 | 22:26 | 23:05 |
| 35° | 04:34 | 05:05 | 05:31 | 22:05 | 22:39 | 23:20 |
| 30° | 04:42 | 05:11 | 05:36 | 22:13 | 22:50 | 23:33 |
| 20° | 04:55 | 05:21 | 05:44 | 22:29 | 23:09 | 23:55 |
| N 10° | 05:05 | 05:30 | 05:51 | 22:42 | 23:26 | 24:14 |
| 0° | 05:12 | 05:36 | 05:57 | 22:55 | 23:42 | 24:32 |
| S 10° | 05:18 | 05:43 | 06:04 | 23:08 | 23:58 | 24:51 |
| 20° | 05:23 | 05:48 | 06:10 | 23:21 | - | 00:15 |
| 30° | 05:26 | 05:54 | 06:18 | 23:37 | - | 00:34 |
| 35° | 05:27 | 05:57 | 06:22 | 23:46 | - | 00:46 |
| 40° | 05:28 | 06:00 | 06:27 | 23:57 | - | 00:59 |
| 45° | 05:29 | 06:03 | 06:33 | - | 00:09 | 01:15 |
| S 50° | 05:29 | 06:06 | 06:39 | - | 00:25 | 01:34 |
| 52° | 05:29 | 06:08 | 06:42 | - | 00:32 | 01:43 |
| 54° | 05:29 | 06:10 | 06:45 | - | 00:40 | 01:54 |
| 56° | 05:29 | 06:11 | 06:49 | - | 00:49 | 02:06 |
| 58° | 05:28 | 06:13 | 06:53 | - | 00:59 | 02:19 |
| S 60° | 05:27 | 06:15 | 06:58 | - | 01:10 | 02:35 |
| S 62° | 05:27 | 06:18 | 07:03 | - | 01:24 | 02:55 |

| Lat | Sunset | Twilight Civil | Twilight Nautical | Moonset 29 | Moonset 30 | Moonset 31 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N 72° | 20:08 | 21:41 | - | 14:32 | - | - |
| N 70° | 19:53 | 21:10 | - | 13:54 | 16:39 | - |
| 68° | 19:41 | 20:48 | 22:44 | 13:27 | 15:28 | - |
| 66° | 19:31 | 20:31 | 22:00 | 13:07 | 14:52 | 16:52 |
| 64° | 19:23 | 20:17 | 21:32 | 12:51 | 14:26 | 16:07 |
| 62° | 19:16 | 20:05 | 21:12 | 12:38 | 14:07 | 15:37 |
| 60° | 19:10 | 19:56 | 20:55 | 12:27 | 13:50 | 15:15 |
| N 58° | 19:05 | 19:47 | 20:41 | 12:17 | 13:37 | 14:57 |
| 56° | 19:00 | 19:40 | 20:30 | 12:09 | 13:25 | 14:41 |
| 54° | 18:56 | 19:33 | 20:20 | 12:01 | 13:15 | 14:28 |
| 52° | 18:52 | 19:28 | 20:12 | 11:55 | 13:06 | 14:17 |
| 50° | 18:49 | 19:23 | 20:04 | 11:49 | 12:58 | 14:07 |
| 45° | 18:41 | 19:12 | 19:48 | 11:36 | 12:41 | 13:46 |
| N 40° | 18:35 | 19:03 | 19:36 | 11:25 | 12:27 | 13:29 |
| 35° | 18:30 | 18:56 | 19:26 | 11:16 | 12:15 | 13:15 |
| 30° | 18:25 | 18:50 | 19:18 | 11:08 | 12:04 | 13:02 |
| 20° | 18:17 | 18:40 | 19:06 | 10:55 | 11:47 | 12:41 |
| N 10° | 18:10 | 18:32 | 18:56 | 10:43 | 11:31 | 12:23 |
