**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**
**высшего образования**
**"Волжский государственный университет водного транспорта"**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ.
ОЦЕНОЧНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

| | |
|---|---|
| Наименование основной образовательной программы | Судовождение на морских и внутренних водных путях |
| Наименование дисциплины | Б.1.В.Д12 Мореходная астрономия |
| Направление подготовки/ специальность | 26.05.05 Судовождение |
| Профиль/специализация | Судовождение на морских и внутренних водных путях; |
| Кафедра | Кафедра судовождения и безопасности судоходства |
| Факультет | Судовождения |

г. Нижний Новгород
2020

Фонд оценочных средств составлен в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по специальности:
ФГОС 26.05.05 Судовождение от 15.03.2018 № 191

Автор(ы) программы П.Н. Токарев

ФОС одобрен на заседании кафедры,
протокол № 8 от 18 июня 2020 г.
Заведующий кафедрой / М.Ю. Чурин
*подпись* *(Ф.И.О.)*

18 июня 2020 г.

**1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ, ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ**

| № п/п | Шифр компетенции | Показатель | Индикатор | Шкала оценивания (индикаторы) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ПК-1. | Способен планировать и осуществлять переход, определять местоположение судна | Умеет использовать небесные тела для определения местоположения судна (ПК-1.1.) | «Отлично» отличное исполнение с незначительным количеством ошибок. «Хорошо» в целом правильное выполнение с определенным количеством незначительных ошибок. «Удовлетворительно» удовлетворяет минимальным требованиям к формированию компетенции. «Неудовлетворительно» не удовлетворяет минимальным требованиям к формированию компетенции. |
| 2 | ПК-18. | Способен определять местоположение судна, поправки компаса астрономическими методами | Умеет использовать небесные тела для определения местоположения судна (ПК-18.1.) | |
| | | | Умеет определять поправки гиро- и магнитных компасов, с использованием средств мореходной астрономии и учитывать такие поправки (ПК-18.2.) | |

**2.МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ**

| № п/п | Шифр компетенции | Контрольные задания или иные материалы | Характеристика контрольных заданий | Методические материалы, определяющие процедуры оценивания |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ПК-1.,ПК-18. | Комплект типовых задач Тема:1-6 | Выполняются после осовения разделов 1-6 | «отлично» - задачи выполнены в полном объеме, решение правильное.«хорошо» - задачи выполнены в полном объеме, решение правильное, имеются незначительные ошибки, встречаются недочеты.«удовлетворительно» - задачи выполнены не в полном объеме, правильное решение получено не во всех задачах, имеются недочеты.«неудовлетворительно» - задачи выполнены менее, чем на51%, имеются значительные ошибки и недочеты. |
| 2 | ПК-1.,ПК-18. | Зачет (по вопросам) Тема:1-9 | Длительность - 45 минут, 25 вопросов | «зачтено» - усвоение материала, умение применять полученные знания, умения, выполнение индивидуальных заданий и самостоятельной работы за семестр, точность и обоснованность выводов, точные, полные и логичные ответы на дополнительные вопросы. «незачтено» - незнание значительной части программного материала, невыполнение индивидуальных заданий и самостоятельной работы за семестр, грубые ошибки при выполнении практических заданий и самостоятельной работы, неумение выделить главное, сделать выводы и обобщения, неправильные ответы на дополнительные вопросы. |
| 3 | ПК-1.,ПК-18. | Тест Тема:1 | Продолжительность - 10 минут, генерируется случайным образом 10 вопросов из базы вопросов в количестве 193 | «отлично» - 80% -100% правильных ответов.«хорошо» - 60% – 79 % правильных ответов.«удовлетворительно» - 30% до 59% правильных ответов.«неудовлетворительно» - 0% до 29% правильных ответов |

# Работа № 1
## Графическое решение задач на небесной сфере

Перед решением задач необходимо ознакомиться с теоретическими материалами лекций и основного учебника (стр. 5–9 и 10–12).

При решении астронавигационных задач возникает необходимость перехода от одной системы координат к другим. Это можно выполнить различными путями:

– построением сферы и систем координат от руки (приближенное графическое решение с точностью до пяти градусов);

– с помощью моделей сферы с точностью до одного градуса (звездный глобус, планетарий, координатные круги);

– аналитическим решением параллактического треугольника с любой степенью точности.

При графическом решении выполняется условное перспективное изображение небесной вспомогательной сферы на плоскости меридиана наблюдателя, объединяющее две экваториальные и горизонтную системы координат.

## Порядок построения вспомогательной небесной сферы:

– из намеченной точки О свободного пространства, где условно принимается нахождение наблюдателя, провести циркулем окружность радиусом равным 4–6 см, позволяющим достаточно точно выполнить графические построения. Данная окружность изобразит меридиан наблюдателя;

– провести вертикальный диаметр **zn**, изображающий направление отвесной линии в месте нахождения наблюдателя. Отметить точки зенита z и надира n. Отвесную и все невидимые линии внутри и позади сферы следует проводить пунктирными, а видимые линии – сплошными;

– провести перпендикулярно отвесной линии горизонтальный диаметр NS, который изобразит полуденную линию, лежащую в плоскости горизонта. При этом следует учитывать, что светило должно располагаться на видимой части сферы, т.е., если часовой угол или азимут светила в полукруговом счете имеют восточное наименование, то точку N надо разместить справа; а если западное, – то точку N располагают слева;

– изобразить плоскость истинного горизонта в виде эллипса, малая полуось которого должна отстоять примерно на 1/4–1/3 радиуса сферы от точки О, а видимая выпуклая часть направлена к надиру;

– соответственно наименованию географической широты места нанести на надгоризонтную часть меридиана наблюдателя повышенный полюс мира, одноименный широте: $P_N$ нанести над точкой N, а $P_S$ – над S, отложив в строну зенита дугу, равную широте места φ;

– провести пунктиром через центр сферы ось мира $P_N$ $P_S$ и обозначить повышенный и пониженный полюса;

– отмаркировать волнистой линией полуночную часть меридиана наблюдателя, в которой находится надир;

– перпендикулярно оси мира провести в виде эллипса плоскость небесного экватора, малая полуось которого равна примерно 1/4–1/3

радиуса сферы, а видимая выпуклая часть направлена к надиру. Обозначить буквой Q полуденную точку экватора, а Q' – полуночную. Точки востока и запада E и W будут находиться в точках пересечения больших кругов небесного экватора и горизонта.

Графическое решение любых задач на небесной сфере можно условно разбить на три этапа:

1. Построить небесную сферу по известным координатам наблюдателя и нанести на нее все основные круги, линии и точки (методику построения смотри выше).

2. На сферу по заданным координатам нанести видимое место светила. Если даны координаты светила из разных систем координат, то место светила будет находиться в точке пересечения вспомогательных кругов, положение которых будут определять заданные координаты светила.

3. Снять с рисунка искомые координаты светила, для чего провести необходимые вспомогательные круги

Чаще всего штурман решает задачу перехода от экваториальных к горизонтным координатам. Поэтому в задачах № 1–26, приведенных в табл. 1, построить небесную сферу и приближенно определить высоту и азимут светила.

Таблица 1

**Координаты наблюдателя и светила для построения небесной сферы**

| № | $\varphi$ | $\delta$ | $t$ | № | $\varphi$ | $\delta$ | $t$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 43°N | 19°N | 56°E | 4 | 25°N | 0° | 0° |
| 2 | 45 N | 2 S | 45 E | 5 | 30 N | 15 S | 40 W |
| 3 | 30 N | 45 N | 70 W | 6 | 30 S | 12 S | 23 E |
| 7 | 30S | 60S | 135W | 17 | 29N | 12N | 85W |
| 8 | 30N | 20N | 60W | 18 | 24N | 15N | 12W |
| 9 | 56N | 2N | 42E | 19 | 42N | 0 | 50E |
| 10 | 42N | 17S | 12E | 20 | 59S | 68S | 125E |
| 11 | 50N | 35N | 100E | 21 | 50S | 45S | 120E |
| 12 | 34S | 83S | 103W | 22 | 59S | 68S | 125E |
| 13 | 60S | 10S | 45W | 23 | 44N | 2N | 50W |
| 14 | 29N | 10S | 36W | 24 | 33N | 10S | 13E |
| 15 | 46N | 10S | 52E | 25 | 33N | 26S | 23W |
| 16 | 42N | 1S | 5E | 26 | 45N | 9N | 38E |

Следующее задание предусматривает решение задачи по опознанию светила с помощью вспомогательной небесной сферы. В практической штурманской деятельности для определения названия светила достаточно измерить секстаном высоту этого светила, заметить его курсовой угол (пеленг), судовое время отсчет лага и снять с карты счислимые координаты судна.

В дальнейшем необходимо выполнить построение вспомогательной небесной сферы и произвести необходимые расчеты:

– по измеренным высоте и азимуту нанести видимое место светила на сферу;

– снять со сферы приближенные значения местного часового угла и склонения светила;

– нанести на сферу точку Овна;

– снять со сферы приближенные значения $\alpha$ и $\delta$ светила;

– по рассчитанным экваториальным координатам (прямому восхождению $\alpha$ и склонению $\delta$ светила) с помощью карты звездного неба или таблицы «Звезды, видимые места», помещенной в МАЕ (стр. 270–275), определить название и порядковый номер звезды.

В задачах № 27–60, приведенных в табл. 2, построить небесную сферу, приближенно определить $t$, $\alpha$, $\delta$ и название светила.

Таблица 2

**Координаты наблюдателя и светила для построения небесной сферы**

| Номер задачи | Координаты | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | φ | КП | ΔК | ОС | $t^{\gamma}$ |
| 27 | 13°N | 221° | +4° | 34° | 290° |
| 28 | 14 N | 128 | +4 | 24 | 294 |
| 29 | 43 N | 128 | +2 | 21 | 201 |
| 30 | 55 N | 157 | +1 | 41 | 283 |
| 31 | 42 N | 293 | –2 | 39 | 278 |
| 32 | 6 S | 169 | –4 | 37 | 295 |
| 33 | 45 N | 105 | –3 | 45 | 342 |
| 34 | 31 S | 316 | –3 | 41 | 148 |
| 35 | 1 S | 255 | +4 | 43 | 189 |
| 36 | 44 N | 128 | +4 | 54 | 319 |
| 37 | 28 N | 105 | +2 | 36 | 355 |
| 38 | 12 N | 233 | +2 | 38 | 144 |
| 39 | 71 N | 262 | –3 | 24 | 287 |
| 40 | 31 S | 138 | –3 | 37 | 27 |
| 41 | 45 N | 230 | –1 | 15 | 150 |
| 42 | 45 N | 195 | +2 | 63 | 222 |
| 43 | 47 N | 30 | –2 | 15 | 276 |
| 44 | 31 S | 79 | –1 | 34 | 24 |

*Окончание таблицы 2*

| Номер задачи | Координаты | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | $\varphi$ | КП | ΔК | ОС | $t^{\gamma}$ |
| 45 | 56 N | 84 | –1 | 52 | 250 |
| 46 | 35 N | 141 | +5 | 66 | 332 |
| 47 | 46 S | 254 | –1 | 26 | 67 |
| 48 | 51 S | 72 | –2 | 36 | 49 |
| 49 | 16 N | 259 | +1 | 56 | 331 |
| 50 | 42 S | 16 | +1 | 42 | 33 |
| 51 | 21 S | 305 | –2 | 31 | 226 |
| 52 | 33 N | 253 | –6 | 55 | 210 |
| 53 | 9 S | 146 | +2 | 19 | 317 |
| 54 | 8 N | 150 | +3 | 25 | 295 |
| 55 | 26 S | 196 | +2 | 53 | 231 |
| 56 | 53 S | 74 | +4 | 47 | 294 |
| 57 | 50 N | 232 | +1 | 42 | 301 |

Пример построения сферы приведен на рис. 1 для широты 38°N, азимута 120° высоты 40° и $t^{\gamma}$ = 260°. По рисунку определяем t = 35°E, склонение 14°N и прямое восхождение 296°. По МАЕ, стр. 274 находим подходящую звезду № 145, Редха.

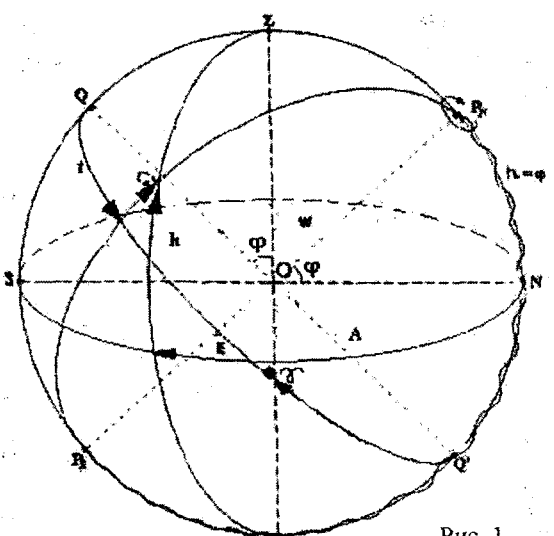


Рис. 1

При планировании обсервации или определения поправки компаса необходимо рассчитать время, когда светило будет находиться в заданном положении, т.е. когда светило будет иметь нужную высоту или азимут. Время рассчитывается по часовому углу светила, кото-

рый определяется по рисунку небесной сферы. В таких задачах обычно известны координаты светила из разных систем сферических координат, потому место светила на небесной сфере будет находиться в точке пересечения вспомогательных кругов, положение которых на сфере будут определять известные координаты. Для определения места светила на сфере необходимо воспользоваться данными табл. 3.

