

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

**«Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет»**

(ФГБОУ ВО «ДАЛЬРЫБВТУЗ»)

Кафедра «Судовождение»

Мореходная астрономия

Методические указания по выполнению лабораторных работ
студентов и курсантов специальности 26.05.05. "Судовождение"
всех форм обучения

Владивосток
2021

УДК 629.12.053.11 (075.8)

ББК 31.235 я 734

В 613

Автор: Вовченко Н.В., ст. преподаватель кафедры
Судовождение Дальневосточного государственного технического
рыбохозяйственного университета

Печатается в авторской редакции.

© Вовченко Н.В., 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ СВЕТИЛ	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 ЗВЕЗДНЫЙ ГЛОБУС (ЗГ). РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МА НА ЗГ	18
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3 РАСЧЕТ ЗВЕЗДНОГО ВРЕМЕНИ	28
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4 СОЛНЕЧНОЕ СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ. ПЕРЕВОД ВРЕМЕНИ	31
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5 ХРОНОМЕТР. РАСЧЕТ ПОПРАВКИ ХРОНОМЕТРА.	36
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6 ВЫЧИСЛЕНИЕ ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ КООРДИНАТ СВЕТИЛ ПО МАЕ	42
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7 ВЫЧИСЛЕНИЕ ГОРИЗОНТНЫХ КООРДИНАТ СВЕТИЛ ПО ТВА-57.....	61
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8 ИСПРАВЛЕНИЕ ВЫСОТ СВЕТИЛ, ИЗМЕРЕННЫХ НАВИГАЦИОННЫМ СЕКСТАНОМ СНО-Т.	70
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9 ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОПРАВКИ КУРСУКАЗАТЕЛЯ ПО ЗВЕЗДЕ	76
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10 ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОПРАВКИ КУРСУКАЗАТЕЛЯ ПО ВИДИМОМУ ВОСХОДУ (ЗАХОДУ) СОЛНЦА	80
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 11 ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОПРАВКИ КУРСУКАЗАТЕЛЯ ПО ПОЛЯРНОЙ ЗВЕЗДЕ	90
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 12 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПО ОДНОВРЕМЕННЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ 2- Х СВЕТИЛ	93
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 13 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПО ОДНОВРЕМЕННЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ 3-Х СВЕТИЛ.	102
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 14 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПО ОДНОВРЕМЕННЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ 4-Х СВЕТИЛ	106
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 15 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА СУДНА ПО РАЗНОВРЕМЕННЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ СВЕТИЛ (СОЛНЦУ).....	109
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 16 ВЫЧИСЛЕНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ ПО МАРШРУТУ ПОХОДА И ПРИ СТОЯНКЕ В ПОРТУ	115

ВВЕДЕНИЕ

Мореходная астрономия, согласно Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1995 года, является дисциплиной для обязательного изучения при подготовке судоводителей в морских учебных заведениях и применения ее средств и методов в штурманской практике.

Развитие радиотехнических средств и спутниковой навигации, обеспечивающие получение координат места судна независимо от погоды, времени суток и района плавания, к настоящему времени заметно снизили роль мореходной астрономии в практике судовождения. Однако, прежние достоинства астрономических методов определения места судна такие, как экономичность и энергонезависимость, полная автономность и скрытность, надежность и возможность использования в любой точке земного шара до сих пор остаются актуальными. По этим причинам астрономические методы определения места судна и поправки компаса необходимо применять наряду с радиотехническими, используя их, как дополнительные средства контроля и дублирования обсерваций, а так же в аварийных случаях.

Данные методические указания содержат задания для решения основных задач мореходной астрономии, как для аудиторных занятий, так и для организации самостоятельной работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ СВЕТИЛ

Цель работы:

1. Изучить правила построения вспомогательной небесной сферы (ВНС), приблизительный расчёт высот и азимутов светил.
2. Изучить преобразование сферических координат светил.

Порядок построения ВНС:

1. Поместим точку O отдельно от изображения Земли (рис. 1).
2. Проведем относительно точки O круг произвольного радиуса и принимаем его за *меридиан наблюдателя*.

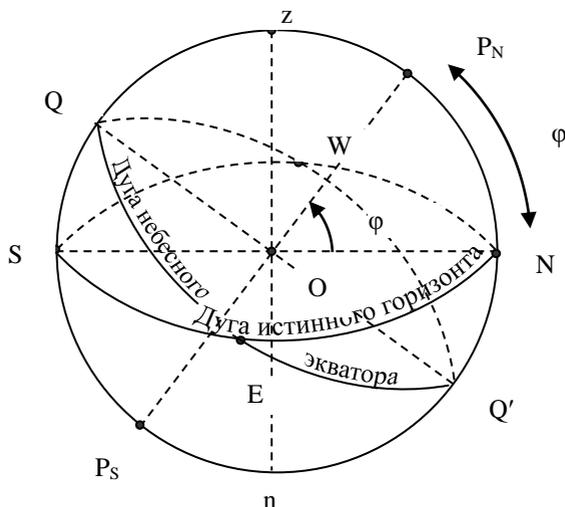


Рис. 1. Вспомогательная небесная сфера

3. Через центр круга O проведем отвесную линию ZOn и отметим на меридиане наблюдателя точки: над головой наблюдателя - Z (зенит), нижняя точка - n (надир).

4. Перпендикулярно *отвесной линии* Zn проводим *полуденную линию* NS и строим большой круг - *истинный горизонт*. Обозначаем буквами N (норд) и S (зюйд) точки пересечения истинного горизонта с меридианом наблюдателя. При построении обращаем особое внимание на расположение точек N и S :

– если точку N поместим справа, то перед плоскостью чертежа (перед наблюдателем) будет расположена восточная половина сферы - E ;

– если же точку N поместим слева, к нам, то есть перед наблюдателем будет расположена западная W часть сферы.

Как нанести точки N и S , определяем из условия задачи, обычно - по наименованию азимута или практического часового угла.

5. От точки N или S (одноименной с широтой) откладываем в сторону зенита по меридиану наблюдателя дугу, равную широте φ , и отмечаем повышенный полюс - P_N при северной широте φ_N или P_S при южной широте φ_S . Через полученный полюс мира P_N или P_S и центр сферы O проводим ось мира до пресечения с меридианом наблюдателя и наносим положение пониженного полюса.

6. Перпендикулярно оси мира $P_N P_S$ проведем небесный экватор $QEQ'W$, точки его пересечения с небесным меридианом наблюдателя - EQ . Через точки EQ провести большой круг:

– сплошной линией - обращенную к нам (наблюдателю) его половину, отметить в пересечении с плоскостью горизонта точкой E (или W);

– пунктирной линией половину круга расположенную за плоскостью чертежа сферы, отметить в пересечении с плоскостью горизонта точкой W (или E).

7. Нанести на ВНС по координатам видимые места светил: s_1, s_2, s_3 .

В результате построения вспомогательной небесной сферы получим основные точки, линии и круги, которые в дальнейшем потребуются для определения координат светил.

1. Диаметр ZOn — отвесная линия, пересекаясь с меридианом наблюдателя образует две точки: над головой наблюдателя точка Z (*зенит*); нижняя точка - n (*надир*). Через центр круга O проведем отвесную линию ZOn и отметим на меридиане наблюдателя точки: над головой наблюдателя - Z (зенит), нижняя точка - n (надир).

2. Большой круг $NESW$, плоскость которого перпендикулярна отвесной линии, называется *истинным горизонтом*. Он делит сферу на две части: *надгоризонтную*, в которой расположен зенит, и *подгоризонтную*, в которой расположен надир.

3. Точки пересечения оси мира $P_N P_S$ с небесной сферой дают полюсы мира: P_N - *северный*, P_S - *южный*. Полюс мира

расположенный в надгоризонтной части сферы получил название повышенного полюса мира (на рис.2. P_N – *повышенный полюс мира*), а в подгоризонтной части сферы получил название пониженного полюса мира (на рис.2. P_S – *пониженный полюс мира*). Наименование повышенного полюса всегда одинаково с наименованием географической широты ϕ наблюдателя.

4. Ось мира $P_N P_S$ (см. рис.1.) делит меридиан наблюдателя на две части: *полуденную*, на которой находится зенит $P_N Z P_S$, и *полуночную* $P_N n P_S$ с точкой надира (на рисунке проведена волнистой линией). Эти названия связаны с прохождением Солнца через соответствующие части меридиана наблюдателя около полудня или полуночи.

5. Большой круг $Z P_N N Q' n P_S S Q$, плоскость которого параллельна географическому меридиану земного наблюдателя, называется *меридианом наблюдателя*, а линия, параллельная оси вращения Земли называется *осью мира*.

6. Меридиан наблюдателя $Z P_N N Q' n P_S S Q$ делит сферу на *восточную* и *западную* половины. На рис. 1. к наблюдателю обращена восточная половина сферы, а за плоскостью чертежа расположена западная половина сферы. Пересечение плоскости истинного горизонта и меридиана наблюдателя дает *полуденную линию* NS и точки горизонта N (норд - север) и S (зюйд – юг).

7. Пересечение плоскости экватора и плоскости истинного горизонта дает линию EW с точками E (*восток*), W (*запад*). С учетом найденных ранее точек N и S , плоскость истинного горизонта делится на четверти NO, SO, SW, NW .

8. Большой круг $QEQWQ_1$, плоскость которого перпендикулярна оси мира $P_N P_S$, называется *небесным экватором*. Небесный экватор делит сферу на северную (с северным полюсом мира - P_N) и южную половины (с южным полюсом мира – P_S).