| 0° | 18:04 | 18:25 | 18:49 | 10:32 | 11:17 | 12:06 |
| S 10° | 17:58 | 18:19 | 18:43 | 10:21 | 11:03 | 11:49 |
| 20° | 17:51 | 18:13 | 18:39 | 10:09 | 10:48 | 11:30 |
| 30° | 17:44 | 18:08 | 18:36 | 09:56 | 10:30 | 11:09 |
| 35° | 17:40 | 18:05 | 18:35 | 09:48 | 10:20 | 10:57 |
| 40° | 17:35 | 18:02 | 18:34 | 09:39 | 10:09 | 10:43 |
| 45° | 17:29 | 17:59 | 18:33 | 09:29 | 09:55 | 10:27 |
| S 50° | 17:23 | 17:56 | 18:33 | 09:17 | 09:39 | 10:06 |
| 52° | 17:20 | 17:54 | 18:33 | 09:11 | 09:31 | 09:57 |
| 54° | 17:17 | 17:53 | 18:34 | 09:05 | 09:23 | 09:46 |
| 56° | 17:13 | 17:51 | 18:34 | 08:58 | 09:13 | 09:34 |
| 58° | 17:09 | 17:49 | 18:35 | 08:50 | 09:02 | 09:20 |
| S 60° | 17:05 | 17:47 | 18:35 | 08:42 | 08:50 | 09:03 |
| S 62° | 17:00 | 17:45 | 18:36 | 08:31 | 08:35 | 08:43 |

| | SUN | | | MOON | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Eqn. of Time | | Mer. | Mer. Pass. | | |
| Day | 00h | 12h | Pass. | Upper | Lower | Age/ Vis |
| 29 | 1 07 | 0 58 | 12:01 | 04:21 | 16:43 | 21d 65% |
| 30 | 0 48 | 0 39 | 12:01 | 05:06 | 17:29 | 22d 56% |
| 31 | 0 30 | 0 21 | 12:00 | 05:54 | 18:19 | 23d 46% |

Выдержки из МАЕ левый разворот на 26,27,28 марта 2002г



82 **2002 г.** **Март 26, 27, 28** (85, 86, 87)

| | $T_{гр}$ | т.Овна | Солнце | | Венера −3.8 | | Марс +1.4 | | Юпитер −2.3 | | Сатурн +0.2 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $t_{гр}$ ($S_{гр}$) | $t_{гр}$ | δ | $t_{гр}$ | δ | $t_{гр}$ | δ | $t_{гр}$ | δ | $t_{гр}$ | δ |
| Д | Ч | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ | ° ′ |
| 26 | 0 | 183 16.0 | 178 32.1 N | 2 02.9 | 162 24.1 N | 7 56.8 | 138 47.2 N | 17 27.1 | 86 05.8 N | 23 26.5 | 114 45.0 N | 20 29.1 |
| | 1 | 198 18.4 | 193 32.3 | 2 03.9 | 177 23.7 | 7 58.0 | 153 47.9 | 17 27.6 | 101 08.1 | 23 26.5 | 129 47.3 | 20 29.2 |
| | 2 | 213 20.9 | 208 32.5 | 2 04.9 | 192 23.3 | 7 59.2 | 168 48.6 | 17 28.1 | 116 10.3 | 23 26.5 | 144 49.5 | 20 29.2 |
| | 3 | 228 23.4 | 223 32.7 | 2 05.8 | 207 22.9 | 8 00.4 | 183 49.3 | 17 28.6 | 131 12.6 | 23 26.4 | 159 51.8 | 20 29.3 |
| | 4 | 243 25.8 | 238 32.8 | 2 06.8 | 222 22.5 | 8 01.7 | 198 50.1 | 17 29.1 | 146 14.8 | 23 26.4 | 174 54.1 | 20 29.3 |