Таблица 3

**Названия кругов, в точке пересечения которых находится светило**

| Заданные координаты | Названия проводимых вспомогательных координатных кругов светила |
|---|---|
| Высота и часовой угол | Альмукантарат и меридиан |
| Высота и склонение | Альмукантарат и параллель |
| Азимут и склонение | Вертикал и параллель |
| Азимут и часовой угол | Вертикал и меридиан |

В задачах № 61–76, приведенных в табл. 4, рассчитать с помощью небесной сферы часовой угол и высоту светила по заданным широте, склонению и азимуту.

Таблица 4

**Координаты наблюдателя и светила для построения небесной сферы**

| Номер задачи | φ | A | δ | Номер задачи | φ | A | δ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 61 | 38°N | 140° | 2°N | 69 | 38°N | 140° | 2°N |
| 62 | 10 N | 160 | 23 S | 70 | 14 N | 207 | 22 S |
| 63 | 21 S | 325 | 23 N | 71 | 13 S | 110 | 22 S |
| 64 | 19 N | 332 | 62 N | 72 | 2 N | 120 | 22 S |
| 65 | 28 N | 134 | 23 S | 73 | 48 N | 258 | 5 N |
| 66 | 46 N | 137 | 10 S | 74 | 11 N | 127 | 18 S |
| 67 | 2 S | 115 | 22 S | 75 | 44 N | 284 | 14 N |
| 68 | 44 N | 34 | 5 N | 76 | 41 S | 328 | 22 S |

В задачах № 77–92, приведенных в табл. 5, построить вспомогательную небесную сферу и определить приближенно часовой угол и высоту светила по заданным широте, склонению и азимуту. Для

нанесения светила на сферу провести вспомогательные круги (см. табл. 3), которые будут пересекаться в двух точках сферы. Поэтому наименование азимута и часового угла могут иметь как восточное, так и западное наименование.

Таблица 5

**Координаты наблюдателя и светила для построения небесной сферы**

| Номер задачи | φ | h | δ | Номер задачи | φ | h | δ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 77 | 14°N | 20° | 22°S | 85 | 14°N | 20° | 22°S |
| 78 | 44 S | 13 | 9 N | 86 | 40 N | 14 | 26 S |
| 79 | 37 S | 21 | 28 N | 87 | 6 S | 22 | 9 N |
| 80 | 73 N | 24 | 15 N | 88 | 64 N | 20 | 45 N |
| 81 | 53 N | 16 | 4 S | 89 | 21 S | 22 | 18 S |
| 82 | 62 N | 15 | 52 N | 90 | 36 N | 11 | 23 S |
| 83 | 36 S | 13 | 6 S | 91 | 6 S | 22 | 19 N |
| 84 | 65 N | 20 | 22 N | 92 | 12 S | 22 | 55 N |

Для успешного выполнения и защиты этой работы необходимы хорошие знания небесной сферы, сферических координат светил и систем координат. Полученные знания следует проконтролировать с использованием контролирующей программы в компьютерном классе академии. Для подготовки к контролю знаний можно использовать нижеприведенные вопросы.

Какая линия называется полуденной ?

Положение какого круга на сфере определяет высота ?

Как называются большие круги, проходящие через полюса мира ?

Положение какого круга на сфере определяет прямое восхождение ?

Чему равна одна временная секунда в угловой мере ?

В какой точке пересекаются меридианы ?

Положение какого круга на сфере определяет склонение ?

Чему равен угол пересечения меридианов ?

Чему равен сферический угол между меридианами точки овна и наблюдателя?

В какой точке пересекаются вертикалы ?

В пересечении каких плоскостей образуется полуденная линия ?

Положение какого круга на сфере определяет часовой угол ?

Чему равно склонение зенита ?

Как называются большие круги, проходящие через отвесную линию ?

Как называются малые круги, проходящие перпендикулярно оси мира ?

Положение какого круга на сфере определяет азимут ?

Чему равен угол пересечения плоскостей экватора и меридиана точки Овна ?

Как называются малые круги, проходящие перпендикулярно отвесной линии ?

Чему равен сферический угол между меридианом и вертикалом светила?

Положение какого круга на сфере определяет часовой угол точки Овна?

Как называются большие круги, проходящие через ось мира ?

Какая линия образуется при пересечении плоскостей горизонта и экватора ?

Чему равен угол между отвесной линией и направлением на светило ?

Какой большой круг делит небесную сферу на восточную и западную части ?

На какие части делит небесную сферу меридиан наблюдателя ?

Чему равен угол между осью мира и направлением на светило ?

Положение какого круга на сфере определяет полярное расстояние ?

Какие круги являются основными в первой экваториальной системе координат ?

Чему равен угол между отвесной линией и плоскостью экватора ?

Положение какого круга на сфере определяет звездное дополнение ?

Чему равен горизонтальный угол при центре сферы между полуденной линией и плоскостью вертикала ?

Чему равен сферический угол между меридианами Гринвича и наблюдателя ?

Какой большой круг делит небесную сферу на надгоризонтную и подгоризонтную части ?

Какие круги являются основными в горизонтной системе координат ?

Какой большой круг делит небесную сферу на южную и северную части ?

Какие круги являются основными во второй экваториальной системе координат ?

Чем отличаются первая и вторая экваториальные системы координат ?

Чему равен угол пересечения плоскостей экватора и горизонта ?

Как называется часть небесной сферы, в которой светила не видны ?

Какая координата светила известна в момент истинного восхода ?

Чему равен сферический угол между меридианами Гринвича и Овна?

Чему равен сферический угол между меридианами овна и светила ?

Какая координата Солнца известна в момент истинного полдня ?

Чему равен сферический угол между меридианами Овна и светила ?

Чему равен сферический угол между меридианами овна и наблюдателя ?

Чему равно полярное расстояние зенита ?

Какие координаты определяют место светила в горизонтной системе координат ?

Какие координаты определяют место светила в первой экваториальной системе координат ?

Какие координаты определяют место светила во второй экваториальной системе координат ?

По каким правилам выполняется построение вспомогательной небесной сферы?

Как изменяется по величине зенитное расстояние ?

Как изменяется по величине звездное дополнение ?

Как изменяется по величине практический часовой угол ?

Как изменяется по величине западный часовой угол ?

Чему равен угол между полуденной линией и осью мира ?

Чему равен угол между полуденной и отвесной линиями ?

Чему равна высота полюса ?

Чему равно склонение полюса ?

Как называется меридиан, проходящий через зенит ?

Что такое снижение светила ?

Как изменяется по величине высота ?

Как изменяется по величине прямое восхождение ?

Как изменяется по величине склонение ?

Как изменяется по величине полярное расстояние?

Когда высота имеет наименование ?

Какая линия делит меридиан наблюдателя на полуденную и полуночную части ?

Чему равен угол между плоскостью горизонта и направлением на светило?

Чему равен угол пересечения плоскостей экватора и эклиптики ?

# Работа № 2

## Видимое суточное движение светил

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться с теоретическими материалами лекций и основного учебника (стр. 27–33). Теория вращения Земли предполагает, что ее движение – сумма независимых движений суточного и годового. Суточное движение вполне определяется силами тяготения Солнца и Луны. Принимаем, что Земля и наблюдатель неподвижны, а небесная сфера вращается с E на W, такое движение и называется суточным движением светил. Движение это кажущееся, но удобное для решения астронавигационных задач. При суточном вращении отвесная линия, горизонт и меридиан наблюдателя неподвижны, светила вместе со сферой вращаются вокруг оси мира. Суточное движение направлено по часовой стрелке, если смотреть на сферу со стороны северного полюса $P_N$. Все светила двигаются параллельно экватору, т.е. по небесным параллелям, и всегда пересекают в этом движении меридиан наблюдателя, некоторые пересекают I-й вертикал и горизонт. Пересечение центром светила в своем суточном движении полуденной части меридиана наблюдателя называется верхней кульминацией, а пересечение полуночной – нижней кульминацией. Промежуток времени между кульминациями светил равен половине суток.

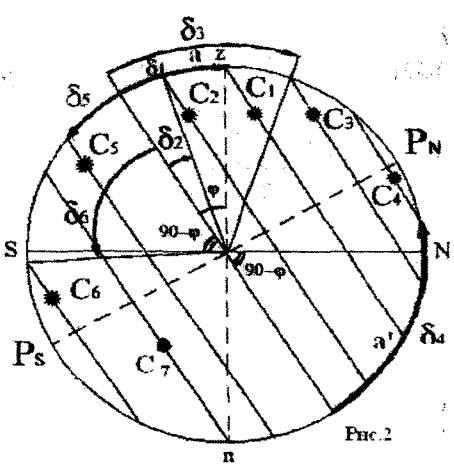


Рис.2

Пересечение центром светила в своем суточном движении плоскости истинного горизонта называется точками восхода и захода. При пересечении центром светила в суточном движении плоскости I-го вертикала светило находится в наибольшем удалении от меридиана наблюдателя. Если светило не пересекает I-й вертикал, то его наибольшее удаление от меридиана наблюдателя по азимуту называется элонгацией. Положение суточных параллелей зависит как от широты места наблюдателя, так и от величины и наименования

склонения светила. Законы суточного движения светил представлены на рис. 2 и в табл. 6.

Таблица 6

**Законы суточного движения светил в средних широтах**

| Светило | Явление | Условие данного явления |
|---|---|---|
| $C_1$ | Проходит через зенит | $\delta = \varphi$ $\delta = \varphi$ и одноименны |
| $C_2$ | Светило восходит в четверти, одноименной с широтой, пересекает I-й вертикал, кульминирует, снова пересекает I-й вертикал и заходит в четверти, одноименной с широтой – т.е. в суточном движении над горизонтом светило находится в 4-х четвертях | $\delta < \varphi$ $\delta < \varphi$ и одноименны |
| $C_3$ | Светило I-й вертикал никогда не пересекает, находится только в 2-х четвертях, одноименных с широтой | $\delta > \varphi$ $\delta > \varphi$ и одноименны |
| $C_4$ | Незаходящее | $\delta < 90 - \varphi$ $\delta$ и $\varphi$ одноименны |
| $C_5$ | В суточном движении светило I-й вертикал над горизонтом не пересекает, находится только в 2-х четвертях, разноименных с широтой | $\delta > 90 - \varphi$ $\delta$ и $\varphi$ разноименны |
| $C_6$ | Не восходящее | $\delta > 90 - \varphi$ $\delta$ и $\varphi$ разноименны |
| $C_7$ | Проходит через надир | $\delta = \varphi$ $\delta = \varphi$ и разноименны |

Широта места наблюдателя определяет угол наклона суточной параллели светила к плоскости истинного горизонта, а склонение – ее отстояние от экватора. Если широта равна нулю, то ось мира лежит в плоскости истинного горизонта (рис. 3), параллели перпендикулярны горизонту, все светила восходят и заходят, но не пере-

секают первый вертикал. Светило со склонением $\delta = 0°$ движется по первому вертикалу, который совпадает с экватором. На южном полюсе (рис. 4) $\varphi = 90°S$ повышенный полюс совпадает с зенитом, горизонт с экватором, параллели с альмукантаратами. Все светила движутся параллельно горизонту, поэтому высота светила h не изменяется и всегда равна склонению. Светила с $\delta_N$ невидимы, остальные не заходят. Для наблюдателя на полюсе характерно отсутствие меридиана, первого вертикала и точек N, E, S, W горизонта. Все направления для $P_S$ будут на N, а для $P_N$ – на S.

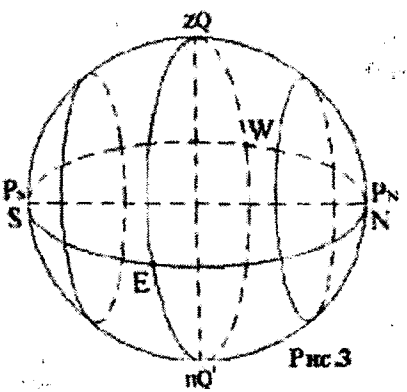


Рис.3

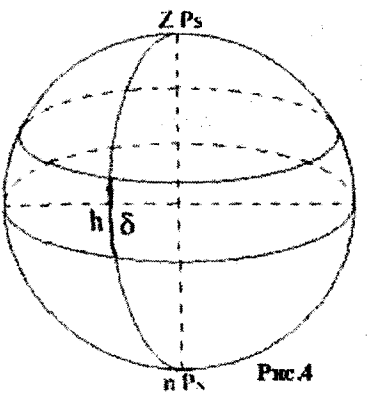


Рис.4

В частных положениях светила, когда его центр расположен на плоскости какого-либо основного большого круга, становятся известными некоторые координаты светил, которые отсчитываются от или до этого основного круга. При этом основные формулы решения параллактического треугольника можно преобразовать в более простые. Например, в момент кульминации равны нулю часовой и параллактический углы, азимут. Меридиональная высота в этом случае может быть рассчитана по формуле

$$H = 90° - \varphi + \delta. \qquad (1)$$

А $\varphi$ рассчитывается по формуле, которой уже более 500 лет

$$\varphi = Z + \delta. \qquad (2)$$

Для решения задач на видимое суточное движение светил пользуются построением проекции небесной сферы на плоскость

меридиана наблюдателя (см. рис. 2). В задачах № 171–200 табл. 7 изучить суточное движение светила, а также:

1) проследить на чертеже небесной сферы за его суточным движением;

2) вычислить часовые углы и азимуты светила в моменты истинного восхода и захода $t_в$, $t_з$, $A_в$, $A_з$;

3) вычислить меридиональные высоты светил H.