Введение вспомогательной небесной сферы позволяет заменить направления на светила - точками на сфере, плоскости - кругами, углы - дугами. Кроме того, появляется возможность не принимать во внимание разницу расстояний до небесных светил.

Построение ВНС производят "на глаз", без применения транспортира. Можно обеспечить точность построения до 5^0 , для чего надо стремиться соблюдать относительную величину дуг и углов с учетом перспективы чертежа. Линии, расположенные внутри сферы или

на обратной ее стороне, изображают пунктиром, пересекающие сферу большие и малые круги выглядят как эллипсы.

Для упрощения обычно не рисуют расположенные на обратной стороне сферы части вертикалов или меридианов светил, однако горизонт и экватор лучше наносить целиком - это придает рисунку объемность и облегчает перевод азимутов и часовых углов из одного счета в другой.

Пример 1. Построить ВНС для широты $\varphi = 40^{\circ}$ N. Нанести на сферу светило по координатам первой экваториальной системе координат: часовому углу $t = 310^{\circ}$ W и склонению $\delta = 60^{\circ}$ N. Определить координаты в горизонтной системе координат: азимут A и высоту h .

Преобразование координат производится в три этапа:

1. Построить вспомогательную небесную сферу для заданной широты φ .
2. Нанести на ВНС светило по заданным координатам.
3. Определить координаты в другой системе координат

Построение вспомогательной небесной сферы

1. Из центра вспомогательной небесной сферы (точка O) строим круг радиусом 3 – 4 см и принимаем его за *меридиан наблюдателя* (рис. 2).

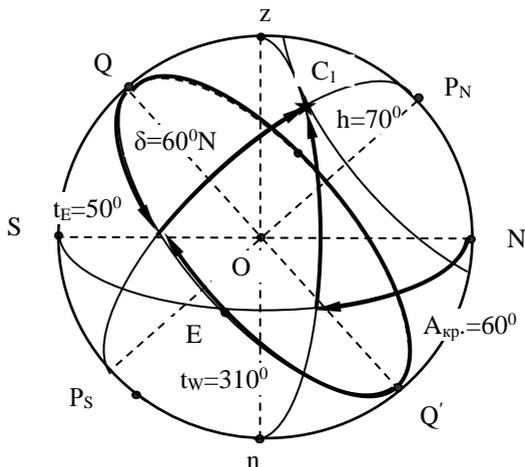


Рис. 2. Преобразование координат

2. Через центр круга (точка O) проводим отвесную линию Zn и отмечаем точки: верхняя точка зенит - Z и нижняя точка надир - n .

3. Перпендикулярно отвесной линии Zn проводим *полуденную линию* NS и строим большой круг - истинный горизонт наблюдателя. Обозначаем буквами норд (N) и зюйд (S) точки его пересечения с меридианом наблюдателя. **Особенность.** Прежде чем нанести точки N и S следует определить, какой стороной к наблюдателю должна быть повернута сфера (восточной – E или западной – W), для того, чтобы наблюдать светило на видимой стороне сферы. Указанием служит заданный в примере практический часовой угол или наименование азимута светила:

– если точку N поместить справа, то перед плоскостью чертежа будет расположена восточная E половина сферы.

По условиям часовой угол светила $t = 310^0 W$. Переведем его в практический часовой угол $t_E = 360^0 - t_W = 360^0 - 310^0 = 50^0$, то есть $t_E = 50^0$. Светило расположено на восточной половине сферы, то есть она должна быть повернута к нам восточной E частью. Мысленно представляя горизонт NESW в виде картушки компаса повернем восточную часть к себе, справа получим N (норд), слева S (зюйд).

4. От точки N или S (одноименной с широтой) откладываем в сторону зенита по меридиану наблюдателя дугу, равную широте φ , и отмечаем повышенный полюс - P_N при φ_N или P_S при φ_S . В нашем примере широта северная (нордовая) $\varphi = 40^0 N$, получаем повышенный полюс мира P_N .

5. Через центр ВНС (точка O) проводим ось мира $P_N P_S$, ее пересечение с меридианом наблюдателя дает точка P_N и P_S . Волнистой линией помечаем полуночную часть меридиана наблюдателя $P_N N n P_S$.

6. Перпендикулярно оси мира $P_N P_S$ проводим небесный экватор QQ' и строим большой круг – небесного экватора, видимую часть сплошной линией, а не видимую часть пунктирной линией. Точка Q расположена в полуденной части меридиана наблюдателя. Пересечение небесного экватора с истинным горизонтом даст точки: восток – E и запад W.

Нанесение на вспомогательную небесную сферу светила по координатам первой экваториальной системы координат: часовому углу $t = 310^0 W$ и склонению $\delta = 60^0 N$.

7. Перевести западный часовой угол светила $t = 310^0 W$ в практический $t_E = 360^0 - t_W = 360^0 - 310^0 = 50^0$, то есть $t_E = 50^0$.

8. От точки Q полуденной части меридиана наблюдателя по небесному экватору в сторону востока E отложить часовой угол $t_E = 50^0$ (точка A).

9. Через точку A и ось мира $P_N P_S$ провести большой круг - небесный меридиан светила.

10. От полученной точки A на экваторе в сторону повышенного полюса мира P_N по меридиану светила отложить склонение $\delta_N = 60^0$, получим место светила, обозначим C.

Определение координат светила C в горизонтной системе координат.

11. Через полученное место светила C и отвесную линию Zп провести вертикал светила C, пересечение вертикала светила с небесным экватором даст точку B.

12. Дуга истинного горизонта от точки N до вертикала светила (точка B) есть азимут светила: в круговом счете - $A_{кр} = 60^0$; в полукруговом счете (первая буква одноименна с ϕ или откладывается от полуночной части меридиана наблюдателя), вторая одноименна с практическим часовым углом) $A_{п} = N 60^0 E$.

13. Дуга вертикала от плоскости истинного горизонта (точка B) до места светила (альмукуантарата светила) даст вторую координату – высоту светила $h = 70^0$. Координата светила при зените Z равна зенитному расстоянию $z = 90^0 - h = 90^0 - 70^0 = 20^0$.

Индивидуальные задания по вариантам помещены в табл. 1.

Таблица 1

Преобразование экваториальных координат в координаты горизонтной системы координат

Вариант	ϕ , град	δ , град	t , град	Вариант	ϕ , град	δ , град	t , град
1.	40 N	60N	60W	16	65 N	25 N	50 E
2.	65 S	50 S	50 W	17	70 N	35 N	20 E
3.	70 N	50 N	85 E	18	40 N	35 N	100 E
4.	25 S	10 N	35 E	19	25 N	45 N	70 W
5.	32 N	50 N	99 W	20	65 N	30 N	45 E
6.	37 S	40 S	70W	21	55 N	10 S	35 E
7.	25 N	25 N	45 E	22	65 S	50 S	99 W
8.	60 S	30 S	115 E	23	25 N	20 N	55 E
9.	45 N	60 N	130 E	24	45 S	60 S	75 W
10.	25 S	20 N	45 W	25	40 N	20 S	70 E
11.	55 N	25 N	120 E	26	60 N	20 N	75 E

Вари ант	φ , град	δ , град	t , град	Вари ант	φ , град	δ , град	t , град
12.	60 N	40 N	25 E	27	22 S	20 N	35 W
13.	10 S	35 N	30 W	28	35 S	10 S	60 E
14.	40 N	45 N	80 W	29	35 S	20 N	40 E
15.	40 N	55 N	95 W	30	35 S	15 N	30 W

Пример 2. Построить ВНС для широты $\varphi = 55^{\circ}$ S. Нанести на сферу светило по горизонтной системе координат: азимуту $A = 70^{\circ}$ NE и высоте $h = 50^{\circ}$. Определить координаты в первой экваториальной системе координат часовой угол t и склонении δ .

Преобразование координат, как и в примере 1, производится в три этапа:

1. Построить вспомогательную небесную сферу для заданной широты φ .

2. Нанести на ВНС светило по заданным координатам.

3. Определить координаты в другой системе координат

Построение вспомогательной небесной сферы (рис. 3).

1. Из центра вспомогательной небесной сферы (точка O) строим окружность произвольного радиуса (как правило) круг радиусом 3 – 4 см и принимаем его за *меридиан наблюдателя*.

2. Через центр круга (точка O) проводим отвесную линию Zn и отмечаем точки: верхняя точка зенит - Z и нижняя точка надир - n.

3. Перпендикулярно отвесной линии Zn проводим *полуденную линию NS* и строим большой круг - истинный горизонт наблюдателя. Обозначаем буквами *норд (N)* и *зюйд (S)* точки его пересечения с меридианом наблюдателя. **Особенность.** Прежде чем нанести точки N и S следует определить, какой стороной к наблюдателю должна быть повернута сфера (восточной – E или западной – W), для того, чтобы наблюдать светило на видимой стороне сферы. Указанием служит заданный в примере практический часовой угол или наименование азимута светила:

– если точку N поместить справа, то перед плоскостью чертежа будет расположена восточная E половина сферы.

– по условиям задачи азимут светила $A = 70^{\circ}$ NE. Во первых такое обозначение азимута дано в четвертной системе координат и численное значение азимута не может быть более 90° . Вторая буква азимута говорит о том, что светило расположено на восточной (E) части сферы, то есть сфера должна быть повернута к нам восточной E

частью. Мысленно представляя горизонт NESW в виде картушки компаса повернем восточную часть к себе, справа получим N, слева S.