| | 5 | 258 28.3 | 253 33.0 | 2 07.8 | 237 22.1 | 8 02.9 | 213 50.8 | 17 29.6 | 161 17.1 | 23 26.4 | 189 56.3 | 20 29.3 |
| | 6 | 273 30.8 | 268 33.2 N | 2 08.8 | 252 21.7 N | 8 04.1 | 228 51.5 N | 17 30.2 | 176 19.3 N | 23 26.4 | 204 58.6 N | 20 29.4 |
| | 7 | 288 33.2 | 283 33.4 | 2 09.8 | 267 21.3 | 8 05.4 | 243 52.2 | 17 30.7 | 191 21.6 | 23 26.4 | 220 00.8 | 20 29.4 |
| В | 8 | 303 35.7 | 298 33.6 | 2 10.7 | 282 20.9 | 8 06.6 | 258 53.0 | 17 31.2 | 206 23.9 | 23 26.4 | 235 03.1 | 20 29.4 |
| Т | 9 | 318 38.1 | 313 33.8 | 2 11.7 | 297 20.5 | 8 07.8 | 273 53.7 | 17 31.7 | 221 26.1 | 23 26.4 | 250 05.4 | 20 29.5 |
| О | 10 | 333 40.6 | 328 34.0 | 2 12.7 | 312 20.1 | 8 09.0 | 288 54.4 | 17 32.2 | 236 28.4 | 23 26.4 | 265 07.6 | 20 29.5 |
| Р | 11 | 348 43.1 | 343 34.2 | 2 13.7 | 327 19.7 | 8 10.3 | 303 55.1 | 17 32.7 | 251 30.6 | 23 26.4 | 280 09.9 | 20 29.6 |
| Н | 12 | 3 45.5 | 358 34.4 N | 2 14.7 | 342 19.3 N | 8 11.5 | 318 55.9 N | 17 33.2 | 266 32.9 N | 23 26.4 | 295 12.1 N | 20 29.6 |
| И | 13 | 18 48.0 | 13 34.6 | 2 15.6 | 357 18.9 | 8 12.7 | 333 56.6 | 17 33.8 | 281 35.1 | 23 26.4 | 310 14.4 | 20 29.6 |
| К | 14 | 33 50.5 | 28 34.7 | 2 16.6 | 12 18.5 | 8 14.0 | 348 57.3 | 17 34.3 | 296 37.4 | 23 26.4 | 325 16.6 | 20 29.7 |
| | 15 | 48 52.9 | 43 34.9 | 2 17.6 | 27 18.1 | 8 15.2 | 3 58.0 | 17 34.8 | 311 39.6 | 23 26.4 | 340 18.9 | 20 29.7 |
| | 16 | 63 55.4 | 58 35.1 | 2 18.6 | 42 17.7 | 8 16.4 | 18 58.8 | 17 35.3 | 326 41.9 | 23 26.4 | 355 21.1 | 20 29.7 |
| | 17 | 78 57.9 | 73 35.3 | 2 19.6 | 57 17.3 | 8 17.6 | 33 59.5 | 17 35.8 | 341 44.1 | 23 26.4 | 10 23.4 | 20 29.8 |
| | 18 | 94 00.3 | 88 35.5 N | 2 20.5 | 72 16.9 N | 8 18.9 | 49 00.2 N | 17 36.3 | 356 46.4 N | 23 26.4 | 25 25.7 N | 20 29.8 |
| | 19 | 109 02.8 | 103 35.7 | 2 21.5 | 87 16.5 | 8 20.1 | 64 00.9 | 17 36.8 | 11 48.6 | 23 26.4 | 40 27.9 | 20 29.9 |
| | 20 | 124 05.2 | 118 35.9 | 2 22.5 | 102 16.1 | 8 21.3 | 79 01.7 | 17 37.3 | 26 50.9 | 23 26.3 | 55 30.2 | 20 29.9 |
| | 21 | 139 07.7 | 133 36.1 | 2 23.5 | 117 15.7 | 8 22.5 | 94 02.4 | 17 37.8 | 41 53.1 | 23 26.3 | 70 32.4 | 20 29.9 |