Таблица 7

**Исходные данные для решения задач на суточное движение светил**

| Номер задачи | $\varphi$ | $\delta$ | Номер задачи | $\varphi$ | $\delta$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 171 | 28°02,6'N | 22°06,7'N | 186 | 50 30,2 S | 19 12,1 S |
| 172 | 39 40,1 S | 18 10,2 N | 187 | 49 29,1 N | 11 24,2 N |
| 173 | 50 30,5 N | 32 21,0N | 188 | 65 21,7 N | 21 04,3 N |
| 174 | 23 47,4 N | 12 31,5N | 189 | 55 19,3 S | 30 21,5 S |
| 175 | 50 47,8 S | 2 43,0 N | 190 | 15 43,1 N | 6 37,4 S |
| 176 | 52°35,4'S | 20 19,6'S | 191 | 22 37,4 'N | 1°30,5'N |
| 177 | 27 43,1 N | 15 42,0 S | 192 | 68 15,6 N | 20 19,5 N |
| 178 | 40 30,0 N | 28 51,2 N | 193 | 27 54,8 S | 23 43,2 N |
| 179 | 38 19,8 S | 4 19,0 S | 194 | 64 27,4 N | 22 18,4 N |
| 180 | 51 42,8 N | 28 14,9 N | 195 | 21 50,5 N | 7 57,4 S |
| 181 | 37°23,7'N | 12°33,0'S | 196 | 38 32,7 S | 14 26,7 N |
| 182 | 48 19,8 S | 18 17,4 S | 197 | 76 37,2 N | 3 47,5 N |
| 183 | 37 12,6 N | 10 18,7 N | 198 | 62 43,8 N | 5 32,1 S |
| 184 | 48 31,0 S | 4 56,2 N | 199 | 44 17,4 S | 17 28,6 S |
| 185 | 72 15,4 N | 3 18,8S | 200 | 18 24,7 N | 3 15,9 S |

В этих задачах необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Будет ли данное светило восходить и заходить?

2. Если светило восходит и заходит, указать, какую (большую или меньшую) часть суточного пути оно проходит над горизонтом.

3. Какова последовательность прохождения светилом четвертей горизонта?

4. Проходит ли данное светило через точки зенита и надира?

5. Пересекает ли данное светило первый вертикал?

6. Если светило не восходит и не заходит, то указать, в какой части сферы (надгоризонтной или подгоризонтной) располагается его суточная параллель?

**Пример**. $\varphi = 30°N$, $\delta = 30N$. Проследить за суточным движением светила по чертежу и охарактеризовать его особенности.

***Решение*** (рис. 2). Светило описывает суточную параллель *аа*

1. $\delta > 90 - \varphi$, поэтому светило восходит и заходит.

2. Светило над горизонтом проходит большую часть суточного пути, так как наименования $\delta$ и $\varphi$ одноименны.

3. Светило после восхода проходит две четверти горизонта в последовательности NE и NW, так как $\delta$ и $\varphi$ одноименны и не выполняется условие $\delta < \varphi$.

4. $\delta = \varphi$ и одноименны, поэтому светило проходит через точку зенита Z.

5. Светило не пересекает надгоризонтную часть первого вертикала, так как не удовлетворяется неравенство $\delta < \varphi$.

6. Светило восходит и заходит.

Вычисление часовых углов и азимутов светил в моменты их истинного восхода и захода выполняется по основным формулам решения параллактического треугольника с помощью микрокалькулятора. Вычисления производятся с полной разрядной сеткой микрокалькулятора, а результат округляется до $0{,}1'$. Исходными данными для вычислений являются широта, склонение и высота, которая в момент восхода (захода) равна $h = 0$. Решение выполняется в градусах, а результат представляется в градусах, минутах и их десятых долях. Часовой угол рассчитывается по формуле 6, которая должна быть исследована на знаки:

$$t = \arccos(-\operatorname{tg}\varphi \operatorname{tg}\delta). \qquad (3)$$

Часовой угол как и время должны быть всегда положительны. Если же часовой угол, полученный по этой формуле, отрицателен $t < 0$, то берется его дополнение до $180°$. Наименование часового угла определяется по рисунку сферы и в момент восхода t должен иметь восточное, а при заходе западное наименование. Азимут восхода (захода) рассчитывается по формуле 7, а наименование определяется по рисунку сферы:

$$A = \arccos(\sec\varphi \sin\delta). \qquad (4)$$

Меридиональная высота рассчитывается по формуле 5 столбиком и обязательно имеет наименование. Наименование высоты лучше всего определять по рисунку небесной сферы. Расчетные

формулы должны быть исследованы на знаки в обычном порядке. Однако следует помнить, что все функции с широтой положительны, а склонение отрицательно, если наименования склонения и широты разноименны, и будет находиться в четвертой четверти.

Для успешного выполнения и защиты этой работы требуются хорошие знания небесной сферы, сферических координат и законов суточного движения светил. Полученные знания следует проконтролировать с использованием контролирующей программы в компьютерном классе академии. Для подготовки к контролю знаний можно использовать нижеприведенные вопросы.

Чему равно зенитное расстояние полюса ?

Чему равен угол между плоскостями параллели и альмукантарата светила ?

С какими кругами могут совпадать суточные параллели светил ?

С какими вспомогательными кругами могут совпадать альмукантараты ?

Когда плоскость небесного экватора совпадает с плоскостью первого вертикала ?

Что такое кульминация ?

Чему равно склонение надира ?

Какие координаты светила не изменяются при суточном движении?

Какая координата светила известна при пересечении его центром меридиана наблюдателя ?

Какая координата светила известна при пересечении его центром истинного горизонта ?

Какая координата светила известна при пересечении его центром первого вертикала ?

Какая координата светила известна при пересечении его центром экватора?

Какая координата светила известна в момент кульминации ?

Как называется положение светила, в котором его центр имеет наибольшее удаление от меридиана наблюдателя ?

Какие светила при суточном движении пройдут через зенит?

Какие светила при суточном движении пройдут через надир?

Какие светила при суточном движении будут восходить?

Какие светила при суточном движении не будут восходить никогда?

Какие светила при суточном движении не будут заходить?

Какие светила при суточном движении будут пересекать первый вертикал?

Какие координаты светила изменяются равномерно при суточном движении?

Когда и где азимут светила изменяется быстрее при суточном движении?

Когда и где высота светила изменяется быстрее при суточном движении?

Когда и где азимут светила изменяется медленнее при суточном движении?

Когда и где высота светила изменяется медленнее всего при суточном движении?

Рис.8 Рис.9

## Работа № 3
## Видимое годовое движение Солнца и собственное движение Луны

В учебнике материал изложен на стр. 35–40 и 45–47. Особенно тщательно следует изучить примеры 11–14 на стр. 40 и пример 15 на стр. 47. Суточные изменения прямого восхождения и склонения Солнца принимаются для расчета приближенно, так как их величины колеблются из-за неравномерного видимого движения Солнца по эклиптике и наклона плоскости эклиптики к плоскости экватора. Поэтому расчет координат Солнца на заданную дату рекомендуется производить приближенно от ближайшей основной даты (БОД), когда экваториальные координаты Солнца известны (смотри табл. 8).

Таблица 8

**Изменение экваториальных координат Солнца в течение года**

| Дата | Название | Точка | $\alpha_\odot$ | $\delta_\odot$ |
|---|---|---|---|---|
| 21 марта | День весеннего равноденствия | ♈ | 0° | 0° |
| 22 июня | День летнего солнцестояния | ♋ | 90° | 23,5°N |
| 23 сентября | День осеннего равноденствия | ♎ | 180° | 0° |
| 22 декабря | День зимнего солнцестояния | ♑ | 270° | 23,5°S |

Для приближенных расчетов необходимо знать суточные изменения координат Солнца. Прямое восхождение Солнца в течение года изменяется почти равномерно. Тропическим годом называется промежуток времени между двумя последовательными прохождениями центра Солнца через точку Овна. Его продолжительность составляет 365,2422 суток. Этот период и положен в основу календарного года. Суточная скорость изменения прямого восхождения Солнца составляет $\Delta\alpha_\odot = 360° / 365{,}2422 \approx 1°$/сут.

$\Delta\delta\odot = 0{,}4°$/сут в течение 30 сут до и после дней равноденствий;

$\Delta\delta\odot = 0{,}1°$/сут в течение 30 сут до и после дней солнцестояний;

$\Delta\delta\odot = 0{,}3°$/сут – оставшиеся 4 месяца.

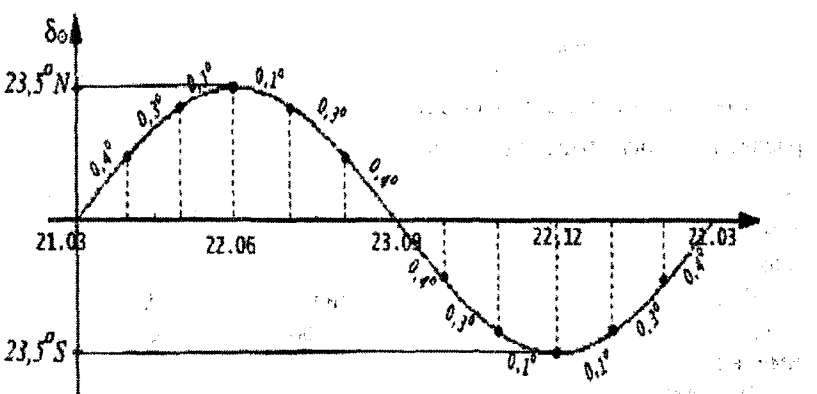



**Рис. 5**

Выполнение задания сводится к расчетам склонений Солнца, удовлетворяющим указанным равенствам и выбору дат, для которых соответствуют величины и наименования рассчитанных склонений. Результаты расчетов можно контролировать по рис. 5.

Расчет координат Солнца на заданную дату производится от ближайшей основной даты.

**Пример 1**. Рассчитать приближенно $\alpha_\odot$ и $\delta_\odot$ Солнца на 5/1 и показать решение на рис. небесной сферы, построенной на плоскости небесного экватора.

***Решение*** (рис. 6). Ближайшей датой БОД, относительно которой необходимо рассчитывать координаты Солнца, будет 22/ХП – день зимнего солнцестояния: $\alpha_\odot = 270°$, $\delta_\odot = 23{,}5°$S. С 22/ХП по 5/1 прошло 14 сут. В сутки прямое восхождение Солнца увеличивается на 1°, а склонение уменьшается на 0,1°:

5/I $\alpha_\odot = 270° + 1°*14 = 284°$; $\delta_\odot = 23{,}5°S - 0{,}1°*14 = 22{,}1°S$

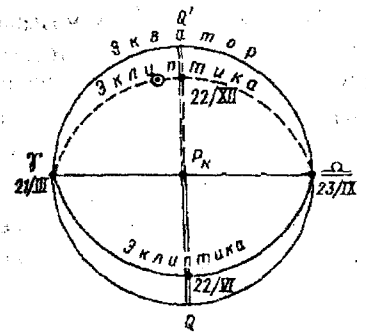



Рис. 6

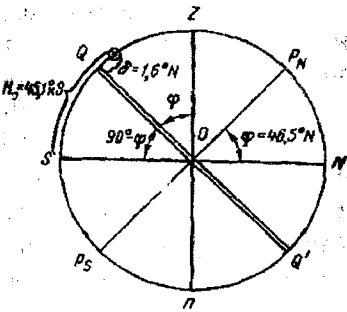



Рис. 7

Аналогично, только в обратном порядке, решаются задачи на расчет дат, когда известны $\alpha_\odot$ и $\delta_\odot$.

**Пример 2**. Рассчитать $H_\odot$ 25/III в широте $\varphi = 46{,}5°N$ и проиллюстрировать решение на рис. 7 небесной сферы, построенной на плоскости меридиана наблюдателя.

***Решение*** (рис. 7). Для момента верхней кульминации $H_\odot = 90° - \varphi \pm \delta$: «+», если склонение одноименно с широтой, и «–», если разноименно.

Определяем склонение Солнца 25/III. С 21/ III по 25/ III прошло 4 сут. 21/III $\delta_\odot = 0$. Поэтому 25/III $\delta_\odot = 0° + 0{,}4°*4 = 1{,}6°N$. Рассчитываем меридиональную высоту Солнца $H_\odot$.

$H_\odot = 90° - 46{,}5° + 1{,}6° = 45{,}1°$ к S.

**Пример 3**. Рассчитать дату, когда Солнце проходит через зенит в широте $\varphi = 22{,}5°N$ и проиллюстрировать решение на рис. 8 небесной сферы, построенной на плоскости меридиана наблюдателя.

***Решение*** (рис. 8). Светило проходит через зенит, если $\varphi = \delta$ и склонение одноименно с широтой. По условию задачи Солнце пройдет через зенит, когда $\delta_\odot = 22{,}5°N$.

Рассчитываем дату, когда $\delta_\odot = 22{,}5°N$. Северное наименование склонения будет с 21/III по 23/IX. В день летнего солнцестояния 22/VI.

$\delta_\odot$ = 23,5°N. Поэтому будет две даты со склонением $\delta_\odot$ =22,5°N: одна дата между 21/ III и 22/VI, другая – между 22/VI и 23/IX. Разность в склонениях Солнца 22/VI и в рассчитываемую дату будет 23,5 – 22,5° = 1,0°. В это время изменение склонения на 1° произойдет за 1° / 0,1° = 10 сут.

$\Delta\delta_\odot$ = ±0,1° в сутки – 30 сут до и после солнцестояний.

Итак, склонение Солнца $\delta\odot$ = 22,5°N будет: 22/VI – 10 = 12/VI и 22/VI + 10 = 2/VII. Следовательно, в $\varphi$ = 22,5°N Солнце пройдет через зенит 12/VI и 2/VII.

**Пример 4**. Определить четверти горизонта, в которых находится Солнце в течение дня 7/IV в широте $\varphi$ = 46,2°N и проиллюстрировать решение на рисунке небесной сферы, построенной на плоскости меридиана наблюдателя.

***Решение*** (рис. 9). Рассчитываем $\delta\odot$ на 7/IV. Ближайшая дата 21/III. С 21/III по 7/IV прошло 17 сут. Следовательно, 7/IV $\delta\odot$ = 0° + 0,4°*17 = 6,8°N.