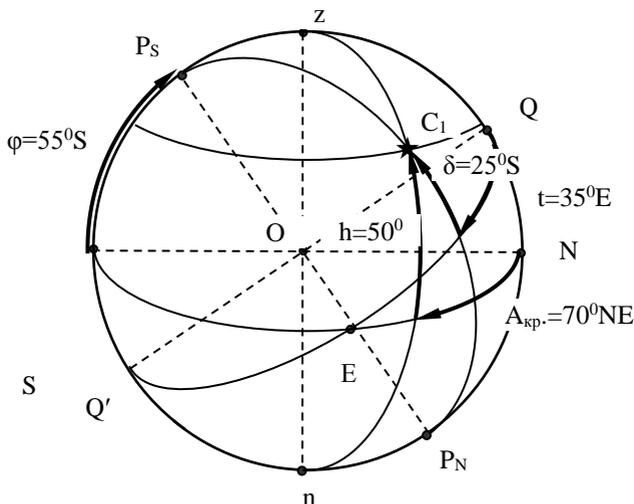


Рис. 3. Преобразование горизонтных координат в координаты первой экваториальной систем координат

4. От точки N или S (одноименной с широтой) откладываем в сторону зенита по меридиану наблюдателя дугу, равную широте φ , и отмечаем повышенный полюс - P_N при φ_N или P_S при φ_S . В нашем примере широта южная $\varphi = 55^{\circ}S$, получаем повышенный полюс мира P_S .

5. Через центр ВНС (точка O) проводим ось мира $P_S P_N$, ее пересечение с меридианом наблюдателя дает точка P_S и P_N . Волнистой линией помечаем полуночную часть меридиана наблюдателя $P_S P_N$.

6. Перпендикулярно оси мира $P_S P_N$ проводим небесный экватор $Q Q'$ и строим большой круг – небесного экватора, видимую часть сплошной линией, а не видимую часть пунктирной линией. Точка Q расположена в полуденной части меридиана наблюдателя. Пересечение небесного экватора с истинным горизонтом даст точки: восток – E и запад W.

Нанесение на вспомогательную небесную сферу места светила по координатам горизонтной системы координат: азимуту $A = 70^{\circ} NE$ и высоте $h = 50^{\circ}$.

7. От точки N полуденной части меридиана наблюдателя по плоскости истинного горизонта в сторону востока E отложить азимут $A = 70^0$ (точка A).

8. Через точку A и отвесную линию Z_n провести большой круг - вертикал светила.

9. От полученной точки A на экваторе в сторону зенита Z отложить высоту светила $h = 50^0$, получим место светила C.

Определение координат светила C в первой экваториальной системе координат.

10. Через полученное место светила C и ось мира $P_S P_N$ провести меридиан светила C, пересечение меридиана светила с небесным экватором даст точку B.

11. Дуга экватора от точки Q до меридиана светила (точка B) есть часовой угол светила $t = 35^0$ E.

12. Дуга меридиана от плоскости экватора (точка B) до места светила C (параллели светила) даст вторую координату – склонение светила $\delta = 25^0$ S.

Индивидуальные задания по вариантам помещены в табл. 2.

Таблица 2

Преобразование горизонтных координат в координаты первой экваториальной системе координат

Вариант	φ , град	h , град	A, град	Вариант	φ , град	h , град	A, град
1.	40 N	25	NW 60	16.	30 N	20	SW 60
2.	20 N	35	NE 70	17.	35 N	30	NW 70
3.	45 S	30	SW 50	18.	22 S	40	SW 50
4.	45 N	15	SE 50	19.	40 N	25	NE 30
5.	45 N	40	NW 60	20.	40 S	30	SE 40
6.	25 S	35	NW 40	21.	35 N	30	SE 60
7.	50 N	20	NW 60	22.	30 N	45	SE 60
8.	15 S	45	NW 45	23.	50 S	25	NE 40
9.	40 N	58	SE 65	24.	40 N	45	NE 75
10	55 N	35	NW 58	25.	35 N	40	NE 60
11	30 N	25	NE 75	26.	55 N	45	SE 55
12	25 N	35	SW 55	27.	65 S	55	SW 55
13	45 N	50	NE 75	28.	56 N	33	NW 35
14	20 N	30	SE 65	29.	45 N	45	SE 35
15	40 N	25	SW 50	30.	38 N	49	NE 80

Пример 3. Построить ВНС для широты $\varphi = 60^{\circ}$ N. Нанести на сферу светило по координатам первой экваториальной системе координат: склонению $\delta = 40^{\circ}$ S, часовому углу $t = 120^{\circ}$ E. Часовой угол точки Овна $t' = 200^{\circ}$. Определить координаты в горизонтной системе координат: азимут A (перевести в $A_{кр}$, $A_{п}$, $A_{ч}$) и высоту светила h .

Преобразование координат, как и в примерах 1, 2 производится в три этапа:

1. Построить вспомогательную небесную сферу для заданной широты φ .

2. Нанести на ВНС светило по заданным координатам.

3. Определить координаты в другой системе координат

Построение вспомогательной небесной сферы (рис.4).

1. Из центра вспомогательной небесной сферы (точка O) строим окружность произвольного радиуса (как правило) круг радиусом 3 - 4 см и принимаем его за *меридиан наблюдателя*.

2. Через центр круга (точка O) проводим отвесную линию Zn и отмечаем точки: верхняя точка зенит - Z и нижняя точка надир - n .

3. Перпендикулярно отвесной линии Zn проводим *полуденную линию* NS и строим большой круг - истинный горизонт наблюдателя. Обозначаем буквами *норд* (N) и *зюйд* (S) точки его пересечения с меридианом наблюдателя. **Особенность.** Прежде чем нанести точки N и S следует определить, какой стороной к наблюдателю должна быть повернута сфера (восточной – E или западной – W), для того, чтобы наблюдать светило на видимой стороне сферы. Указанием служит заданный в примере практический часовой угол или наименование азимута светила:

– если точку N поместить справа, то перед плоскостью чертежа будет расположена восточная E половина сферы.

– по условиям задачи часовой угол светила $t = 120^{\circ}$ E, значит сфера должна быть повернута к нам восточной E частью. Мысленно представляя горизонт $NESW$ в виде картушки компаса повернем восточную часть к себе, справа получим N , слева S .

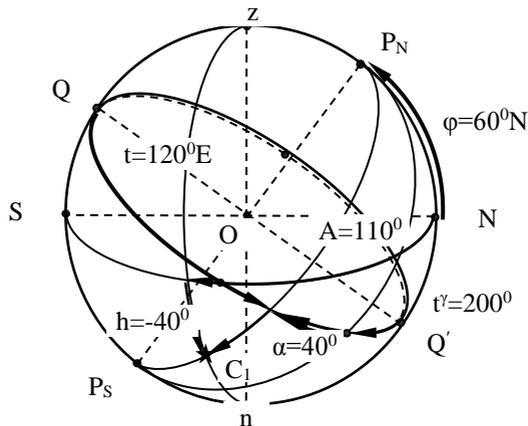


Рис. 4. Преобразование координат первой экваториальной систем в горизонтные координаты светила

4. От точки N или S (одноименной с широтой) откладываем в сторону зенита по меридиану наблюдателя дугу, равную широте φ , и отмечаем повышенный полюс - P_N при φ_N или P_S при φ_S . В нашем примере широта северная $\varphi = 60^\circ N$, получаем повышенный полюс мира P_N .

5. Через центр ВНС (точка O) проводим ось мира $P_N P_S$, ее пересечение с меридианом наблюдателя дает точка P_N и P_S . Волнистой линией помечаем полуночную часть меридиана наблюдателя $P_S P_N$.

6. Перпендикулярно оси мира $P_S P_N$ проводим небесный экватор QQ' и строим большой круг – небесного экватора, видимую часть сплошной линией, а не видимую часть пунктирной линией. Точка Q расположена в полуденной части меридиана наблюдателя. Пересечение небесного экватора с истинным горизонтом даст точки: восток – E и запад W.

Нанесение на вспомогательную небесную сферу места светила по координатам первой экваториальной системе координат: склонению $\delta = 40^\circ S$, часовому углу $t = 120^\circ E$.

7. От точки Q полуденной части меридиана наблюдателя по небесному экватору в сторону востока E отложить часовой угол $t = 120^\circ E$ (точка A).

8. Через повышенный и точку A на экваторе провести большой круг - меридиан светила.

9. От полученной точки A на экваторе в сторону полюса мира P_S отложить склонение светила $\delta = 40^\circ S$, получим место светила C.

Определение координат светила C в горизонтной системе координат.

10. Через полученное место светила С и отвесную линию Zп проведем вертикал светила С, пересечение вертикала светила с плоскостью истинного горизонта даст точку В.

11. Дуга истинного горизонта от точки N до вертикала светила (точка В) есть азимут светила $A_{KP} = 110^0$ ($A_{П} = 110^0$ NE, $A_{П} = S 70^0$ E).

12. Дуга вертикала от плоскости истинного горизонта (точка В) до места светила С (альмукантарата светила) даст вторую координату – высоту светила $h = - 40^0$.

Определение прямого восхождения светила

13. От точки Q полуденной части меридиана наблюдателя по небесному экватору в сторону востока W отложить часовой угол точки Овна $t^y = 200^0$ E (точка Д).

14. Через ось мира P_N P_S и точку Д проведем меридиан точки Овна.

15. Дуга экватора от меридиана точки Овна в сторону востока E до меридиана светила есть величина прямого восхождения $\alpha = 40^0$.

Индивидуальные задания по вариантам помещены в табл. 3.