| | 22 | 154 10.2 | 148 36.3 | 2 24.5 | 132 15.3 | 8 23.8 | 109 03.1 | 17 38.4 | 56 55.4 | 23 26.3 | 85 34.7 | 20 30.0 |
| | 23 | 169 12.6 | 163 36.5 | 2 25.4 | 147 14.9 | 8 25.0 | 124 03.8 | 17 38.9 | 71 57.6 | 23 26.3 | 100 36.9 | 20 30.0 |
| 27 | 0 | 184 15.1 | 178 36.7 N | 2 26.4 | 162 14.5 N | 8 26.2 | 139 04.6 N | 17 39.4 | 86 59.9 N | 23 26.3 | 115 39.2 N | 20 30.1 |
| | 1 | 199 17.6 | 193 36.8 | 2 27.4 | 177 14.1 | 8 27.4 | 154 05.3 | 17 39.9 | 102 02.1 | 23 26.3 | 130 41.4 | 20 30.1 |
| | 2 | 214 20.0 | 208 37.0 | 2 28.4 | 192 13.7 | 8 28.7 | 169 06.0 | 17 40.4 | 117 04.4 | 23 26.3 | 145 43.7 | 20 30.1 |
| | 3 | 229 22.5 | 223 37.2 | 2 29.4 | 207 13.3 | 8 29.9 | 184 06.7 | 17 40.9 | 132 06.6 | 23 26.3 | 160 46.0 | 20 30.2 |
| | 4 | 244 25.0 | 238 37.4 | 2 30.3 | 222 12.9 | 8 31.1 | 199 07.5 | 17 41.4 | 147 08.9 | 23 26.3 | 175 48.2 | 20 30.2 |
| | 5 | 259 27.4 | 253 37.6 | 2 31.3 | 237 12.5 | 8 32.3 | 214 08.2 | 17 41.9 | 162 11.1 | 23 26.3 | 190 50.5 | 20 30.2 |
| | 6 | 274 29.9 | 268 37.8 N | 2 32.3 | 252 12.0 N | 8 33.5 | 229 08.9 N | 17 42.4 | 177 13.4 N | 23 26.3 | 205 52.7 N | 20 30.3 |
| | 7 | 289 32.4 | 283 38.0 | 2 33.3 | 267 11.6 | 8 34.8 | 244 09.6 | 17 42.9 | 192 15.6 | 23 26.3 | 220 55.0 | 20 30.3 |
| | 8 | 304 34.8 | 298 38.2 | 2 34.3 | 282 11.2 | 8 36.0 | 259 10.4 | 17 43.4 | 207 17.9 | 23 26.3 | 235 57.2 | 20 30.4 |
| | 9 | 319 37.3 | 313 38.4 | 2 35.2 | 297 10.8 | 8 37.2 | 274 11.1 | 17 43.9 | 222 20.1 | 23 26.3 | 250 59.5 | 20 30.4 |
| С | 10 | 334 39.7 | 328 38.6 | 2 36.2 | 312 10.4 | 8 38.4 | 289 11.8 | 17 44.5 | 237 22.4 | 23 26.3 | 266 01.7 | 20 30.4 |
| Р | 11 | 349 42.2 | 343 38.7 | 2 37.2 | 327 10.0 | 8 39.6 | 304 12.5 | 17 45.0 | 252 24.6 | 23 26.2 | 281 04.0 | 20 30.5 |
| Е | 12 | 4 44.7 | 358 38.9 N | 2 38.2 | 342 09.6 N | 8 40.9 | 319 13.3 N | 17 45.5 | 267 26.8 N | 23 26.2 | 296 06.2 N | 20 30.5 |
| Д | 13 | 19 47.1 | 13 39.1 | 2 39.1 | 357 09.2 | 8 42.1 | 334 14.0 | 17 46.0 | 282 29.1 | 23 26.2 | 311 08.5 | 20 30.5 |
| А | 14 | 34 49.6 | 28 39.3 | 2 40.1 | 12 08.8 | 8 43.3 | 349 14.7 | 17 46.5 | 297 31.3 | 23 26.2 | 326 10.7 | 20 30.6 |