Склонение Солнца 7/IV меньше заданной широты, т. е. 6,8°N < 46,2°N, и одноименного наименования с широтой. Поэтому оно пересекает надгоризонтную часть первого вертикала и, следовательно, в течение дня находится во всех четырех четвертях: NE, SE, SW и NW.

**Пример 5**. Рассчитать даты начала и конца полярного дня и полярной ночи в широте $\varphi$ = 85,5°N и проиллюстрировать решение на рис. 9 небесной сферы, построенной на плоскости меридиана наблюдателя.

***Решение*** (рис.7). Начало и конец полярного дня наблюдаются при условии, когда $\delta\odot$ = 90° – $\varphi$ и $\delta\odot$ одноименно с $\varphi$. Полярная ночь начинается и кончается, когда $\delta\odot$ = 90° – $\varphi$, но $\delta\odot$ разноименно с $\varphi$. Решение этой задачи сводится к расчетам склонений Солнца, удовлетворяющим указанным условиям.

Рассчитываем начало и конец полярного дня:

$$\delta\odot = 90° - \varphi = 90 - 85{,}5° = 4{,}5°\text{N}.$$

Выбираем ближайшие даты 21/ III и 23/IX. Склонение Солнца в этот период изменится на 4,5° за 11 сут. Следовательно, полярный день начинается 21/ III + 11 = 1/IV и окончится 23/IX – 11 = 12/IX.

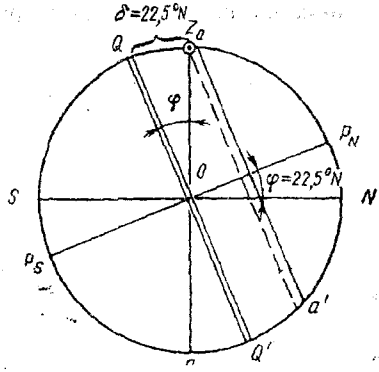



Рис. 8

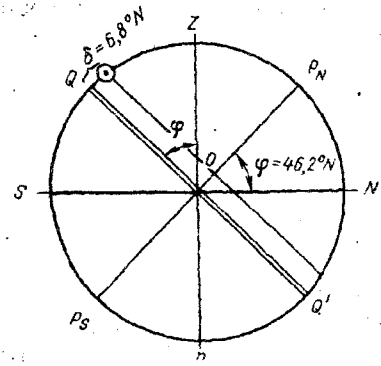



Рис. 9

В задачах № 621–640, представленных в табл. 9, определить, на каких параллелях полярный день и полярная ночь продолжаются заданное число суток, и проиллюстрировать решение на рисунке небесной сферы, построенной на плоскости меридиана наблюдателя.

Таблица 9

**Данные для решения задач**

| Номер задачи | Продолжительность, сутки | Номер задачи | Продолжительность, сутки | Номер задачи | Продолжительность, сутки | Номер задачи | Продолжительность, сутки |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 621 | 16 | 626 | 52 | 631 | 60 | 636 | 38 |
| 622 | 74 | 627 | 168 | 632 | 120 | 637 | 44 |
| 623 | 50 | 628 | 144 | 633 | 2 | 638 | 70 |
| 624 | 46 | 629 | 36 | 634 | 24 | 639 | 30 |
| 625 | 86 | 630 | 90 | 635 | 8 | 640 | 68 |

Для приближенного расчета (без использования МАЕ) возраста Луны, ее фазы, времени кульминации, восхода и захода, прямого восхождения используются формулы, приведенные ниже.

Расчет возраста Луны:

$$В = Л + Д + М\,, \qquad (5)$$

где Л – лунное число (приведено в табл. 10);
Д – дата месяца;
М – номер месяца в году.

Таблица 10

**Значение лунного числа**

| Год | 2001 | 2002 | 2001 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Л | 3 | 14 | 25 | 6 | 17 | 28 | 9 | 20 | 1 | 12 | 23 |

Расчет времени кульминации Луны

$$T_к = 12^ч + B * 0{,}8^ч, \quad (6)$$

где 12 часов – приближенное время верхней кульминации Солнца;
0,8 часа – суточное запаздывание кульминации Луны относительно Солнца.

Расчет прямого восхождения Луны α

$$\alpha_{\leftmoon} = \alpha_{\odot} + 12° * B, \quad (7)$$

где $\alpha_{\odot}$ – приближенное значение прямого восхождения Солнца;
12° – суточное опережение Солнца вследствие собственного движения Луны.

Фаза Луны, т.е. форма видимой с Земли части Луны, освещенной Солнцем, изображена в ежедневных таблицах МАЕ в правом нижнем углу правой страницы разворота. Фаза Луны определяется ее возрастом, числом суток после ближайшего новолуния. Значение возраста с точностью до 0,1 сут также приведены в МАЕ на каждый день года на $T_{гр} = 0^ч$.

В задачах № 641–670 (табл. 11) определить на заданную дату: возраст Луны, приближенное местное время верхней кульминации; прямое восхождение и фазу.

Таблица 11

**Список задач для расчета координат и других данных Луны**

| № задач | Дата | Год | № задач | Дата | Год | № задач | Дата | Год |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 641 | 2/VIII | 1981 | 651 | 7/XII | 1982 | 661 | 12/II | 1983 |
| 642 | 20/I | 1980 | 652 | 16/III | 1984 | 662 | 16/I | 1982 |
| 643 | 4/II | 1982 | 653 | 22/VI | 1983 | 663 | 10/X | 1986 |
| 644 | 1/IX | 1983 | 654 | 10/IX | 1986 | 664 | 14/V | 1981 |
| 645 | 23/X | 1985 | 655 | 8/VIII | 1980 | 665 | 20/XII | 1987 |
| 646 | 7/IX | 1982 | 656 | 4/Ш | 1982 | 666 | 17/VI | 1982 |
| 647 | 30/VIII | 1985 | 657 | 12/XI | 1988 | 667 | 7/II | 1984 |
| 648 | 3/V | 1981 | 658 | 6/V | 1990 | 668 | 10/X | 1988 |
| 649 | 12/V | 1980 | 659 | 2/Ш | 1982 | 669 | 5/Ш | 1989 |
| 650 | 15/X | 1990 | 660 | 27/IV | 1983 | 670 | 7/II | 1982 |

# Работа № 4
## Измерение времени

Перед выполнением работы необходимо ознакомиться с теоретическими материалами лекций и основного учебника (стр. 53–66), изучить примеры 16–18. Для исчисления времени используется множество систем счета, которые определяются единицей счета времени и меридианом начала отсчета. Основными системами являются следующие:

- Динамическое время,
- Всемирное время,
- Местное время,
- Звездное время,
- Среднее солнечное время,
- Стандартное время,
- Поясное и судовое время.

Среднее солнечное время (T) – промежуток времени в средних солнечных единицах от момента нижней кульминации среднего Солнца на данном меридиане до заданного момента. Эта система измерения времени основана на вращении Земли, которое предполагается равномерным. Фактически скорость вращения Земли, если ее измерять по атомным часам, постоянной не является. Так как ось вращения Земли наклонена к плоскости эклиптики и ее орбита вокруг Солнца является не круговой, а эллиптической, то видимое движение Солнца по небу в течение года неравномерно. Поэтому солнечное истинное время, измеряемое солнечными часами, отличается от среднего на величину, известную как уравнение времени, которое в течение года изменяется по сложному закону. Чтобы определить среднее солнечное время, введено абстрактное понятие среднего Солнца. Этот гипотетический объект движется по большому кругу небесного экватора с постоянной скоростью, совершая один оборот за тропический год. В 1976 г. после введения атомной шкалы времени среднее солнечное время было заменено международным атомным временем (TAI) и, далее, его модифицированной версией – всемирным координированным временем (coordinated Universal Time – UTC).

Всемирное (среднее гринвичское) время ($T_{гр}$ или UT1) – среднее время нулевого меридиана ($\lambda_{гр} = 0$, $№_{гр} = 0$) рассчитывается по

формулам (8). Эта система измерения времени, связана с ежедневным видимым движением Солнца и служит основой для счета стандартного (гражданского) времени. Формально UT задается математическим соотношением, которое связывает его со звездным временем (таким образом, всемирное время вычисляется на основании наблюдения звезд). Шкала времени, определяемая непосредственно по звездам, называется UT0 и немного зависит от места наблюдения. Если в UT0 внести соответствующие исправления с учетом изменения долготы станции наблюдения, вызванного движением полюсов, то получается шкала UT1. При использовании сокращения UT обычно подразумевается система времени UT1.

$$T_{гр} = T_{м} \mp \lambda^{E}_{w},, \quad T_{гр} = T_{л} \mp №^{E}_{л\,W}, \quad T_{гр} = T_{л} \mp №^{E}_{л\,W},$$
$$T_{гр} = T_{п} \mp №^{E}_{W}, \quad T_{гр} = T_{мос} - 3\ ч\ (зимой), \quad T_{гр} = T_{ст} + \Delta T_{ст}, \qquad (8)$$
$$T_{гр} = T_{д} - №_{д}, \quad T_{гр} = T_{мос} - 4\ ч\ (летом), \quad T_{гр} = T_{в.к.} + \Delta T_{в.к.}$$

По показаниям измерителей времени всемирное время рассчитывается по формулам:

$$T_{гр} = T_{хр} + u_{хр} \qquad T_{гр} = T_{грп} + T_{сек},$$
$$T_{гр} = T_{ч} + u_{ч} \qquad T_{гр} = T_{хрп} + T_{сек} + u_{хр}, \qquad (9)$$

где $T_{хр}$ ($T_{ч}$, $T_{сек}$) – показание хронометра (часов, секундомера);
$u_{хр}$ ($u_{ч}$) – поправка хронометра (часов);
$T_{грп}$ ($T_{хрп}$) – всемирное время (показание хронометра) в момент пуска секундомера.

Эфемеридное время (ET) – в 1952 г. введена равномерная шкала времени, используемая для расчета экваториальных координат (эфемерид) светил. Это модифицированное солнечное время, определяемое более постоянным процессом обращения Земли вокруг Солнца. Оно используется для предсказания положений светил солнечной системы, и опережает всемирное время. На 1990 г. разность $\Delta T = ET - T_{гр} = +57$ с, на 1995 г. $\Delta T = +60$ с, а на 2000 г. $\Delta T = +64$ с.

Земное динамическое время (TDT) – с 1986 г. заменяет ET (введены редукции, связанные с общей теорией относительности).

Всемирное координированное время ($T_{в.к.}$ или UTC) – система счета атомного времени, периодически согласовываемая с всемирным временем; по нему передаются радиосигналы времени.

Разность между всемирным астрономическим и всемирным координированным временем $T_{гр} - T_{в.к.} = \Delta T_{в.к.}$ передается в составе радиосигналов времени и периодически уменьшается путем кор-

рекции $T_{в.к.}$ на 1 секунду (1 января или 1 июля) так, чтобы она не превышала ± 0,9 секунд. Если $\Delta T_{в.к}$ не учитывается в астронавигационных наблюдениях, то высотная линия положения судна может сместиться максимально на 0,2 мили к востоку или западу от истинной.

Местное время ($T_м$) – среднее время меридиана с географической долготой λ, (оно называется также местным временем данного меридиана):

$$T_м = T_{гр} \pm \lambda^{E}_{W},\ T_м = T_п \mp №_д{}^{E}_{W} \pm \lambda^{E}_{W},\ T_м = T_с - (\pm №_с{}^{E}_{W} \mp \lambda_с{}^{E}_{W}). \qquad (10)$$

Поясное время ($T_п$ или $T_№$) – местное время центрального (кратного 15°) меридиана данного часового пояса, распространенное на территорию всего пояса.

$$T_п = T_{гр} \pm №^{E}_{W} \qquad T_п = T_м + (\pm №^{E}_{W} \mp \lambda_с{}^{E}_{W}). \qquad (11)$$

Номер часового пояса (№ от 0 до 12 E и W) теоретически равен долготе места, выраженной в часовой мере и округленной до ближайшего целого часа. Например, для λ= 125°35,0' E = $8^ч22^м20^с$ E № = 8 E, а для λ = 127°35,0' E = $8^ч30^м20^с$ E № = 9 E. Фактические границы часовых поясов приведены на карте часовых поясов мира № 90080.

Декретное время ($T_д$) – поясное время, увеличенное постановлением правительства России на I час:

$$T_д = T_{гр} + №_д \qquad №_д = №^{E} + 1 = №_{W} - 1. \qquad (12)$$

Летнее время ($T_л$) – поясное (или декретное) время, увеличенное на 1 час (на территории России) постановлением правительства на летний период:

$$T_л = T_{гр} \pm №_л{}^{E}_{W}, \qquad №_л = №^{E} + 1, \qquad №_л = №_{W} - 1. \qquad (13)$$

Даты перехода с зимнего на летнее время и обратно указаны в таблицах на клапане карты часовых поясов мира № 90080.

Московское время ($T_{мос}$ или МВ) – поясное время третьего (с учетом декретного часа) пояса зимой и четвертого пояса летом:

$$T_{мос} = T_{гр} + 3^ч \text{(зимой)}, \qquad T_{мос} = T_{гр} + 4^ч \text{ (летом)}. \qquad (14)$$

Судовое время ($T_с$) – поясное время того часового пояса, по времени которого установлены судовые часы:

$$T_с = T_{гр} \pm №_с{}^{E}_{W}, \qquad T_с = T_м + (\pm №_с{}^{E}_{W} \mp \lambda_с{}^{E}_{W}). \qquad (15)$$

Звездное время (S) – промежуток времени в звездных единицах от кульминации точки Овна на данном меридиане до заданного

момента. Звездное время определяется периодом вращения Земли относительно точки весеннего равноденствия. Если не учитывать движения точки весеннего равноденствия, обусловленного прецессией и нутацией, то звездные сутки соответствуют одному полному обороту Земли вокруг собственной оси относительно неподвижных звезд и приблизительно на 4 минуты короче солнечных суток. Из-за неравномерности вращения Земли шкала звездного времени неравномерна, также как и шкала UT. Звездное время связано с всемирным временем особой зависимостью. Для перехода между двумя этими системами используется формула, рекомендованная Международной службой вращения Земли (МСВЗ). Звездное время используется для перевода положений небесных объектов из неподвижной системы координат во вращающуюся систему, связанную с Землей.