Таблица 3

Преобразование координат 2 экваториальных системы координат в координаты горизонтной системы координат

Вар -т	φ , град	δ , град	t, град	t^y , град	Вар -т	φ , град	δ , град	t, град	t^y , град
1.	65 N	30 N	50	120	16	45 N	50 N	45	190
2.	50 N	25 N	330	310	17	40 N	45 N	230	345
3.	50 N	52 N	130	30	18	30 N	40 N	260	350
4.	20 N	30 S	320	290	19	40 N	25 N	50	210
5.	35 N	28 S	45	200	20	40 N	55 N	60	130
6.	45 S	35 S	90	150	21	30 N	10 S	15	220
7.	35 N	22 S	45	160	22	50 N	30 N	30	30
8.	55 S	50 S	290	345	23	35 S	35 S	45	60
9.	30 S	15 N	330	210	24	45 S	15 N	60	20
10.	55 N	45 N	290	60	25	35 S	15 S	75	50
11.	30 S	25 N	35	165	26	70 N	50 N	15	45
12.	55 N	30 N	50	185	27	15 S	45 N	290	150
13.	35 S	30 N	310	220	28	40 N	30 N	35	75
14.	70 N	50 N	140	320	29	55 N	45 N	50	165
15.	25 S	15 N	310	210	30	30 N	15 S	310	0

Порядок выполнения работы

1. Построить вспомогательную небесную сферу (ВНС).
2. Выполнить приблизительный расчёт высот и азимутов светил.
3. Преобразовать горизонтные координаты светил в экваториальные и наоборот.

Контрольные вопросы

1. Порядок построения вспомогательной небесной сферы.
2. Основные круги, линии и точки на вспомогательной небесной сфере.
3. Горизонтная система сферических координат светил.
4. Первая и вторая экваториальные системы координат светил.
5. Полярное и зенитное расстояния.
6. Нанесение видимого места светила на ВНС, преобразование координат светил из горизонтных в экваториальные и наоборот.

Список литературы

1. Верещагин С.А. Мореходная астрономия. Учебное пособие. Владивосток: ВУНЦ ВМФ «ВМА» (филиал г.Владивосток), 2011.- 336с.
2. Немцев О.В. Основы мореходной астрономии. Учебное пособие. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001.- 126с.
3. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1986.-255с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 ЗВЕЗДНЫЙ ГЛОБУС (ЗГ). РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ МА НА ЗГ

Цель работы:

1. Изучить устройство звездного глобуса и решаемые при его помощи задачи.
2. Освоить планирование сумеречных наблюдений и наблюдений по Солнцу и Луне.

Звездным глобусом называется прибор, представляющий модель небесной сферы, предназначенный для приближенного решения следующих задач мореходной астрономии:

- определение названия неопознанного светила по его горизонтным координатам;
- определение высоты и азимута светила на заданное время;
- планирование сумеречных и дневных наблюдений.

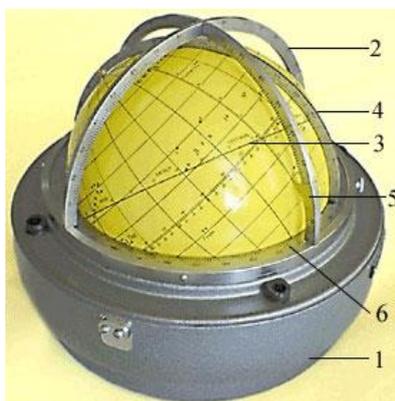


Рис 1 Звездный глобус

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

Определение названия неопознанного светила по его горизонтным координатам.

Во всех задачах необходимо глобус устанавливать по широте и звездному местному времени.

Пример 1. 9 сентября 2001 года в $T_c=18^h31^m$, находясь в счислимых координатах: $\varphi = 35^\circ 05,0' S$; $\lambda = 49^\circ 25' W$, наблюдали светило на высоте $h=22^\circ$ по пеленгу $ИП=111^\circ$. Опознать светило.

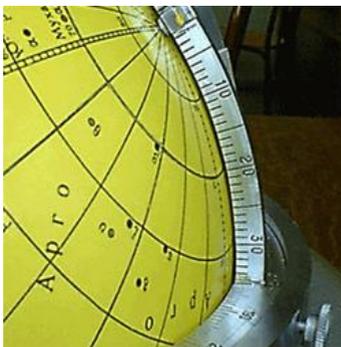
Для того чтобы при помощи звездного глобуса найти наименование звезды по ее горизонтным координатам, необходимо выполнить следующие операции:

1. Рассчитать по МАЕ звездное местное время

T_c	18^h31^m 09.09	
N_0	+3W	
$_{\text{лр}}T_{\text{ГР}}$	21^h31^m 09.09	
$t_T^{\text{Г}}$	$303^\circ 58,2'$	
Δt	$7^\circ 46,3'$	
$t_{\text{ГР}}^{\text{Г}}$	$311^\circ 44,5'$	
λ	$-49^\circ 25,0' W$	
$S_{\text{ж}} = t_{\text{ж}}^{\text{Г}}$	$262^\circ 23,9'$	$\approx 262^\circ$

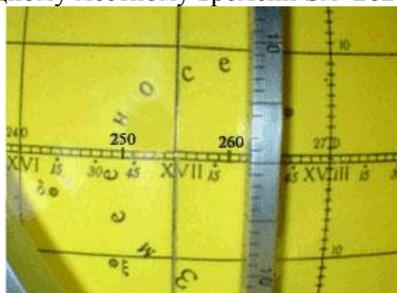
2. Установить звездный глобус по широте

Для этого необходимо установить повышенный полюс мира над одноименной точкой плоскости горизонта на дугу равную широте. Если широта северная, то над точкой N поднимаем PN (около него написана "Полярная") на угол равный широте. Если широта южная, то, утопив Полярную звезду под точку N, над точкой S поднимаем PS на угол равный широте $=35^\circ S$. В этом случае на глобусе новой конструкции (в металлическом цилиндрическом корпусе, как на данных рисунках) отсчет равный широте на меридиональном кольце совмещается с горизонтальным кольцом



3. Установить глобус по звездному местному времени

Для этого вращаем его вокруг оси (не сбивая по широте) так, чтобы у боковой оцифрованной части кольца меридиана наблюдателя был отчет шкалы экватора, равный заданному звездному местному времени $Sm=262^0$



4. Опознать светило.

Для опознавания светила по его горизонтным координатам крестовину вертикалов устанавливаем так, чтобы один из них на азимутальном круге был на отсчете найденного азимута $A=111^0$, а индекс вертикала на отсчете высоты $h=22^0$. Тогда под индексом находим наблюдаемую звезду α Южной Рыбы.

Нанесение на глобус планет

Пример 2. 29 мая 2001 года. Нанести на звездный глобус Венеру.

Порядок нанесения планет таков:

1. Выборка склонения и прямого восхождения из МАЕ

По дате из МАЕ выбирают значения прямого восхождения (внизу колонки эфемерид) и склонения планеты (на $T_{гр}=12ч$). В данном примере

$$\alpha = 21,3^0 \text{ и } \delta = 7^0 03,5' N$$

124 2001 г. Май 28, 29,

Гр	т	Солнц	Солнц	Солнц	Солнц	Солнц
29 0	246 35,2	180 40,4 N	21 35,6	225 14,5 N	6 55,7	
1	261 37,6	195 40,3	21 36,0	240 14,9	6 56,4	
2	276 40,1	210 40,2	21 36,4	255 15,2	6 57,0	
3	291 42,6	225 40,1	21 36,8	270 15,6	6 57,7	
4	306 45,0	240 40,0	21 37,1	285 15,9	6 58,3	
В 5	321 47,5	255 39,9	21 37,5	300 16,3	6 59,0	
т 6	336 49,9	270 39,9 N	21 37,9	315 16,6 N	6 59,6	
7	351 52,4	285 39,8	21 38,3	330 17,0	7 00,2	
о 8	6 54,9	300 39,7	21 38,7	345 17,3	7 00,9	
р 9	21 57,3	315 39,6	21 39,1	0 17,7	7 01,5	
н 10	36 59,8	330 39,5	21 39,5	15 18,0	7 02,2	
11	52 02,3	345 39,5	21 39,8	30 18,4	7 02,8	
и 12	67 04,7	0 39,4 N	21 40,2	45 18,7 N	7 03,5	
к 13	82 07,2	15 39,3	21 40,6	60 19,0	7 04,1	
14	97 09,7	30 39,2	21 41,0	75 19,4	7 04,8	
		Тх α Рз		8°38' δ 21°3	0,2	

2. Наносят планету на звёздный глобус

Поворачивают сферу глобуса, подводя к оцифрованному краю меридиана наблюдателя отсчет небесного экватора, равный α планеты.

Откладывают по дуге меридиана наблюдателя величину δ в сторону северного или южного полюсов в зависимости от наименования склонения и отмечают положение планеты мягким карандашом, и ставят рядом знак данного светила. Обычно нанесенная планета располагается рядом с эклиптической.



Возвращаясь к примеру 1, необходимо добавить следующее. Если под индексом не окажется звезды, но индекс указывает на район эклиптики, то это служит признаком, что наблюдали планету. Для опознавания планеты с глобуса снимают α и δ точки под индексом, подведя ее к меридиану наблюдателя (α снимают со шкалы небесного экватора, а δ с

меридиана наблюдателя). С полученными данными и датой входят в ежедневные таблицы Морского Астрономического ежегодника (МАЕ) и отыскивают, у какой планеты α и δ будут наиболее близкими к данным.

Определение горизонтных координат светил на заданное время.