| | 15 | 49 52.1 | 43 39.5 | 2 41.1 | 27 08.4 | 8 44.5 | 4 15.4 | 17 47.0 | 312 33.6 | 23 26.2 | 341 13.0 | 20 30.6 |
| | 16 | 64 54.5 | 58 39.7 | 2 42.1 | 42 08.0 | 8 45.7 | 19 16.2 | 17 47.5 | 327 35.8 | 23 26.2 | 356 15.2 | 20 30.7 |
| | 17 | 79 57.0 | 73 39.9 | 2 43.1 | 57 07.6 | 8 47.0 | 34 16.9 | 17 48.0 | 342 38.1 | 23 26.2 | 11 17.5 | 20 30.7 |
| | 18 | 94 59.5 | 88 40.1 N | 2 44.0 | 72 07.1 N | 8 48.2 | 49 17.6 N | 17 48.5 | 357 40.3 N | 23 26.2 | 26 19.8 N | 20 30.7 |
| | 19 | 110 01.9 | 103 40.3 | 2 45.0 | 87 06.7 | 8 49.4 | 64 18.3 | 17 49.0 | 12 42.6 | 23 26.2 | 41 22.0 | 20 30.8 |
| | 20 | 125 04.4 | 118 40.5 | 2 46.0 | 102 06.3 | 8 50.6 | 79 19.0 | 17 49.5 | 27 44.8 | 23 26.2 | 56 24.3 | 20 30.8 |
| | 21 | 140 06.8 | 133 40.6 | 2 47.0 | 117 05.9 | 8 51.8 | 94 19.8 | 17 50.0 | 42 47.0 | 23 26.2 | 71 26.5 | 20 30.8 |
| | 22 | 155 09.3 | 148 40.8 | 2 47.9 | 132 05.5 | 8 53.0 | 109 20.5 | 17 50.5 | 57 49.3 | 23 26.2 | 86 28.8 | 20 30.9 |
| | 23 | 170 11.8 | 163 41.0 | 2 48.9 | 147 05.1 | 8 54.2 | 124 21.2 | 17 51.0 | 72 51.5 | 23 26.2 | 101 31.0 | 20 30.9 |
| 28 | 0 | 185 14.2 | 178 41.2 N | 2 49.9 | 162 04.7 N | 8 55.5 | 139 21.9 N | 17 51.5 | 87 53.8 N | 23 26.2 | 116 33.3 N | 20 31.0 |
| | 1 | 200 16.7 | 193 41.4 | 2 50.9 | 177 04.3 | 8 56.7 | 154 22.7 | 17 52.0 | 102 56.0 | 23 26.2 | 131 35.5 | 20 31.0 |
| | 2 | 215 19.2 | 208 41.6 | 2 51.9 | 192 03.9 | 8 57.9 | 169 23.4 | 17 52.5 | 117 58.2 | 23 26.1 | 146 37.8 | 20 31.0 |
| | 3 | 230 21.6 | 223 41.8 | 2 52.8 | 207 03.5 | 8 59.1 | 184 24.1 | 17 53.0 | 133 00.5 | 23 26.1 | 161 40.0 | 20 31.1 |
| | 4 | 245 24.1 | 238 42.0 | 2 53.8 | 222 03.0 | 9 00.3 | 199 24.8 | 17 53.5 | 148 02.7 | 23 26.1 | 176 42.3 | 20 31.1 |
| | 5 | 260 26.6 | 253 42.2 | 2 54.8 | 237 02.6 | 9 01.5 | 214 25.6 | 17 54.0 | 163 05.0 | 23 26.1 | 191 44.5 | 20 31.1 |
| | 6 | 275 29.0 | 268 42.4 N | 2 55.8 | 252 02.2 N | 9 02.7 | 229 26.3 N | 17 54.5 | 178 07.2 N | 23 26.1 | 206 46.8 N | 20 31.2 |
| | 7 | 290 31.5 | 283 42.5 | 2 56.7 | 267 01.8 | 9 04.0 | 244 27.0 | 17 55.0 | 193 09.4 | 23 26.1 | 221 49.0 | 20 31.2 |
| | 8 | 305 34.0 | 298 42.7 | 2 57.7 | 282 01.4 | 9 05.2 | 259 27.7 | 17 55.5 | 208 11.7 | 23 26.1 | 236 51.3 | 20 31.3 |