Стандартное время ($T_{ст}$) – система счета среднего времени, официально принятая на данной территории (оно иногда называется не совсем верно местным временем данной территории). Обычно отличается от всемирного на целое или полуцелое число часов:

$$T_{СТ} = T_{ГР} - \Delta T_{СТ}, \qquad (16)$$

где $\Delta T_{СТ} = T_{ГР} - T_{СТ}$ – поправка для перехода от стандартного к всемирному времени. Ее величина приводится в таблицах на правом клапане карты часовых поясов, а также и других пособиях [4,6].

Карта часовых поясов мира издается ГУНиО под № 90080, цветная, проекция Меркатора, масштаб 1:50 000 000, служит для общей ориентировки в положении фактических границ часовых поясов в районах и странах мира. На ней также показано положение демаркационной линии времени (линии перемены дат) и приведены некоторые другие сведения о порядке счета времени. На клапане карты приведены поправки для перехода от стандартного времени, принятого на данной территории, к всемирному.

Схема карты приведена на переднем форзаце МТ-2000. Чаще всего в практике морского судовождения используются судовое время, стандартное, гринвичское и местное среднее солнечное время. Расчеты выполняются по формулам 25–29 с точностью до 1 минуты для судового и до 1 секунды для остальных систем времени. Долгота места судна в данных формулах должна быть представлена в часовой мере. Перевод из градусной меры в часовую меру может выполняться по табл. 39 МТ-75, по приложению

3 МАЕ или же по схеме: делить на 15, остаток умножать на 4 и т.д. (см. пример 1). Номер пояса получается как частное от деления долготы в градусах на 15°, округленное до целого. При выполнении расчетов следует помнить главное правило знаков – чем восточнее меридиан, тем время на нем больше. При переводе времени с данного меридиана на другой лучше применять прием «через Гринвич», т.е. сначала перевести время в $T_{гр}$, а затем пересчитать на другой меридиан или другую систему счета времени долготой, номером пояса и т.д.

В задачах № 701–730 (табл. 12) рассчитать местное $T_м$, поясное $T_п$ и судовое время $T_с$ .

Таблица 12

**Данные для расчета местного, поясного и судового времени по гринвичскому времени**

| № задачи | Дата | *T*гр | λ | № задачи | Дата | *T*гр | λ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 701 | 31/VIII | 19ч47м50с | 164° 47,5'E | 716 | 1/IV | 5ч 32м 18с | 109 36,5 W |
| 702 | 1/V | 5 12 09 | 92 50,0 W | 717 | 30/VI | 19 53 49 | 84 15,0 E |
| 703 | 18/IV | 20 17 18 | 103 12,5 E | 718 | 23/IX | 6 40 50 | 99 27,5 W |
| 704 | 30/IX | 21 08 40 | 148 47,5 E | 719 | 1/II | 7 21 39 | 137 48,5 W |
| 705 | 1/IV | 5 49 52 | 89 12,0 W | 720 | 30/IX | 20 18 17 | 80 19,0 E |
| 706 | 17/XI | 6 51 27 | 173 25,0 W | 721 | 18/V | 21.04 39 | 154 30,5 E |
| 707 | 22/XII | 12 36 38 | 42 04,0 W | 722 | 1/IV | 6 40 21 | 148 19,5 W |
| 708 | 1/VIII | 5 23 46 | 151 27,5 W | 723 | 15/VI | 8 01 43 | 5 23,0 E |
| 709 | 30/IV | 21 45 15 | 139 08,0 E | 724 | 1/IX | 5 19 17 | 89 46,5W |
| 710 | 31/X | 20 52 39 | 169 47,5 E | 725 | 17/VIII | 14 30 29 | 131 15,0 W |
| 711 | 27/III | 6 30 20 | 71 15,0 W | 726 | 22/X | 21 30 18 | 66 35,0 E |
| 712 | 1/XI | 7 01 35 | 120 45,5 W | 727 | 14/III | 20 46 15 | 98 40,5 E |
| 713 | 31/XII | 20 07 15 | 109 24,5 E | 728 | 19/XII | 6 50 17 | 152 30,0 W |
| 714 | 14/VIII | 10 12 37 | 156 49,0 W | 729 | 31/III | 21 15 46 | 83 19,5 E |
| 715 | 31/VIII | 2156 18 | 65°38,5'E | 730 | 1/X | 5 57 39 | 113 41,5 W |

Определение поясного $T_п$, декретного $T_д$, судового $T_с$ и стандартного времени $T_{ст}$ в пункте В по судовому $T_с$, декретному $T_д$ или по стандартному времени $T_{ст}$ пункта А. Информация о принятом времени в том или другом государстве, районе и т. д. приводится на картах часовых поясов, в “Admiralty list of radio signals”, “The Nautical Almanac”, выдержки из которого приведены в приложении 1, и других справочниках. В этих же пособиях приведена

информация о поправках к стандартному времени $\Delta T_{СТ}$, принятых в разных государствах для перехода к гринвичскому времени в разные сезоны года. Поправки к стандартному времени $\Delta T_{СТ}$ соответствуют равенству $\Delta T_{СТ} = T_{ГР} - T_{СТ}$ и приведены в приложении 1. При переводе времени и в этом случае лучше применять прием «через Гринвич», т.е. сначала перевести время в $T_{гр}$, а затем пересчитать на другой меридиан или другую систему счета времени долготой, номером пояса и т.д.

**Пример 5**. 30/VI 2001 г. На судне в порту Выборг установлено судовое время, равное летнему декретному времени в г. Выборге $T_С = T_{СТ} = 20^ч15^м$. Рассчитать на этот момент гринвичское время $T_{ГР}$, судовое время $T_С$ в $\lambda = 174°21'W$ и стандартное время $T_{СТ}$ в порту Сингапур.

**Решение.** 1. Рассчитываем $T_{ГР}$ и $T_С$ в $\lambda = 174°21'W$. Номер пояса 12W.

| | |
|---|---|
| В Выборге | $T_С = 20^ч45^м$ 30/VI |
| Для Выборга летом | $\Delta T_{СТ} = -4$ |
| Для $\lambda = 174°21'W$ | $T_{ГР} = 16^ч15^м$ 30/VI |
| | $№_W = -12$ |
| В $\lambda = 174°21'W$ | $T_С = 4^ч45^м$ 30/VI |

2. Рассчитываем стандартное время $T_{СТ}$ в порту Сингапур. Из справочных пособий (см. приложение) выбираем поправку к стандартному времени для перехода к гринвичскому $\Delta T_{СТ} = -7^ч30^м$.

| | |
|---|---|
| В Выборге | $T_С = 20^ч45^м$ 30/VI |
| | $\Delta T_{СТ} = -4$ |
| Для Выборга летом | $T_{ГР} = 16^ч15^м$ 30/VI |
| Для Сингапура | $\Delta T_{СТ} = -7\ 30$ |
| В Сингапуре | $T_{СТ} = 23^ч45^м$ 30/VI |

**Пример 6**. 20/XI 2001 г. На судне, стоящем в порту Владивосток, установлено судовое время, равное декретному времени в г. Владивостоке $T_С = T_Д = T_{СТ} = 08^ч40^м$. Судно отходит в порт Сан-Франциско (США). Рассчитать: 1) стандартное время $T_{СТ}$ в порту Сан-Франциско во время отхода судна; 2) поправку времени на летний сезон $\Delta T_{СТ}$ в порту Сан-Франциско; 3) что произойдет с датой при переходе судном демаркационной линии; 4) на какое время будут переведены судовые часы во время плавания.

**Решение.** 1. Рассчитываем $T_{ст}$ в порту Сан-Франциско. Из справочных пособий выбираем поправку времени на зимний сезон (20/XI): $\Delta T_{ст} = +8$

| | |
|---|---|
| Во Владивостоке | $T_с = 8^ч40^м$ 20/XI |
| Для Владивостока зимой | $T_{ст} = -10$ |
| Для Сан-Франциско | $T_{гр} = 22^ч40^м$ 19/XI |
| | $\Delta T_{ст} = +8$ |
| В Сан-Франциско | $T_{ст} = 14^ч40^м$ 19/XI |

Из справочных пособий (см. приложение к данным указаниям) выбираем поправку времени на летний сезон: $\Delta T_{ст} = +7^ч$.

С первой полночи после перехода судном демаркационной линии одна и та же дата будет повторяться дважды.

Не учитывая повторения даты, получим $14^ч40^м - 8^ч40^м = 6^ч$, т. е. Судовые часы будут переведены вперед на 6 ч.

В задачах № 761–790 приведены условия задач на перевод времени.

761. 23/VIII 2001 г. В $T_с = 18^ч32^м$ судно находится в долготе $\lambda = 126°18'W$. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{гр}$ и стандартное время $T_{ст}$ в портах Сирии и поправку $\Delta T_{ст}$ на зимний сезон.

762. 1/X 2001 г. В $T_с = 4^ч24^м$ судно находится в долготе $\lambda = 94°18'E$. Рассчитать на этот момент гринвичское время $T_{гр}$ и стандартное время $T_{ст}$ в порту Галифакс (Канада) и поправку $\Delta T_{ст}$ на период зимнего сезона.

763. 31/V 2001 г. Декретное летнее время в г. Ленинграде $T_{ст} = 20^ч48^м52^с$. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{гр}$ и стандартное время $T_{ст}$ в порту Сидней (Австралия) и поправку $\Delta T_{ст}$ в портах штата Западная Австралия.

764. 2/IV 2001 г. Декретное летнее время в г. Владивостоке $T_{ст} = 8^ч37^м15^с$. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{гр}$ и стандартное время $T_{ст}$ в порту Балтимор (США), а также поправку $\Delta T_{ст}$ на летнее время.

765. 10/I 2001 г. Декретное время в г. Одессе $T_{ст} = 23^ч40^м\ 16^с$. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{гр}$ и стандартное время $T_{ст}$ в порту Бомбей (Индия), а также поправку $\Delta T_{ст}$ для о. Шри-Ланка.

766. 1/IX 2001 г. Декретное летнее время в порту Мурманск $T_{ст} = 1^ч32^м45^с$. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{гр}$ и стандартное время $T_{ст}$ в порту Рио-де-Жанейро (Бразилия).

767. 26/V 2001 г. Декретное летнее время в порту Владивосток $T_{ст} = 12^ч18^м20^с$. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{гр}$ и стан-

дартное время $T_{ст}$ в порту Сан-Франциско (США), а также поправку $\Delta T_{ст}$ на зимнее время.

768. 25/V 2001 г. Стандартное время в порту Сан-Франциско $T_{ст} = 19^{ч}18^{м}20^{с}$. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{гр}$ и декретное летнее время $T_{ст}$ в порту Владивосток.

769. 1/II 2001 г. Декретное время в г. Москва $T_{ст} = 2^{ч}40^{м}15^{с}$. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{гр}$ и стандартное время $T_{ст}$ в Чили.

770. 31/1 2001 г. Стандартное время в Чили $T_{ст} = 19^{ч}40^{м}15^{с}$. Рассчитать на этот момент $T_{гр}$ и стандартное время $T_{ст}$ в г. Одесса.

771. 27/X 2001 г. Судно стоит в порту Владивосток. Судовые часы установлены по декретному времени города $T_{с} = T_{д} = T_{ст} = 10^{ч}32^{м}$. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{гр}$ и стандартное время $T_{ст}$ в порту Монтевидео (Уругвай). На какое время будут переведены часы при следовании судна в порт Монтевидео и что произойдет с датой при пересечении линии смены дат?

772. 1 /VII 2001 г. На судне в порту Ленинград судовые часы установлены по декретному летнему времени города $T_{с} = T_{д} = T_{ст} = 4^{ч}08^{м}$. Рассчитать на этот момент гринвичское время $T_{гр}$, стандартное время $T_{ст}$ в порту Нью-Йорк и поправку времени $\Delta T_{ст}$ на зимний период.

773. 22/XII 2001 г. В долготе $\lambda = 27°15'E$ показание судовых часов $T_{с} = 4^{ч}08^{м}$. Рассчитать на этот момент гринвичское время $T_{гр}$ и стандартное время $T_{ст}$ в Аргентине, а также поправку времени $\Delta T_{ст}$ в Аргентине на зимний период.

774. 20/IV 2001 г. В долготе $\lambda = 80°42'W$ показание судовых часов $T_{с} = 21^{ч}42^{с}$ Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{гр}$ и стандартное время $T_{ст}$ в Аргентине, а также поправку времени $\Delta T$ на летний период.

775. 18/III 2001 г. В г. Архангельск декретное время $T_{ст} = 6^{ч}18^{м}$. Рассчитать на этот момент гринвичское время $T_{гр}$ и показание судовых часов $T_{с}$ в $\lambda = 81°15'W$.

776. 20/VI 2001 г. В порту Мурманск судовые часы установлены по декретному летнему времени г. Мурманск $T_{с} = T_{д} = T_{ст} = 18^{ч}47^{м}$. Рассчитать на этот момент гринвичское время $T_{гр}$ и показание судовых часов $T_{с}$ в $\lambda = 145°27'E$.