Решение задачи в общем виде

1. Рассчитать гринвичское время $T_{гр}$ на заданное судовое время T_c и снять с карты на это время счислимые координаты φ_c и λ_c .
2. По схеме, приведенной в примере 1 рассчитать звездное местное время $S_m = \tau_m$
3. Установить глобус по широте φ и звездному местному времени S_m .
4. Установить крестовину так, чтобы оцифрованный вертикал касался светила, направить индекс на место светила снять и записать с вертикала высоту светила h , а с азимутального круга азимут светила A .

Планирование сумеречных наблюдений

Начало вечерних сумеречных измерений звезд приходится на середину гражданских сумерек, когда снижение Солнца -3° , а начало утренних наблюдений - на середину навигационных сумерек, когда снижение Солнца -9°

Пример 3. 29 мая 2001 г. На вечер приближенные координаты судна $\varphi = 23^\circ 20' S$, $\lambda = 77^\circ 04' E$

Определить судовое время начала вечерних измерений и подобрать три звезды для наблюдения. Судовое время середины гражданских сумерек вычисляем по следующей схеме

T_T	$17^{\circ} 28^m$ 1. Заход Солнца в $\varphi_T = 20^\circ S$
ΔT_φ	-6^m 2. Интерполяция по широте
$\Delta T_{сум}/2$	$+12^m$ Определяем продолжительность гражданских сумерек $\Delta T_{сум}$
T_M	$17^{\circ} 34^m$ Определили местное время середины гражданских сумерек
λ_E	$-5^{\circ} 08^m$
$T_{гр}$	$12^{\circ} 26^m$
M_E	$+5$
$T_{сик}$	$17^{\circ} 26^m$ Определили судовое время начала наблюдений

На данное время рассчитываем звездное местное время

$T_{ГР}$	$12^{\circ}26^m$	
$t_T^{\text{Гр}}$	$67^{\circ}04,7'$	
Δt	$6^{\circ}31,1'$	
$t_{ГР}^{\text{Гр}}$	$73^{\circ}35,8'$	
λ	$77^{\circ}04,0' \text{ E}$	
$S_m = t_m^{\text{Гр}}$	$150^{\circ}39,8'$	$\approx 151^{\circ}$

Устанавливаем звездный глобус по широте. Т.к. в данной задаче широта, южная, то, утопив Полярную звезду под точку N, над точкой S поднимаем PS на угол равный широте $\varphi = 23^{\circ} \text{ S}$.

Устанавливаем глобус по звездному местному времени.

Подбираем звезды, удовлетворяющие следующим критериям

- а) подобранные звезды должны быть наиболее яркими;
- б) высоты звезд должны быть в диапазоне $20^{\circ} < h < 60^{\circ}$;
- в) звезды должны быть равномерно расположены по всему горизонту; для ОМС по трем светилам разность азимутов должна быть $\Delta A \approx 120^{\circ}$

Подобранные звезды записываем в таблицу

Звезда	A	h
α Девы	85°	40°
α Арго	220°	40°
β Близнецов	325°	45°

При расчете $T_{сн.н.}$ и S_m есть вероятность допустить ошибку в вычислениях. Существует штурманский (безрасчетный) способ установки звездного глобуса на заданные сумерки. Известно, что вечерние сумеречные приходятся на середину гражданских сумерек, когда снижение Солнца составляет -3° , а утренние - на середину навигационных сумерек, когда снижение Солнца составляет -9° . Установка звездного глобуса происходит в следующей последовательности:

По дате наносим точку на эклиптике, в которой находится Солнце в заданную дату

1. Устанавливаем глобус по широте
2. Если необходимо узнать картину звездного неба на

вечерние сумерки, то, вращая глобус вокруг оси, подводим эту точку к западной части горизонта, моделируя заход Солнца, и утапливаем эту точку под горизонт на 3^0

3. Если же глобус надо установить на утренние сумерки, то данная точка подводится к восточной части горизонта и притапливается на 9^0

4. Получив картину звездного неба на начала сумеречных наблюдений далее подбираются светила согласно вышеуказанным критериям.

Планирование обсервации по Солнцу и Луне

При планировании дневной обсервации по Солнцу и Луне необходимо уметь наносить на звездный глобус Луну.

ОМС по Солнцу и Луне возможно, когда ее возраст составляет $V=4-8$ д (молодая Луна), или при возрасте $V=22-26$ д (старая Луна). Лучшее время наблюдений, когда Солнце и Луна будут по разные стороны меридиана. В этом случае достигается оптимальная разность азимутов этих светил $\Delta A=60^0-120^0$. При молодой Луне приближенное судовое время наблюдений составляет $T_c \approx 15$ ч, а при старой - $T_c \approx 9$ ч. Более подробно нанесение Луны на звездный глобус, определение судового времени наблюдений Солнца и Луны и определение горизонтных координат этих светил (планирование обсервации) рассмотрим на следующем примере.

Пример 4. 11 октября 2001 г., $\varphi = 53^005' N$; $\lambda = 47^045' W$. Спланировать дневную обсервацию по Солнцу и Луне.

1. По МАЕ определяем возраст Луны $V=23,6$ д, следовательно обсервация по Солнцу и Луне возможна.

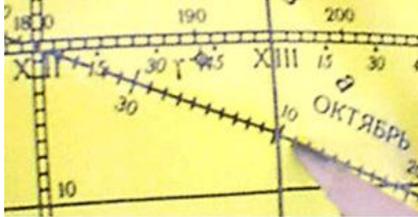
2. Определяем предполагаемое гринвичское время наблюдений. Т.к. Луна старая, то $T_c \approx 9$ ч

3. Из МАЕ на данное время выбираем гринвичский часовой угол точки Овна $tr = 200^008,5'$, гринвичский часовой угол Луны $tr_l = 71^040,2'$ и её склонение $\delta = 21^045,8' N$. Из основной формулы времени рассчитаем прямое восхождение $\alpha = t^g tr - t^g tr_l$

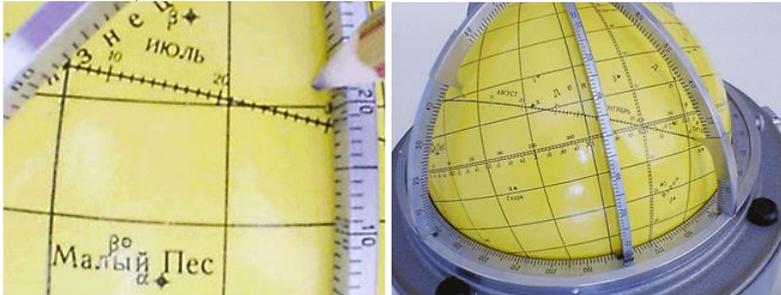
4. По дате (11 октября) наносим Солнце на эклиптику звездного глобуса.

T_c	$9^h 00^m$	11.10
N_{\odot}	$+3^h W$	
$tr - T_{tr}$	$12^h 00^m$	11.10

$$\begin{array}{r|l}
 t_{\text{TP}}^{\text{Y}} & 200^{\circ}08,5' \\
 - t_{\text{TP}}^{\text{C}} & 71^{\circ}40,2' \\
 \hline
 \alpha^{\text{C}} & 128^{\circ}28,3'
 \end{array}$$



Точно также как и планету (см. пример 2) наносим Луну по её прямому восхождению ($\alpha = 128^{\circ}28,3'$) и склонению ($\delta = 21^{\circ}45,8' \text{ N}$).



5. Установив звездный глобус по широте, вращая его вокруг оси, располагаем светила по разные стороны меридиана, чтобы разность азимутов составила $A=60^{\circ}-120^{\circ}$. Далее снимаются и записываются горизонтные координаты в таблицу

	A	h
Луна	238°	46°
Солнце	148°	25°

6. Под меридиональным кольцом снимаем звездное местное время $S_m=168^{\circ}$.

7. Обратным ходом по МАЕ рассчитываем судовое время, соответствующее данному S_m

Последовательность вычислений и объяснений.

$$\begin{array}{r|l}
 + S_m & 168^{\circ}00,0 \\
 \lambda_{\text{W}} & 47^{\circ}52' \text{ W} \\
 \hline
 - t_{\text{TP}}^{\text{Y}} & 215^{\circ}52,0' \\
 - t_{\text{P}} & 215^{\circ}10,9' \\
 \hline
 \Delta t & 0^{\circ}42,9'
 \end{array}$$

1) Западная долгота прибавляется, восточная - вычитается

$$\leftarrow * \rightarrow \\
 \times 4 = \Delta T 25^{\text{M}}$$

$$\begin{array}{r|l}
 & 13^{\text{M}} & 2) \\
 \hline
 & 03^{\text{M}} & 3) \\
 \hline
 T_{\text{M}} & 13^{\circ}03^{\text{M}} & \\
 N_{\text{W}} & -3 & \text{W } \cdot \text{ E } + \\
 \hline
 T_{\text{C}} & 10^{\circ}03^{\text{M}} & 4)
 \end{array}$$

2) Входим в МАЕ по дате наблюдений и выбираем ближайший, но меньший гринвичский часовой угол точки Овна и соответствующий целый гринвичский час (смотри фрагмент МАЕ).

3) Умножая остаток часового угла на 4 (т.к. $10=4м$), переводим в часовую меру и получаем минуты наблюдений.

4) Получив гринвичское время и исправив его номером пояса, получаем судовое время определяем время первых наблюдений.

Примечание.

Овладев последним методом определения судового времени по заданному звездному местному времени, можно при помощи звездного глобуса планировать обсервации по Солнцу в случае, если ненадежно работает лаг или компас. Для этого необходимо:

1. По дате нанести Солнце на эклиптику звездного глобуса.

2. Установить глобус по широте.

3. Один из вертикалов выставить по направлению истинного курса.