| Ч | 9 | 320 36.4 | 313 42.9 | 2 58.7 | 297 01.0 | 9 06.4 | 274 28.4 | 17 56.0 | 223 13.9 | 23 26.1 | 251 53.5 | 20 31.3 |
| Е | 10 | 335 38.9 | 328 43.1 | 2 59.7 | 312 00.6 | 9 07.6 | 289 29.2 | 17 56.5 | 238 16.2 | 23 26.1 | 266 55.8 | 20 31.3 |
| Т | 11 | 350 41.3 | 343 43.3 | 3 00.6 | 327 00.1 | 9 08.8 | 304 29.9 | 17 57.0 | 253 18.4 | 23 26.1 | 281 58.0 | 20 31.4 |
| В | 12 | 5 43.8 | 358 43.5 N | 3 01.6 | 341 59.7 N | 9 10.0 | 319 30.6 N | 17 57.5 | 268 20.6 N | 23 26.1 | 297 00.3 N | 20 31.4 |
| Е | 13 | 20 46.3 | 13 43.7 | 3 02.6 | 356 59.3 | 9 11.2 | 334 31.3 | 17 58.0 | 283 22.9 | 23 26.1 | 312 02.5 | 20 31.5 |
| Р | 14 | 35 48.7 | 28 43.9 | 3 03.6 | 11 58.9 | 9 12.4 | 349 32.0 | 17 58.5 | 298 25.1 | 23 26.1 | 327 04.8 | 20 31.5 |
| Г | 15 | 50 51.2 | 43 44.1 | 3 04.5 | 26 58.5 | 9 13.6 | 4 32.8 | 17 59.0 | 313 27.4 | 23 26.1 | 342 07.0 | 20 31.5 |
| | 16 | 65 53.7 | 58 44.3 | 3 05.5 | 41 58.1 | 9 14.9 | 19 33.5 | 17 59.5 | 328 29.6 | 23 26.0 | 357 09.3 | 20 31.6 |
| | 17 | 80 56.1 | 73 44.4 | 3 06.5 | 56 57.7 | 9 16.1 | 34 34.2 | 18 00.0 | 343 31.8 | 23 26.0 | 12 11.5 | 20 31.6 |
| | 18 | 95 58.6 | 88 44.6 N | 3 07.5 | 71 57.2 N | 9 17.3 | 49 34.9 N | 18 00.5 | 358 34.1 N | 23 26.0 | 27 13.8 N | 20 31.6 |
| | 19 | 111 01.1 | 103 44.8 | 3 08.4 | 86 56.8 | 9 18.5 | 64 35.6 | 18 01.0 | 13 36.3 | 23 26.0 | 42 16.0 | 20 31.7 |
| | 20 | 126 03.5 | 118 45.0 | 3 09.4 | 101 56.4 | 9 19.7 | 79 36.4 | 18 01.5 | 28 38.5 | 23 26.0 | 57 18.3 | 20 31.7 |
| | 21 | 141 06.0 | 133 45.2 | 3 10.4 | 116 56.0 | 9 20.9 | 94 37.1 | 18 02.0 | 43 40.8 | 23 26.0 | 72 20.5 | 20 31.8 |
| | 22 | 156 08.4 | 148 45.4 | 3 11.4 | 131 55.6 | 9 22.1 | 109 37.8 | 18 02.5 | 58 43.0 | 23 26.0 | 87 22.7 | 20 31.8 |
| | 23 | 171 10.9 | 163 45.6 | 3 12.3 | 146 55.2 | 9 23.3 | 124 38.5 | 18 03.0 | 73 45.2 | 23 26.0 | 102 25.0 | 20 31.8 |
| | | | Δ +1.2 | Δ +1.0 | Δ +0.6 | Δ +1.2 | Δ +1.7 | Δ +0.5 | Δ +3.2 | Δ 0.0 | Δ +3.3 | Δ 0.0 |
| | | | $T_к$, α, $p_{0...}$ | | ч м ° ′ | | ч м ° ′ | | ч м ° ′ | | ч м ° ′ | |
| | | | | | 13 11 22.0 0.1 | | 14 42 45.2 0.1 | | 18 09 97.3 0.0 | | 16 14 68.6 0.0 | |