777. 12/IX 2001 г. На судне в порту Владивосток судовые часы установлены по декретному летнему времени города $T_{с} = T_{д} = T_{ст} = 22^{ч}40^{м}$. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{гр}$ и судовое время $T_{с}$ в долготе $\lambda = 113°42'W$.

778. 9/X 2001 г. Декретное время в порту Одесса $T_{СТ} = 23^{Ч}15^{М}$. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{ГР}$ и судовое время $T_С$ в долготе $\lambda = 145°12'E$.

779. 16/II 2001 г. На судне в порту Рига судовые часы установлены по декретному времени города $T_С = T_Д = T_{СТ} = 15^{Ч}09^{М}$. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{ГР}$ и судовое время $T_С$ в долготе $\lambda = 134°40'E$.

780. 30/XI 2001 г. Судно находится в долготе $\lambda = 15°19'W$. Показание судовых часов $T_С = 23^{Ч}15^{М}$. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{ГР}$ и стандартное время $T_{СТ}$ в порту Сингапур.

781. I/VI 2001 г. В $T_С = 2^{Ч}37^{М}$ судно находится в долготе $\lambda = 145°20'E$. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{ГР}$ и стандартное время $T_{СТ}$ в Исландии, а также поправку $\Delta T_{СТ}$ на зимнее время.

782. 12/III 2001 г. В $T_С = 4^{Ч}20^{М}$ судно находится в поясе № = 7W. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{ГР}$ и стандартное время $T_{СТ}$ в порту Мадрас (Индия).

783. 19/V 2001 г. В $T_С = 22^{Ч}15^{М}$ судно находится в поясе № = 6E. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{ГР}$ и стандартное время $T_{СТ}$ в порту Лос-Анджелес (США), а также поправку $\Delta T_{СТ}$ на зимнее время и что произойдет с датой, если судно, следуя в восточном направлении, пересечет демаркационную линию.

784. 18/VI 2001 г. В $T_С = 5^{Ч}20^{М}$ судно находится в поясе № = 8W. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{ГР}$ и судовое время $T_С$, установленное по декретному летнему времени $T_С = T_Д = T_{СТ} = T_Л$ в порту Владивосток, а также что произойдет с датой, если судно, следуя в порт Владивосток, пересечет линию смены дат.

785. 14/IX 2001 г. На судне в порту Корсаков (о. Сахалин) судовые часы установлены по декретному летнему времени порта и $T_С = T_Д = T_{СТ} = 19^{Ч}20^{М}$. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{ГР}$ и стандартное время $T_{СТ}$ в порту Сан-Франциско (США), а также поправку времени $\Delta T_{СТ}$ на зимнее время и что произойдет с датой при следовании судна в порт Сан-Франциско.

786. 7/III 2001 г. В порту Архангельск декретное время $T_Д = T_{СТ} = 0^{Ч}18^{М}20^{С}$. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{ГР}$ и стандартное время $T_{СТ}$ в порту Генуя (Италия).

787. 19/V 2001. На судне, которое находится в поясе № = 2E, судовое время $T_С = 20^{Ч}55^{М}$. Рассчитать на этот момент гринвичское время $T_{ГР}$ и стандартное время $T_{СТ}$ в Бирме.

788. 22/II 2001 г. В $T_C = 19^{ч}40^{м}$ судно находится в поясе № = 3W. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{ГР}$ и стандартное время $T_{СТ}$ в порту Александрия (APE), а также поправку $\Delta T_{СТ}$ на летнее время.

789. 15/III 2001 г. В $T_C = 22^{ч}15^{м}$ судно находится в поясе № = 4W. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{ГР}$ и стандартное время $T_{СТ}$ в порту Стамбул (Турция).

790. 27/IV 2001 г. В $T_C = 20^{ч}30^{с}$ судно находится в поясе № = lE. Рассчитать на этот момент гринвичское $T_{ГР}$ и стандартное время $T_{СТ}$ на Маршалловых островах.

Для расчетов поправок хронометра $u_{хр}$, часов и суточного хода ω хронометра необходимо изучить §§ 34–37 и прорешать примеры 29–34.

Суточный ход хронометра ω рассчитывают по формуле

$$\omega = (u_{хр2} - u_{хр1}) / \Delta T_{СУТ}, \qquad (17)$$

Где $u_{хр1}$ и $u_{хр2}$ – поправки хронометра, определенные в моменты $T_{гр1}$ и $T_{гр2}$;

$\Delta T_{СУТ} = T_{гр2} - T_{гр1}$ – промежуток времени между определенными поправками хронометра, выраженной в сутках и их долях до 0,01. Доли суток выбираются из МТ–75, табл. 43 или рассчитывается с помощью микрокалькулятора (МК). Поправка хронометра по его суточному ходу ω методом экстраполяции вычисляется по формуле

$$u_{хр3} = u_{хр2} + \omega * (T_{гр3} - T_{гр2}), \qquad (18)$$

Где $u_{хр3}$ – искомая поправка хронометра на момент $T_{гр3}$;

$u_{хр2}$ – известная последняя поправка хронометра на момент $T_{гр2}$.

**Пример**. 31/VIII 2001 г. в $T_{гр1} = 6^{ч}00^{м}$ определили по радиосигналам времени $u_{хр1} = -1^{м}20{,}4^{с}$. 2/IX 2001 г. в $T_{гр2} = 12^{ч}00^{м}$ определили вторую поправку $u_{хр2} = -1^{м}25{,}6^{с}$. Рассчитать суточный ход и по нему поправку хронометра $u_{хр3}$ на 5/1X $T_{гр3}=16^{ч}00^{м}$. Рассчитать суточный ход ω и по нему поправку хронометра $u_{хр3}$ на 5/1X $T_{гр3}=16^{ч}00^{м}$.

**Решение.** 1. Рассчитываем промежуток времени $\Delta T_{СУТ}$:

$$\Delta T_{СУТ} = 2/1X\ 12^{ч}00^{м} - 31/VIII\ 6^{ч}00^{м} = 2{,}25 \text{ сут.}$$

2. Рассчитываем суточный ход хронометра ω:

$$\omega = (-1^{м}25{,}6^{с} + 1^{м}20{,}4^{с}) / 2{,}25 \text{ сут} = -5{,}2^{с}/2{,}25 \text{ сут} = -2{,}31^{с}.$$

3. Рассчитываем $\Delta T_{СУТ}$ для разности $T_{гр3} - T_{гр2}$ :

$$\Delta T_{СУТ} = 5/1X\ 16^{ч}00^{м} - 2/IX\ 12^{ч}00^{м} = 3{,}17 \text{сут.}$$

4. Рассчитываем поправку хронометра $u_{хр3}$ на момент $T_{гр3}$ :

$$u_{хр3} = -1^{м}25{,}6^{с} + (-2{,}31^{с}) * 3{,}17 \text{сут} = -1^{м}32{,}9^{с}.$$

В задачах № 791–820, представленных в табл. 13 рассчитать ω и $u_{хр3}$ поправку хронометра на момент $T_{гр3}$, по суточному ходу.

Таблица 13

**Данные для расчета поправки и суточного хода хронометра**

| № задачи | $T_{гр1}$ | $u_{хр1}$ | $T_{гр2}$ | $u_{хр2}$ | $T_{гр3}$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 791 | 22/I 08 00 | + 04$^{м}$ 15, 5$^{с}$ | 25/IV 12$^{ч}$00$^{м}$ | +04 $^{м}$49,6$^{с}$ | 26/IV 14$^{ч}$00$^{м}$ |
| 792 | 5/1 12 00 | –1 37,5 | 7/1 8 00 | –1 35,8 | 9/1 12 00 |
| 793 | 26/VII 10 00 | –1 22,8 | 30/VII 8 00 | –1 27,0 + | 2/VIII 10 00 |
| 794 | 19/1X 8 00 | +0 54,3 | 22/IX 16 00 | 0 49,4 | 24/IX 22 00 |
| 795 | 17/II 16 00 | +2 17,4 | 18/II 20 00 | +2 16,2 | 20/II 4 00 |
| 796 | 22/XI 8 00 | +3 49,2 | 26/XI 10 00 | +3 37,8 | 29/XI 8 00 |
| 797 | 15/XII 12 00 | –4 52,8 | 19/XII 18 00 | –4 38,4 | 21/XII 14 00 |
| 798 | 2/II 3 00 | –0 52,6 | 8/II 15 00 | –0 39,6 | 11/II 22 00 |
| 799 | 30/VIII 5 00 | +10 23,9 | 4/IX 19 00 | +10 12,7 | 7/IX 21 00 |
| 800 | 22/I 11 00 | –0 05,0 | 30/I 12 00 | +0 11,0 | 4/II 10 00 |
| 801 | 30/III 3 00 | +4 06,5 | 4/IV 3 00 | +4 14,0 | 7/IV 16 00 |
| 802 | 24/IV 6 00 | +0 11,5 | 1/V 14 00 | –0 10,5 | 3/V 6 00 |
| 803 | 29/VIII 18 00 | –3 19,0 | 8/IX 22 00 | –3 10,2 | 10/IX 18 00 |
| 804 | 10/X 23 00 | –0 15,0 | 18/X 19 00 | +0 15,0 | 21/X 2 00 |
| 805 | 1/XI 4 00 | –2 10,4 | 7/XI 15 00 | –2 21,5 | 9/XI 20 00 |
| 806 | 12/XII 20 00 | –0 16,0 | 22/XII 21 00 | –0 26,3 | 24/XII 23 00 |
| 807 | 20/IV 7 00 | +4 16,5 | 23/IV 11 00 | +4 20,6 | 26/IV 15 00 |
| 808 | 4/I 11 00 | –1 36,5 | 6/I 7 00 | –1 34,8 | 10/I 13 00 |
| 809 | 24/VII 8 00 | –1 22,8 | 28/VII 6 00 | –1 27,0 | 29/VII 10 00 |
| 810 | 28/XI 10 00 | +5 08,0 | 5/XII 10 00 | +5 20,7 | 8/XII 18 00 |
| 811 | 17/IX 5 00 | +0 54,3 | 20/IX 13 00 | +0 49,4 | 23/IX 17 00 |
| 812 | 15/II 10 00 | +2 17,4 | 16/II 14 00 | +2 16,2 | 18/II 4 00 |
| 813 | 20/XI 6 00 | +3 50,2 | 24/XI 8 00 | +3 38,8 | 27/XI 13 00 |
| 814 | 1/II 2 00 | –0 51,6 | 7/II 14 00 | –0 38,6 | 10/II 21 00 |
| 815 | 29/III 4 00 | +4 07,5 | 7/IV 4 00 | +4 15, 0 | 11/IV 10 00 |
| 816 | 6/X 14 00 | +6 20,0 | 16/X 5 00 | +6 18,5 | 18/X 11 00 |
| 817 | 8/VII 1 00 | +0 41,0 | 18/VII 13 00 | +0 47,0 | 19/VII 21 00 |
| 818 | 2/IV 3 00 | –7 39,5 | 3/IV 9 00 | –7 36,5 | 7/IV 11 00 |
| 819 | 11 /V 11 00 | +0 56,0 | 13/V 17 00 | +1 00,7 | 17/V 3 00 |
| 820 | 15/IX 17 00 | +0 25,8 | 27/IX 16 00 | +0 02,0 | 30/IX 12 00 |

Определение поправки хронометра $u_{хр}$ или поправки палубных часов $u_{ч}$ по сличению. Сличение *сл* – разность одновременных показаний хронометра и часов, т. е.

$$сл = T_{хр} - T_{ч}, \qquad (19)$$

где $T_{хр}$ и $T_ч$ – время по хронометру и время по палубным часам в один и тот же момент.

Произведя сличение и зная поправку палубных часов, можно рассчитать поправку хронометра и наоборот:

$$u_{хр} = u_ч - сл \qquad u_ч = u_{хр} + сл. \qquad (20)$$

**Пример 1.** $T_{хр} = 5^ч27^м15{,}0^с$; $T_ч = 5^ч26^м22{,}6^с$; $u_ч = -1^м12{,}4^с$. Рассчитать $u_{хр}$.

**Решение**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $T_{хр}$ | $5^ч27^м15{,}0^с$ | $u_ч$ | $-1^м12{,}4^с$ |
| $T_ч$ | $5^ч26^м22{,}6^с$ | *сл* | $+52{,}4^с$ |
| *сл* | $+52{,}4^с$ | $u_{хр}$ | $-2^м04{,}8^с$ |

**Пример 2.** $T_{хр} = 9^ч37^м24{,}5^с$; $T_ч = 9^ч38^м30{,}5^с$; $u_{хр} = +0^м52{,}2^с$. Рассчитать $u_ч$.

**Решение**

| | | | |
|---|---|---|---|
| $T_{хр}$ | $T_{хр}$ $9^ч37^м24{,}5^с$ | $u_{хр}$ | $+0^м52{,}2^с$ |
| $T_ч$ | $9^ч38^м30{,}5^с$ | *сл* | $-1^м06{,}0^с$ |
| *сл* | $-1^м06{,}0^с$ | $u_ч$ | $0^м13{,}8^с$ |

В задачах № 821–835, представленных в табл. 14 рассчитать $u_{хр}$ поправку хронометра .