4. Если поправка компаса ненадежная, то, вращая звездный глобус, добиться, чтобы Солнце было в диаметральной плоскости судна. А если лаг ненадежен, то добиваемся, чтобы Солнце было на траверзе судна.

5. Снимая под меридиональным кольцом на экваторе звездное местное время, по описанной выше методике.

Индивидуальные задания Определение координат планет и Солнца

№ п/п	Дата	Тс, ч, мин	φс	λс	№ п/п	Дата	Тс	φс	λс
1.	02.01	19.49	24°,9'N	36°,4' E	16.	02.01	05.09	03°,5' N	36°,4' E
2.	15.02	04.09	21°,1' S	120°,4' W	17.	17.02	19.40	15°,8' S	120°,4' W
3.	07.03	21.54	41°,2' N	152°,4' E	18.	27.03	04.18	59°,1' N	152°,4' E
4.	25.04	04.27	24°,4' S	40°,4' W	19.	15.04	22.49	21°,2' S	40°,4' W
5.	05.05	03.47	39°,3' N	28°,4' E	20.	07.05	04.27	40°,3' N	28°,4' E
6.	27.06	22.40	46°,7' S	123°,4' W	21.	22.06	01.36	61°,4' N	123°,4' W
7.	17.07	03.45	03°,5' N	61°,4' E	22.	14.07	19.40	44°,5' S	61°,4' E

№ п/п	Дата	Тс, ч, мин	φс	λс	№ п/п	Дата	Тс	φс	λс
8.	21.08	04.00	15°,8' S	123°,4' W	23.	24.08	03.36	13°,6' N	123°,4' W
9.	19.09	01.27	59°,1' N	88°,4' E	24.	20.09	05.04	04°,7' N	88°,4' E
10.	04.10	19.54	21°,2' S	149°,4' W	25.	05.10	20.31	24°,9' N	149°,4' W
11.	07.11	04.40	40°,3' N	32°,4' E	26.	12.11	22.36	21°,1' S	32°,4' E
12.	28.12	18.22	61°,4' S	16°,4' E	27.	11.12	04.54	41°,2' N	16°,4' E
13.	08.02	19.31	44°,5' N	121°,4' W	28.	18.02	18.49	24°,4' S	121°,4' W
14.	16.03	05.04	13°,6' S	24°,4' E	29.	26.03	19.00	39°,3' N	24°,4' E
15.	23.04	04.45	04°,7' N	85°,4' W	30.	03.04	21/27	46°,7' S	85°,4' W

Порядок выполнения работы

1. Сделать эскизный чертеж звездного глобуса с обозначением его основных элементов.
2. Определить название неопознанного светила.
3. Нанести на звездный глобус планеты.
4. Освоить планирование сумеречных обсерваций и обсерваций по Солнцу и Луне.

Контрольные вопросы

1. Устройство звездного глобуса.
2. Как определить название неопознанного светила по его горизонтным координатам?
3. Как нанести на звездный глобус планету?
4. Планирование сумеречных обсерваций и обсерваций по Солнцу и Луне.

Список литературы

1. Алексишин В.Г. Практическое судовождение: учеб.пособие/В.Г. Алексишин, В.Т. Долгочуб, А.В. Белов. – Одесса: Феникс, 2006.-376с.
2. Немцев О.В. Основы мореходной астрономии. Уч. пос. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001.- 126с.
3. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1986.-255с.
4. Морской астрономический ежегодник на 2011г., Управление навигации и океанографии.-2010г.- 336с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3 РАСЧЕТ ЗВЕЗДНОГО ВРЕМЕНИ

Цель работы: Изучить методику расчета местного звездного времени (местного часового угла точки Овна).

Расчет местного звездного времени (местный часовой угол точки Овна t_M^{γ}) производится в следующем порядке:

- на заданную дату с судовых часов снять судовое время T_C навигационных сумерек, счислимые широту φ_C и долготу λ_C ;
- рассчитать гринвичское время по формуле $T_{ГР} = T_C \mp N_{W}^E$;
- на целый час $T_{ГР}$ из "Ежедневных таблиц" МАЕ выбрать табличное значение часового угла $t_{ГР}^{\gamma}$;
- на минуты гринвичского времени $T_{ГР}$ из основных интерполяционных таблиц выбрать поправку часового угла за минуты Δt ; с.290 МАЕ
- рассчитать гринвичский часовой угол точки Овна $t_{ГР}^{\gamma} = t_{ГР}^{\gamma} + \Delta t$;
- рассчитать местный часовой угол точки Овна $t_M^{\gamma} = t_{ГР}^{\gamma} \pm \lambda_{W}^E$;

Пример. 09.09. $T_C=18^h31^m$, $\lambda=49^{\circ}25,0'W$

T_C	18^h31^m 09.09
$N_{W+}^E -$	3W
Прибл. $T_{ГР}$.	21^h 31^m 09.09
$t_{ГР}^{\gamma}$	303° 58,2'
Δt	7°46,3'
$t_{ГР}^{\gamma}$	311°44,5'
$\lambda_{W-}^E +$	49°25,0'
$S_M = t_M^{\gamma}$	262°19,5' ≈ 262°

Индивидуальные задания
Расчет звездного местного времени по МАЕ

№ задачи	Дата, Т _с , (ч, мин)	Долгота $\lambda_c (^{\circ}, ')$	Н час. пояса
1.	21.10, 02 ч 30мин	61 ⁰ 10',0 W	4 W
2.	11.08, 05ч 41мин	91 ⁰ 18',0 W	6 W
3.	22.12, 06ч.18мин	47 ⁰ 45',0 W	3 W
4.	20.08, 03ч.35мин	31 ⁰ 40',0 E	2 E
5.	17.01, 05ч.18мин	81 ⁰ 37',0 E	5 E
6.	13.10, 04ч.34мин	132 ⁰ 40',0 E	9 E
7.	09.01, 02ч.48мин	39 ⁰ 51',0 W	3 W
8.	27.06, 04ч.42мин	131 ⁰ 10',0 E	9 E
9.	18.02, 01ч.28мин	93 ⁰ 12',0 W	6 W
10.	16.07, 03ч.11мин	146 ⁰ 15',0 E	10 E
11.	25.03, 18ч.47мин	159 ⁰ 25',0 E	11 E
12.	15.03, 16ч.25мин	43 ⁰ 15',0 W	3 W
13.	25.08, 19 ч.46мин	139 ⁰ 02',0 W	9 W
14.	11.11, 14 ч.44мин	138 10,0 W	9 W
15.	24.07, 03 ч 05мин	17 50,0 E	1 E
16.	15.04, 17ч.22 мин	99 06,0 W	7 W
17.	25.05, 08ч.11 мин	29 35,0 W	2 W
18.	04.06, 03ч.20мин	151 24,0 E	10 E
19.	10.05, 21 ч.51 мин	167 29,0 E	11 E
20.	17.05, 18 ч.20мин	137 30,0 E	9 E
21.	10.05, 09ч.50 мин	148 10,0 E	10 E
22.	25.03, 18ч.47мин	162 10,0 E	11 E
23.	08.03, 14 ч.50мин	12 24,0 W	1 W
24.	06.10, 05ч.50 мин	31 12,0 W	2 W
25.	25.05, 06ч.00мин	160 03,0 E	11 E
26.	06.04, 16ч.15мин	19 07,0 E	1 E
27.	29.04, 20ч.14мин	173 12,5 W	11 W
28.	15.08, 21ч.52мин	151 37,0 E	10 E
29.	25.04, 17ч.18мин	179 42,0 W	12 W
30.	18.02, 05ч.42мин	158 40,0 E	11 E

Порядок выполнения работы

1. Освоить методику расчета звездного местного времени.
2. Выполнить расчет звездного местного времени.

Контрольные вопросы

1. Основные принципы измерения времени.
2. Связь между судовым и гринвичским временем.
3. Что такое звездное время, звездное местное время?

Список литературы

- 1.. Алексишин В.Г. Практическое судовождение: учеб.пособие/В.Г. Алексишин, В.Т. Долгочуб, А.В. Белов. – Одесса: Феникс, 2006.-376с
2. Немцев О.В. Основы мореходной астрономии. Уч. пос. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001.- 126с.
3. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1986.-255с.
4. Морской астрономический ежегодник на 2011г., Управление навигации и океанографии. -2010г.- 336с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4 СОЛНЕЧНОЕ СРЕДНЕЕ ВРЕМЯ. ПЕРЕВОД ВРЕМЕНИ

Цель работы: Получить практические навыки в определении среднего, местного, гринвичского времени и в переводе времени.

Средним, или гражданским, временем T называют количество средних часов, минут и секунд, прошедших от момента нижней кульминации среднего Солнца до данного момента. Среднему времени обязательно приписывается календарная дата.

Среднее время и востовый часовой угол среднего Солнца различаются всегда на 12 ч (180^0), т. е.

$$T = t_{\text{W}}^{\oplus} \pm 12 \text{ ч};$$

$$t_{\text{W}}^{\oplus} = T \mp 12 \text{ ч}.$$

Знаки \pm в формуле (1) выбирают с таким расчетом, чтобы результат получить не более 24 ч (360^0).

Определение звездного местного времени S_M по звездному гринвичскому времени $S_{\text{ГР}}$ долготе места наблюдателя λ .

Звездное местное время S_M находится по формуле

$$S_M = S_{\text{ГР}} \pm \lambda_{\text{W}}^{\text{E}}.$$

Пример. Звездное гринвичское время $S_{\text{ГР}} = 164058,6'$, долгота места наблюдателя $\lambda = 115014,8' \text{ E}$. Рассчитать местное звездное время S_M .

Решение. Рассчитаем местное звездное время

$$\begin{array}{r} S_{\text{ГР}} = 164^{\circ} 58,6' \\ \lambda_{\text{W}}^{\text{E}} = 115^{\circ} 14,8' \\ \hline S_M = 280^{\circ} 13,4' \end{array}$$

Индивидуальные задания

Рассчитать звездное местное S_M время

№ п/п	$S_{\text{ГР}}(\tau)$, град.	λ	№ п/п	$S_{\text{ГР}}(\tau)$, град.	λ	№ п/п	$S_{\text{ГР}}(\tau)$, град.	λ
1.	29 ^o 11,1'	41 ^o 13,5' E	11.	11 ^o 09,2	10 ^o 44,4 E	21.	132 ^o 22,2	49 ^o 40,9' W
2.	47 59,1	09 09,2 E	12.	254 32,3	77 01 1 W	22.	11 11,3	77 13,2 W
3.	62 45,5	143 23,3 W	13.	99 59,9	41 11 9 W	23.	259 08,4	64 21,1 E
4.	123 08,1	159 16,4 W	14.	175 30,2	108 18 6 E	24.	311 52,2	43 44,4 W
5.	295 13,3	91 37,7 E	15.	202 09,9	29 59 1 W	25.	77 24,1	93 01,3 E
6.	132 11,1	154 23,6 W	16.	354 24,6	13 13 2 E	26.	66 02,2	133 21,1 E
7.	333 30,1	52 28,8 E	17.	155 51,9	158 49 5 W	27.	325 35,3	21 01,1 E

№ п/п	S _{ГР} (τ), град.	λ	№ п/п	S _{ГР} (τ), град.	λ	№ п/п	S _{ГР} (τ), град.	λ
8.	09 09,9	30 02,2 W	18.	223 11,1	144 12 2 E	28.	168 26,2	149 22,2W
9.	274 27,3	104 29,1 E	19.	29 19,9	175 55 3 W	29.	110 42,1	19 19,2 W
10.	85 09,6	87 55,5 W	20.	288 33,4	79 00 1 E	30.	168 02,3	119 20,3 E

Определение звездного гринвичского времени $S_{ГР}$ по звездному местному времени S_M и долготе места наблюдателя λ .

Звездное местное время S_M находится по формуле

$$S_{ГР} = S_M \mp \lambda_{W}^E.$$

Пример. Звездное местное время $S_M = 147^{\circ}06,9'$, долгота места наблюдателя $\lambda = 124^{\circ}38,3' W$. Рассчитать гринвичское звездное время $S_{ГР}$.

Решение.

1. Рассчитаем гринвичское звездное время $S_{ГР}$.

$$\begin{array}{r} S_M = 147^{\circ}06,9' \\ \lambda_{W}^E = 124^{\circ}38,3' \\ \hline S_{ГР} = 271^{\circ}45,2'. \end{array}$$

Индивидуальные задания

Рассчитать звездное гринвичское $S_{ГР}$ время

№ п/п	$S_M(\tau)$, град.	λ	№ п/п	$S_M(\tau)$, град.	λ	№ п/п	$S_M(\tau)$, град.	λ
1.	329 ⁰ 14,1'	11 ⁰ 18,5'E	11.	190 ⁰ 03,2'	80 ⁰ 41,4' E	21.	222 ⁰ 22,2'	139 ⁰ 40,9'W
2.	347 59,1	159 09,2 E	12.	34 37,3	47 07,1 W	22.	241 11,3	27 19,2 W
3.	352 40,5	173 53,3 W	13.	329 53,9	41 17, 9W	23.	309 03,4	94 51,1 E
4.	213 08,9	149 36,4 W	14.	5 32,2	168 11,6E	24.	11 50,2	33 34,4 W
5.	359 18,3	121 38,7 E	15.	342 59,9	159 59,4 W	25.	347 64,1	73 51,3 E
6.	2 19,1	154 23,6'W	16.	154 24 9	53 53,2 E	26.	176 08,2	113 27,1E
7.	213 37,1	162 28,1 E	17.	155 54,9	98 39,5 W	27.	125 15,3	161 41 1E
8.	93 05,9	165 03,2 E	18.	83 51,1	104 42,2 E	28.	288 24,2	39 27,2 W
9.	324 23,3	164 19,1E	19.	129 15,9	85 53,3 W	29.	300 46,1	69 19,2W
10.	115 00,6	167 50,5W	20.	98 30,4	9 07,1E	30.	148 02,3	119 26,3E

Определение местного времени T_M и даты по гринвичскому времени $T_{ГР}$ и долготе места наблюдателя λ .

Местное время T_M находится по формуле

$$T_M = T_{ГР} \pm \lambda_{W}^E.$$

Пример. 10.05.2013 года гринвичское время $T_{ГР} = 18^{\text{Ч}}48^{\text{М}}45^{\text{С}}$, долгота места наблюдателя $\lambda = 155^{\circ}14,8' E$. Рассчитать местное время T_M .

Решение.

1. Переводим долготу из градусной меры во временную по приложению 3 МАЕ (стр. 288)

$$\lambda = 155^{\circ}14,8' \text{ E} = 10^{\text{ч}}20^{\text{м}}59^{\text{с}}.$$

2. Рассчитаем гринвичское время $T_{\text{ГР}}$

$$T_{\text{ГР}} = 18^{\text{ч}}48^{\text{м}}45^{\text{с}} \text{ 10.05.2013 г.}$$

$$\lambda_{\text{ГР}}^{\text{E}} = 10^{\text{ч}}20^{\text{м}}59^{\text{с}}$$

$$T_{\text{М}} = 29^{\text{ч}}09^{\text{м}}44^{\text{с}} \text{ 10.05.2013 г.}$$

$$T_{\text{М}} = 05^{\text{ч}}09^{\text{м}}15^{\text{с}} \text{ 11.05.2013 г.}$$

В нашем примере произошла смена даты в сторону увеличения, так как сумма получилась больше $24^{\text{ч}}$, то есть

$$T_{\text{М}} = 29^{\text{ч}}09^{\text{м}}44^{\text{с}} - 24^{\text{ч}} = 05^{\text{ч}}09^{\text{м}}44^{\text{с}}.$$

Индивидуальные задания

Рассчитать среднее гринвичское $T_{\text{ГР}}$ время

№ п/п	Дата	ГР	λ	№ п/п	Дата	ГР	λ
1.	17.04	18 ^ч 53 ^м 15 ^с	11 [°] 58,5' W	16.	25.09	01 ^ч 35 ^м 15 ^с	153 [°] 53,2' E
2.	12.11	09 15 45	10 19,2 E	17.	15.05	02 31 59	118 09,5 W
3.	21.04	11 59 51	16 53,3 E	18.	14.04	02 34 06	134 42,2 E
4.	01.05	23 43 28	96 39,4 W	19.	19.02	17 53 01	125 57,3 W
5.	29.04	15 01 04	141 28,7 E	20.	15.09	23 03 03	159 07,1 E
6.	29.07	22 12 24	61 43,6 W	21.	20.02	10 11 04	19 40,9 W
7.	05.08	17 28 53	132 28,1 E	22.	25.03	16 53 55	21 59,2 W
8.	13.09	05 20 38	67 02,2 E	23.	13.12	14 24 06	131 51,1 E
9.	18.11	09 49 45	164 19,1 E	24.	21.03	05 35 09	133 38,4 W
10.	02.12	11 25 25	117 50,5 W	25.	15.05	15 16 14	13 51,3 E
11.	23.03	21 50 01	158 41,4 E	26.	23.07	16 07 18	113 27,1 E
12.	19.05	15 55 55	149 07,9 W	27.	21.09	11 31 00	161 41,1 E
13.	12.08	20 40 01	121 17,9 W	28.	21.05	11 18 11	169 21,2 W
14.	15.12	20 50 09	60 10,6 E	29.	20.07	01 00 40	19 19,2 W
15.	13.01	21 01 59	105 59,4 W	30.	13.04	13 33 54	179 26,3 E

Определение поясного времени $T_{\text{П}}$ и судового времени $T_{\text{С}}$ по гринвичскому времени $T_{\text{ГР}}$ и долготе λ места наблюдателя.

Поясное время $T_{\text{П}}$ находится по формуле

$$T_{\text{П}} = T_{\text{ГР}} \pm N_{\text{П}}^{\text{E}},$$

где $N_{\text{П}}$ - номер часового пояса, $N_{\text{П}} = \frac{\lambda}{15}$ $N_{\text{П}} = \frac{\lambda}{15}$. Если остаток от деления меньше $7^{\circ}30'$, то оно отбрасывается, если остаток от деления больше $7^{\circ}30'$, то номер пояса увеличивается на 1, то есть $N_{\text{П}} + 1$.

Судовое время T_C равно поясному времени T_{Π} , только время округляется до 1 мин. Судовое время T_C находится по формулам

$$T_C = T_{\Pi} = T_{ГР} \mp N_{W}^E,$$

$$T_C = T_M \mp \lambda_{W}^E \pm N_{W}^E.$$

Пример. 20.12. 2013 года в долготе $\lambda = 84^{\circ}22, 0' W$ по хронометру сняли гринвичское время $T_{ГР} = 20^{\text{Ч}}36^{\text{М}}11^{\text{С}}$.

Рассчитать поясное время T_{Π} и судовое время T_C

Решение.