Таблица 14

**Данные для расчета поправки хронометра**

| № задачи | $T_{хр}$ | $T_ч$ | $u_ч$ | № задачи | $T_{хр}$ | $T_ч$ | $u_ч$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 821 | $11^ч47^м38{,}5^с$ | $11^ч49^м40{,}2^с$ | $-4^м15{,}6^с$ | 829 | $4^ч39^м21{,}5^с$ | $4^ч33^м42{,}2$ | $+12^м20{,}2^с$ |
| 822 | 6 08 27,0 | 6 06 14,8 | –2 10,8 | 330 | 7 21 33,5 | 7 17 29,4 | –1 18,4 |
| 823 | 10 32 24,5 | 10 33 56,0 | +1 26,0 | 831 | 9 36 24,0 | 9 38 52,0 | –6 21,2 |
| 824 | 3 17 28,0 | 3 10 37,2 | + 0 53,0 | 832 | 6 42 16,5 | 6 40 15,8 | +3 40,0 |
| 825 | 5 42 39,5 | 5 42 12,4 | + 6 38,4 | 833 | 11 57 42,0 | 1 53 31,0 | +2 53,8 |
| 826 | 2 28 40,5 | 2 33 24,5 | –1 15,8 | 834 | 2 11 39,0 | 2 10 47,6 | +0 35,4 |
| 827 | 1 41 15,0 | 1 37 12,8 | + 0 42,0 | 835 | 10 09 28,5 | 10 08 30,2 | –4 17,0 |
| 828 | 8 50 43,0 | 8 53 36,2 | –3 24,6 | | | | |

В задачах № 836–850, представленных в табл. 15 рассчитать поправку палубных часов.

Таблица 15

**Данные для расчета поправки палубных часов**

| № задачи | $T_{хр}$ | $T_ч$ | $u_{хр}$ | № задачи | $T_{хр}$ | $T_ч$ | $u_{хр}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 836 | $10^ч36^м15,0$ | $10^ч32^м47,2^с$ | $+2^м41,4^с$ | 844 | $2^ч43^м26,5$ | $2^ч42^м37,2$ | $+8^м27,0^с$ |
| 837 | 8 28 26,5 | 8 31 15,4 | +0 15,6 | 845 | 6 38 54,0 | 6 32 48,0 | –0 42,2 |
| 838 | 3 46 37,0 | 3 49 22,6 | –9 23,2 | 846 | 7 15 43,5 | 7 13 34,0 | +5 36,8 |
| 839 | 9 32 29,0 | 9 36 27,8 | +4 38,0 | 847 | 1138 26,0 | 11 37 45,0 | –3 02,6 |
| 840 | 0 15 43,5 | 0 14 15,0 | –3 52,6 | 848 | 8 51 17,5 | 8 49 36,4 | –2 48,0 |
| 841 | 4 36 52,0 | 4 31 37,2 | –1 25,4 | 849 | 5 49 36,0 | 5 38 43,2 | –4 36,2 |
| 842 | 1 28 39,5 | 1 37 24,0 | +2 37,2 | 850 | 6 13 49,0 | 6 14 51,8 | –1 24,0 |
| 843 | 5 46 17,0 | 5 44 28,4 | –0 43,0 | | | | |

При выполнении расчетов времени необходимо следовать следующим правилам:

– в расчетах местного времени можно использовать только долготу места;

– в расчетах поясного и судового времени – только номер пояса;

– в расчетах стандартного времени – только поправку $\Delta T_{СТ}$;

– в расчетах гринвичского времени могут быть использованы все перечисленные поправки в зависимости от исходной системы;

– судовое время хранится с точностью до одной минуты.

Для успешного выполнения и защиты этой работы необходимы хорошие знания исчисления времени и законов суточного движения светил. Полученные знания следует проконтролировать с использованием контролирующей программы в компьютерном классе академии. Для подготовки к контролю знаний можно использовать нижеприведенные вопросы.

1. Чему равно звездное время в любой момент?
2. Что такое сутки?
3. Что принимается за начало суток?
4. Что определяет систему счета времени?
5. Что такое система счета времени?
6. Как рассчитать стандартное время в каком-либо государстве Земли?
7. Чем часовой угол отличается от времени и когда они равны?
8. С какой точностью хранится время в различных системах его счета?
9. Как передаются сигналы точного времени?

# PLACES SLOW ON UTC (WEST OF GREENWICH)

**The times given below should be added to Standard Time to give UTC**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Argentina | 03 | Chile | 04 |
| Bahamas* | 05 | Colombia | 05 |
| Barbados | 04 | Cuba* | 05 |
| Bermuda* | 04 | Ecuador | 05 |
| Bolivia | 04 | Costa Rica | 06 |
| **Brazil** | | **United States** | |
| SE coastal states * | 03 | Alaska, east of W. 169° 30' | 09 |
| NE coastal states | 03 | Aleutian Islands, west of W.169°30' | 10 |
| Amazones, NW State* | 04 | California | 08 |
| Western Para | 04 | Colorado | 07 |
| Territory of Acre | 05 | Connecticut | 05 |
| Jamaica | 05 | Delaware | 05 |
| Johnston Island | 10 | Florida | 05 |
| **Canada** Alberta* | 07 | Georgia | 05 |
| British Columbia* | 08 | District of Columbia | 05 |
| Labrador* | 04 | Indiana | 05 |
| Manitoba* | 06 | Maryland | 05 |
| New Brunswick* | 04 | Massachusetts | 05 |
| Newfoundland* | 0330 | Michigan | 05 |
| Northwest Territories* | | Mississippi | 06 |
| east of long. W. 85 | 05 | Nevada | 08 |
| long. W 85 to W. 102° | 06 | New Hampshire | 05 |
| west of long. W. 102 | 07 | New Jersey | 05 |
| Nova Scotia* | 04 | New Mexico | 07 |
| Ontario, east of long. W.90* | 05 | New York | 05 |
| west of long. W 90=* | 06 | Nebraska, eastern part | 06 |
| Prince Edward Island* | 04 | Ohio | 05 |
| Quebec, east of long. W.63 | 04 | Rhode Island | 05 |
| west of long. W. 63°* | 05 | South Carolina | 05 |
| Saskatchewan[3] | 06 | Washington | 08 |
| Yukon* | 08 | Wyoming | 07 |
| Panama, Republic of | 05 | Uruguay | 03 |
| Paraguay* | 04 | Venezuela | 04 |

[1] Summer time, one hour in advance of UTC, is kept from 2001 March $29^{d}$ $01^{h}$ to October $25^{d}$ $01^{b}$ UTC, subject to confirmation.

## PLACES NORMALLY KEEPING UTC

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ascension Island | Ghana | Irish Republic* | Portugal* |
| Burkina-Faso | Great Britain[1] | Ivory Coast | Senegal |
| Canary Islands* | Guinea-Bissau | Liberia | Sierra Leone |
| Channel Islands | Guinea Republic | Madeira* | Tristan da Cunha |
| Faeroes*, The | Iceland Mali | Mauritania | Togo Republic |
| Gambia | Ireland, Northern[1] | Morocco | |

* Summer time may be kept in these places.

[2] Summer time, one hour fast on the time given, is kept from the last Sunday in March to the last Sunday in October.

## PLACES FAST ON UTC (mainly those EAST OF GREENWICH)

| **Australia** | | Egypt, Arab Republic * | 02 |
|---|---|---|---|
| Australian Capital Territory* | 10 | Estonia* | 02 |
| New South Wales[1]* | 10 | India | 05 30 |
| Northern Territory | 0930 | Italy | 01 |
| Queensland | 10 | Japan | 09 |
| South Australia* | 0930 | Korea, North, | 09 |
| Tasmania* | 10 | | |
| Victoria* | 10 | **Kazakhstan** | |
| Western Australia | 08 | Western (Aktau)* | 04 |
| Bangladesh | 06 | Central (Atyrau)* | 05 |
| Bulgaria* | 02 | Eastern* | 06 |
| Burma (Myanmar) | 0630 | Kyrgyzstan* | 05 |
| China, People's Republic of | 08 | Latvia | 02 |
| Marshall Islands' | 12 | Lithuania* | 02 |
| Simferopol* | 03 | Singapore | 08 |
| Ukraine* | 02 | Sri Lanka | 06 30 |
| United Arab Emirates | 04 | Syria (Arab Republic)* | 02 |
| Uzbekistan | 05 | Turkmenistan | 05 |
| **Russia**[2] * Zone 1 Kaliningrad | 02 | Zone 6 Norilsk, Dikson | 07 |
| Zone 2 Moscow, St Petersburg | | Zone 7 Bratsk,Ulan-Ude | 08 |
| Arkhangelsk. NZemlya | 03 | Zone 8 Yakutsk, Tiksi | 09 |
| Zone 3 Samara, Izhevsk | 04 | Zone 9 Vladivostok, Ok- | 10 |
| Zone 4, Amderna, Novy Port | 05 | hotsk | |
| Zone 5 Omsk, Novosibirsk | 06 | Zone 10 Magadan, Yuzhno | 11 |
| Zone 11 Petropavlovsk, Pevek | 12 | Sakhalin, Kuril Islands* | 11 |

The times given above be subtracted from Standard Time to give UTC.

## Библиографический список

1. **Красавцев, Б.И.** Мореходная астрономия : учеб. для вузов / Б.И. Красавцев. – М. : Транспорт, 1986. – 256 с.

2. **Титов, Р.Ю.** Мореходная астрономия : учеб. / Р.Ю. Титов, Г.И. Файн. – М. : Транспорт, 1984. – 252 с.

3. Задачник по мореходной астрономии / Л.Ф. Черниев [и др]. – М. : Транспорт, 1984. – 248 с.

4. Мореходные таблицы (МТ-2000). – № 9011. – Спб. : ГУНиО МО, 2002. – 575 с.

5. Морской астрономический ежегодник (МАЕ). – № 9002. – Спб. : ГУНиО МО Ежегодное издание. – 320 с.

6. Практическое кораблевождение. Том 1. – № 9035.1. – Спб. : ГУНиО МО, 1988 – 896 с.

**Список вопросов к зачету**
**по дисциплине «Мореходная астрономия»**

1. Выверки секстана.
2. Определение поправки индекса.
3. Как измерить высоту светила?
4. Как организовать службу времени на судне?
5. Обращение с хронометром.
6. Как определить поправку хронометра и часов?
7. Как определить поправку компаса по методу моментов?
8. Как определить поправку компаса по восходу или заходу Солнца?
9. Как определить поправку компаса по Полярной звезде?
10. Как выполнить анализ полученных результатов по определению поправки компаса?
11. Как выполнить планирование обсервации по Солнцу?
12. Как выполнить планирование обсервации по Солнцу, Луне и Венере?
13. Как выполнить планирование обсервации по Солнцу и Луне?
14. Как выполнить планирование обсервации по звездам?
15. С какой целью выполняется планирование астронавигационных наблюдений?
16. Как определить место судна по Солнцу?
17. Как определить место судна по Солнцу, Луне и Венере?
18. Как определить место судна по двум звездам?
19. Как определить место судна по трем звездам?
20. Как определить место судна по четырем звездам?
21. Необходимость и сущность исправления измеренных высот светил.
22. Как исправить отсчет секстана Луны, когда вводится поправка за приведение к одному зениту?
23. Как найти место в фигуре погрешностей с учетом влияния случайных и систематических погрешностей?
24. Какие действия необходимо предпринять для уменьшения влияния погрешностей на обсервованные координаты судна?
25. Как определить широту места по меридиональной высоте Солнца и высоте Полярной звезды?

**Список тестовых вопросов**
**по теме**
**«Небесная сфера, основные формулировки и определения. Сферические системы координат: горизонтные, экваториальные, эклиптические, их взаимосвязь»**

1. Какая линия называется полуденной ?
2. Положение какого круга на сфере определяет высота ?
3. Как называются большие круги, проходящие через полюса мира ?
4. Положение какого круга на сфере определяет прямое восхождение ?
5. Какие круги являются основными в первой экваториальной системе координат ?
6. Чему равен угол между отвесной линией и плоскостью экватора ?
7. Положение какого круга на сфере определяет звездное дополнение ?
8. Чему равен горизонтальный угол при центре сферы между полуденной линией и плоскостью вертикала ?
9. Чему равен сферический угол между меридианами Гринвича и наблюдателя ?
10. Какой большой круг делит небесную сферу на надгоризонтную и подгоризонтную части ?
11. Какие круги являются основными в горизонтной системе координат ?
12. Какой большой круг делит небесную сферу на южную и северную части ?
13. Какие круги являются основными во второй экваториальной системе координат ?
14. Чем отличаются первая и вторая экваториальные системы координат ?
15. Чему равен угол пересечения плоскостей экватора и горизонта ?
16. Чему равна одна временная секунда в угловой мере ?
17. В какой точке пересекаются меридианы ?
18. Положение какого круга на сфере определяет склонение ?
19. Чему равен угол пересечения меридианов ?
20. Чему равен сферический угол между меридианами точки овна и наблюдателя?
21. В какой точке пересекаются вертикалы ?
22. В пересечении каких плоскостей образуется полуденная линия ?
23. Положение какого круга на сфере определяет часовой угол ?
24. Чему равно склонение зенита ?
25. Как называются большие круги, проходящие через отвесную линию ?
26. Как называются малые круги, проходящие перпендикулярно оси мира ?

27. Положение какого круга на сфере определяет азимут ?
28. Чему равен угол пересечения плоскостей экватора и меридиана точки
29. Овна ?
30. Как называются малые круги, проходящие перпендикулярно отвесной линии ?
31. Чему равен сферический угол между меридианом и вертикалом светила?
32. Положение какого круга на сфере определяет часовой угол точки Овна?
33. Как называются большие круги, проходящие через ось мира ?
34. Какая линия образуется при пересечении плоскостей горизонта и экватора ?
35. Чему равен угол между отвесной линией и направлением на светило ?
36. Какой большой круг делит небесную сферу на восточную и западную части ?
37. На какие части делит небесную сферу меридиан наблюдателя ?
38. Чему равен угол между осью мира и направлением на светило ?
39. Положение какого круга на сфере определяет полярное расстояние ?
40. Как называется часть небесной сферы , в которой светила не видны ?
41. Какая координата светила известна в момент истинного восхода ?
42. Чему равен сферический угол между меридианами Гринвича и овна?
43. Чему равен сферический угол между меридианами овна и светила ?
44. Какая координата Солнца известна в момент истинного полдня ?
45. Чему равен сферический угол между меридианами овна и светила ?
46. Чему равен сферический угол между меридианами овна и наблюдателя ?
47. Чему равно полярное расстояние зенита ?
48. Какие координаты определяют место светила в горизонтной системе координат ?
49. Какие координаты определяют место светила в первой экваториальной системе координат ?
50. Какие координаты определяют место светила во второй экваториальной системе координат ?
51. По каким правилам выполняется построение вспомогательной небесной сферы?
52. Как изменяется по величине зенитное расстояние ?
53. Как изменяется по величине звездное дополнение ?
54. Как изменяется по величине практический часовой угол ?

55. Как изменяется по величине вестовый часовой угол ?
56. Чему равен угол между полуденной линией и осью мира ?
57. Чему равен угол между полуденной и отвесной линиями ?
58. Чему равна высота полюса ?
59. Чему равно склонение полюса ?
60. Как называется меридиан, проходящий через зенит ?
61. Что такое снижение светила ?
62. Как изменяется по величине высота ?
63. Как изменяется по величине прямое восхождение ?
64. Как изменяется по величине склонение ?
65. Как изменяется по величине полярное расстояние?
66. Когда высота имеет наименование ?
67. Какая линия делит меридиан наблюдателя на полуденную и полуночную части ?
68. Чему равен угол между плоскостью горизонта и направлением на светило?
69. Чему равен угол пересечения плоскостей экватора и эклиптики ?
70. Чему равно зенитное расстояние полюса ?
71. Чему равен угол между плоскостями параллели и альмуантарата светила ?
72. С какими кругами могут совпадать суточные параллели светил ?
73. С какими вспомогательными кругами могут совпадать альмукантараты ?
74. Когда плоскость небесного экватора совпадает с плоскостью первого вертикала ?
75. Что такое кульминация ?
76. Чему равно склонение надира ?
77. Какие координаты светила не изменяются при суточном движении?
78. Какая координата светила известна при пересечении его центром меридиана наблюдателя ?
79. Какая координата светила известна при пересечении его центром истинного горизонта ?
80. Какая координата светила известна при пересечении его центром первого вертикала ?
81. Какая координата светила известна при пересечении его центром экватора?

Какая координата светила известна в момент кульминации ?

82. Как называется положение светила, в котором его центр имеет наибольшее удаление от меридиана наблюдателя ?
83. Какие светила при суточном движении пройдут через зенит?
84. Какие светила при суточном движении пройдут через надир?
85. Какие светила при суточном движении будут восходить?
86. Какие светила при суточном движении не будут восходить никогда?

87. Какие светила при суточном движении не будут заходить?

88. Какие светила при суточном движении будут пересекать первый вертикал?

89. Какие координаты светила изменяются равномерно при суточном движении?

90. Когда и где азимут светила изменяется быстрее при суточном движении?

91. Когда и где высота светила изменяется быстрее при суточном движении?

92. Когда и где азимут светила изменяется медленнее при суточном движении?

93. Когда и где высота светила изменяется медленнее всего при суточном движении?

94. Дать определение понятий: звездные сутки и звездное время. Указать неудобство звездного времени для обихода. Знать основную формулу времени.

95. Что такое сутки? .Что принимается за начало суток?

96. Что такое система счета времени? Что определяет систему счета времени?

97. Как рассчитать стандартное время в каком-либо государстве Земли?

98. Чем часовой угол отличается от времени и когда они равны?

99. С какой точностью хранится время в различных системах его счета?

100. Дать определение понятия – солнечные сутки. Указать неудобства солнечных суток в обиходе.

101. Что представляют собой среднее Солнце, средние солнечные сутки и среднее время? Дать определение понятия уравнение времени.

102. Написать формулы, связывающие среднее время с часовым углом Солнца и часовым углом точки Овна (звездным временем).

103. Всемирное время, поясное , декретное , судовое время и стандартное время. Дать определения понятий: местное время, местный часовой угол.

104. Указать правила расчета номера часового пояса по долготе. Сформулировать основное правило перевода времени с одного меридиана на другой. Указать элементы, связывающие местное время и местные часовые углы с гринвичским временем и гринвичскими часовыми углами

105. Что представляет собой линия смены дат? Действия судоводителя при ее пересечении.

106. Перечислить судовые измерители времени и указать их назначение. Пояснить правила ухода и обращения с хронометром.

107. Дать определение поправки хронометра (часов). Каким образом поправка хронометра (часов) может быть получена по радиосигналам времени?

108. Какие радиосигналы времени принимаются на судах в море? Какие данные о сигналах необходимы для их приема, где можно получить эти сведения?

109. Дать определение суточного хода хронометра. Как рассчитать суточный ход хронометра? Для, каких целей служит суточный ход хронометра? Каким образом по суточному ходу оценить качество хронометра? Каким образом определить поправку хронометра и часов по их сличению?

110. Каким образом зафиксировать момент по хронометру при помощи секундомера?

111. Правила расчета гринвичского времени по показаниям хронометра (часов) и поправке.

112. Для каких целей служит морской астрономический ежегодник? Указать таблицы и сведения, которые можно при помощи их выбрать. Что является основным аргументом входа в МАЕ?

113. 2. Написать формулы и составить схемы расчета звездного местного времени, часового угла и склонений звезд. Указать, по каким аргументам, и из каких таблиц МАЕ необходимые величины выбираются.

114. Написать формулы, составить схемы расчета часовых углов и склонений Солнца, Луны и планет. Указать по каким аргументам, и из каких таблиц МАЕ выбираются необходимые величины.

115. Что такое квазиразность ? Каковы их значения для Солнца, Луны и планет? Что представляют собой поправки за квазиразность? Что такое обычные разности Δ ? Что представляют собой поправки за обычные разности? Где приводятся квазиразности и разности? Где выбираются поправки на них?

116. Написать формулы, указать таблицы для выборок и составить схемы расчета судового времени кульминации светил. Почему при расчете судового времени кульминации Солнца не вводится поправка за долготу?

117. Указать, каким образом выбираются из МАЕ параллакс и полудиаметр Солнца, Луны и планет?

118. Какие виды сумерек принимаются в астрономии и что они собой представляют? Какие сумерки имеют важное значение в судовождении и почему?

119. Написать формулы, указать таблицы для выборок и составить схемы расчета судового времени восхода и захода Солнца, начала и конца сумерек.

120. Написать формулы, указать таблицы для выборок и составить схемы расчета судового времени восхода и захода Луны.

121. Что следует понимать под термином «звездная величина»? Какие звездные величины приняты для звезд, наблюдаемых невооруженным глазом? Как различаются звезды разных величин по яркости? Какие звезды принято называть навигационными, число их?

122. Какими приемами пользуются для распознавания звезд?

123. Назвать несколько основных созвездий и наиболее ярких звезд.

124. Назвать «исходные» созвездия, с которых удобно начинать изучение звездного неба. Нарисовать вид этих созвездий.

125. Как при помощи основных созвездий отыскать некоторые другие созвездия и отдельные звезды?

126. Показать на схематических рисунках расположение звезд в наиболее характерных созвездиях.

127. Что представляет собой звездный глобус? Указать основные круги, точки и линии на звездном глобусе.

128. Каким образом нанести на звездный глобус место Солнца, Луны и планет?

129. По каким элементам устанавливается звездный глобус перед использованием, и каким образом элементы для установки звездного глобуса получить?

130. Каким образом при помощи звездного глобуса определить наименование неизвестной звезды?

131. Каким образом при помощи звездного глобуса подобрать звезды (светила) для наблюдений? Каким образом опознать подобранные звезды на небосводе?

132. Каким образом следует использовать звездный глобус при изучении звездного неба?

133. На каком принципе основано устройство секстана? Какие законы оптики использованы в секстане? Сформулировать эти законы.

134. При помощи чертежа вывести связь между отсчетом на дуге лимба и измеряемым углом.

135. Назвать части секстана и указать назначение каждой из них.

136. Что представляют собой поправка индекса секстана и поправка места нуля? В каких случаях эти поправки равны?

137. В каких случаях поправка индекса «i» положительна (+) и в каких случаях отрицательна (-)?

138. Что представляет собой инструментальная поправка секстана?

139. Как определяется поправка индекса по различным ориентирам?

140. Как производится выверка секстана в судовых условиях?

141. Каким образом в судовых условиях производится уменьшении поправки индекса?

142. В чем состоит приготовление секстана к наблюдениям?

143. В чем заключается приготовление секстана к измерению горизонтальных и вертикальных углов между земными ориентирами и измерению высот светил?

144. Каким требованиям должно удовлетворять на судне место для измерения высот светил?

145. Какими приемами приводится изображение светил к горизонту при измерении светил?

146. Какова техника работы при непосредственном измерении высот светил вне меридиана?

147. Какие приемы применяются при измерении меридиональных высот светил?

148. Что представляет собой наклонение видимого горизонта? От каких причин оно зависит, и каким образом учитывается при исправлении высот? Написать формулу наклонения видимого горизонта.

149. Что представляет собой наклонение зрительного луча? От каких причин оно зависит, и каким образом учитывается при исправлении высот?

150. Что представляет собой суточный и горизонтальный параллакс светил, от каких причин они зависят? Указать значение горизонтального параллакса для различных светил.

151. Формула связи горизонтального параллакса с суточными. Где и по каким данным можно получить сведения о параллаксах светил и поправках за них? Что достигается исправлением светила за параллакс?

152. Дать подробные сведения о полудиаметре светил.

153. Написать общую формулу исправления высот светил.

154. Написать формулу исправления высот звезд, планет, Солнца и Луны. Составить схемы исправления высот применительно к этим формулам.

155. Характер ошибок наблюдений. Причины появления ошибок разного характера. Методы устранения или уменьшения влияния ошибок в зависимости от их характера.

156. Написать формулы среднеквадратических ошибок одиночных измерений, выраженных через истинные и вероятные ошибки. Написать формулу среднеквадратической ошибки среднего арифметического.

157. Проанализировать точность измерения высот светил над видимым горизонтом (исходя из частных случайных ошибок).

158. Написать формулу приведения высот светил к одному моменту и составить схему расчета.

159. Как произвести наблюдения и расчеты для определения среднеквадратической погрешности измерения высот светил без хода судна?

160. Вывести формулу приведения высот светил к одному зениту. Указать, как производится определение среднеквадратической погрешности измерения высот светил на ходу судна.

161. В чем сущность определения поправки компаса методом моментов, его преимущества перед методом высот?

162. Каковы общие требования к производству азимутальных наблюдений светил?

163. При помощи, каких таблиц может быть рассчитана поправка компаса (общий случай)? Как этими таблицами пользоваться?

164. Откуда получаются исходные данные для входа в таблице для расчета поправки компаса? .

165. Привести формулы расчета поправки компаса по разным таблицам и составить по ним схемы расчета.

166. Указать общий порядок работ при определении поправки компаса по Полярной звезде. Составить схему расчета поправки.

167. Указать общий порядок работ по определению поправки компаса в момент видимого восхода (захода) Солнца. Составить схему расчета поправки.

168. Написать формулы, связывающие географические координаты места судна со сферическими координатами его зенита.

169. Дать определение понятий: «Полюс освещения» и «Круг равных высот».

170. Указать порядок решения задачи определения места судна, по кругам равных высот, на глобусе.

171. Дать теоретические обоснования и указать правила практического выполнения проведения высотных линий положения от счислимой точки. Какая точка называется определяющей? Какие величины называется элементами ВЛП?

172. Указать правила прокладки высотных линий положения на морской карте и бумаге (специальных бланках).

173. Указать порядок практического выполнения определения места судна по одновременным наблюдениям двух светил с приведением высот к одному зениту.

174. Указать порядок практического выполнения определения места судна по трем и четырем светилам.

175. Каким образом получить вероятное место судна при наличии различных фигур погрешностей?

176. Написать формулу среднеквадратической погрешности определения места судна по двум светилам.

177. Каким образом получить радиальную погрешность места судна? Какова вероятность нахождения места судна в границах фигур погрешностей?

178. Доказать возможность прокладки линий положения из второй счислимой точки при определении места судна по разновременным наблюдениям светил.

179. Указать порядок практического выполнения определения места судна по разновременным наблюдениям светил.

180. Дать анализ точности определения места по разновременным наблюдениям Солнца. Указать при этом влияние погрешности в счислении. Как уменьшить влияния погрешности в счислении на точность определения места по разновременным наблюдениям светил?

181. До каких пределов можно пренебрегать ошибками от прокладки линий азимутов и линий положения прямыми? Как поступить, если ошибки вышли за положенные пределы?

182. Составить схему расчета h и A светил при помощи таблиц ТВА-57.

183. По каким аргументам и из каких таблиц выбираются основные величины и поправки к ним при расчетах h и A при помощи таблиц ТВА-57?

184. Указать общий порядок расчета h и A при помощи таблиц ТВА-57.

185. Вывести аналитически и чертежом формулы, связывающие меридиональную высоту светила с широтой места наблюдения.

186. Указать общий порядок работ при определении широты места судна по меридиональной высоте Солнца.

187. Указать, что представляет собой «редукция». Написать формулу редукции. Указать правила расчета редукции, составить схему расчета.

188. В чем состоит сущность определения широты места судна по высотам Полярной звезды? Вывести формулу основной поправки высоты Полярной звезды для определения широты.

189. Указать общий порядок работ при определении широты по высотам Полярной звезды.

190. Указать общий порядок работ при определении места судна по звездам, если одна из них Полярная.

191. Как выполняется приведение высот к одному зениту и построение линий положения для получения обсервованных координат, если при определении места по звездам, одна из них Полярная звезда?

192. Каким образом использовать одну высотную линию положения для обеспечения безопасности мореплавания и контроля счисления?

193. Рассчитытать приближенное значение всемирного времени и определить гринвичскую дату.