Рассчитываем номер часового пояса

$$N_{\lambda} = \frac{\lambda}{15} = \frac{84^{\circ}22'0}{15} = 5,$$

в остатке $09^{\circ}22, 0' > 07^{\circ}30'$, то к частному от деления прибавить 1, то есть номер пояса $N_{\lambda} = 5 + 1 = 6$

2. Рассчитаем поясное T_{Π} и судовое T_C время

$$T_{ГР} = 20^{\text{Ч}}36^{\text{М}}11^{\text{С}} \quad 20.12.2013 \text{ г.}$$

$$\begin{array}{r} N_{W}^E = 06 \\ \hline T_{\Pi} = 14^{\text{Ч}}39^{\text{М}}11^{\text{С}} \quad 20.12.2013 \text{ г.} \\ T_C = 14^{\text{Ч}}11^{\text{С}} \quad 20.12.2013 \text{ г.} \end{array}$$

Пример. 02.11. 2013 года в долготе $\lambda = 65^{\circ}05, 0' E$ по хронометру сняли гринвичское время $T_{ГР} = 22^{\text{Ч}}10^{\text{М}}40^{\text{С}}$. Рассчитать поясное время T_{Π} и судовое время T_C

Решение.

1. Рассчитываем номер часового пояса

$$N_{\lambda} = \frac{\lambda}{15} = \frac{65^{\circ}05'0}{15} = 4,$$

в остатке $05^{\circ}05, 0' < 07^{\circ}30'$, отбрасываем остаток, номер пояса $N_{\lambda} = 4$

2. Рассчитаем поясное T_{Π} и судовое T_C время

$$T_{ГР} = 22^{\text{Ч}}10^{\text{М}}40^{\text{С}} \quad 02.11.2013 \text{ г.}$$

$$\begin{array}{r} N_{W}^E = 4 \\ \hline T_{\Pi} = 26^{\text{Ч}}10^{\text{М}}40^{\text{С}} \quad 02.11.2013 \text{ г.} \\ T_{\Pi} = 02^{\text{Ч}}10^{\text{М}}40^{\text{С}} \quad 03.12.2013 \text{ г.} \\ T_C = 02^{\text{Ч}}11^{\text{М}} \quad 03.12.2013 \text{ г.} \end{array}$$

В нашем примере произошла смена даты в сторону увеличения, так как сумма получилась больше $24^{\text{Ч}}$, то есть

$$T_M = 29^{\text{Ч}}09^{\text{М}}44^{\text{С}} - 24^{\text{Ч}} = 05^{\text{Ч}}09^{\text{М}}44^{\text{С}}.$$

Индивидуальные задания

Рассчитать поясное время $T_{п}$ и судовое время $T_{с}$

№ п/п	Дата	ТГр	λ	№ п/п	Дата	ТГр	λ
1.	21.03	22 ^h 18 ^m 32 ^s C	111 ^o 43,2'W	16.	09.10	5 ^h 15 ^m 15 ^s C	53 ^o 53,5' E
2.	17.02	20 16 22	28 11,0E	17.	30.11	15 08 44	179 20,0E
3.	01.11	05 24 20	71 42,1 W	18.	05.07	07 06 52	143 11,4W
4.	11.03	08 00 12	105 25,5W	19.	15.12	10 53 08	11 05,5E
5.	16.01	15 04 00	80 14,3E	20.	10.08	21 43 34	88 15,8E
6.	30.03	12 50 05	165 02,5 E	21.	02.10	21 22 50	05 18,0 W
7.	08.05	00 41 17	15 00,2 W	22.	20.05	06 16 47	18 12,4 W
8.	26.05	19 31 43	02 15,0 E	23.	08.09	14 17 20	17 33,9 E
9.	14.06	06 24 18	59 19,1 E	24.	24.06	16 30 25	40 48,5 E
10.	10.10	05 16 00	128 51,5W	25.	13.01	20 45 14	150 01,2E
11.	21.07	17 23 08	132 16,0 E	26.	01.12	05 37 02	91 28,0 W
12.	06.01	23 20 55	47 30,0 E	27.	02.08	09 00 01	132 17,9W
13.	01.08	08 00 59	66 13,1 W	28.	21.05	15 55 55	49 57,9W
14.	14.04	05 39 17	98 45',5 W	29.	13.12	03 00 01	168 41,4E
15.	20.11	13 44 29	160 11,2 E	30.	23.07	08 45 45	157 50,5W

Порядок выполнения работы

1. Изучить методику перевода времени.
2. Выполнить расчёт местного, гринвичского, среднего гринвичского времени.

Контрольные вопросы

1. Что такое истинное солнечное, среднее солнечное время?
2. Перевод гринвичского, местного, судового времени.

Список литературы

- 1.. Алексишин В.Г. Практическое судовождение: учеб.пособие/В.Г. Алексишин, В.Т. Долгочуб, А.В. Белов. – Одесса: Феникс, 2006.-376с
2. Немцев О.В. Основы мореходной астрономии. Уч. пос. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001.- 126с.
3. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1986.-255с.
4. Морской астрономический ежегодник на 2011г., Управление навигации и океанографии. -2010г.- 336с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5 ХРОНОМЕТР. РАСЧЕТ ПОПРАВКИ ХРОНОМЕТРА.

Цель работы:

1. Изучить устройство хронометра.
2. Научиться заводить хронометр и определять его поправку.

Описание хронометра.

Основным прибором, предназначенным для определения и хранения точного времени на судне является хронометр - переносные пружинные часы наиболее точного изготовления.

Корпус морского хронометра подвешивается при помощи карданова подвеса внутри деревянного футляра, который помещается во внешний футляр, снабженный мягкой внутренней обивкой и ремнем для перевозки хронометра:



В центре циферблата, разбитого на 12 часов, укреплены часовая и минутная стрелки, движущиеся по общему циферблату. Ниже располагается секундная стрелка, перемещающаяся по секундному циферблату скачками через 0,5 секунд. В верхней части циферблата хронометра расположен циферблат завода, разделенный штрихами на семь частей по 8 часов каждый. Оцифровка интервалов дана от 0 до 56ч, т.е. максимальный завод рассчитан на 56 часов работы хронометра.

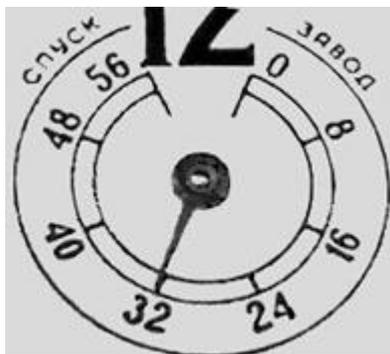


По циферблату завода движется стрелка, которая показывает количество часов, протекшее с момента завода хронометра

Хронометр следует заводить ежедневно в одно и то же время (например, в 8ч утра), чтобы в течение каждых суток действовала одна и та же часть пружины, что обеспечивает постоянство суточного хода. Обычно заводят хронометр так, чтобы он мог идти двое суток, т.е. после завода стрелка завода должна указывать на деление 8ч.



А перед заводом при условии регулярного завода в одно и то же время стрелка циферблата завода должна указывать на деление с цифрой 32ч.



Завод хронометра.

При заводе хронометр медленно поворачивают в кардановом подвесе на бок, и придерживая его левой рукой, правой рукой поворачивают по часовой стрелке заслонку



Вставляют заводной ключ и аккуратно делают 7-7,5 полуоборотов ключа против часовой стрелки (!). Если заводить непроворачивающимся ключом по часовой стрелке, то можно испортить механизм хронометра. Затем вытаскивают ключ из отверстия и осторожно возвращают хронометр в прежнее положение



Для пуска остановившегося хронометра надо предварительно завести хронометр, сообщая ему двухсуточную порцию завода (14-15 полуоборотов ключа), и не слишком резко повернуть ящик с механизмом хронометра вокруг вертикальной оси на 450-500



Перед пуском желательно (первоначально) установить стрелки так, чтобы он показывал гринвичское время на несколько минут больше текущего гринвичского времени. При переводе и установок стрелок на требуемый отсчет хронометра предварительно надо взять его на стопор, затем отвинтить стеклянную крышку.

Надеть ключ на квадратную головку оси минутной стрелки и, вращая ключ по часовой стрелке установить минутную и часовую стрелки на гринвичское время.

При перестановке стрелок надо следить за их согласованием. Когда минутная стрелка стоит на штрихе своего циферблата, секундная должна быть на нуле. Т.к. секундную стрелку трогать нельзя, а она, например как в этом примере остановилась на 31-ой секунде, то минутная стрелка

должна быть установлена на половине минутного деления.



Завинтив на место стекло, пускают заведенный хронометр толчком, как указано выше, по возможности к установленному гринвичскому времени

Определение поправки хронометра.

Поправку хронометра в современное время определяют при помощи приемоиндикатора спутниковой радионавигационной системы (ПИ СРНС) и секундомера.

Пускают заведенный секундомер в момент времени, когда ПИ показывает целую минуту. В данном примере $T_{гр. пуска сек.} = 3ч52м00с$



Подойдя к штурманскому хронометру с секундомером, останавливают секундомер в удобный момент времени, когда показания секундной стрелки хронометра соответствуют 30 или 60 секундам.

В данном примере $T_{хр. ост. сек.} = 3ч49м00с$



С точностью до 0,1с записывают показания секундомера.
 $T_{сек} = 0m30c$.

Поправку хронометра вычисляют по следующей схеме

+	$T_{гр.пуск.сек}$		
	$T_{сек}$		
-	$T_{гр.ост.сек.}$		
	$T_{хр.ост.сек.}$		
	$u_{хр}$		

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с устройством хронометра.
2. Завести хронометр и определить его поправку.

Контрольные вопросы

1. Описание хронометра.
2. Как завести хронометр?
3. Как определить поправку хронометра?

Список литературы

1. Немцев О.В. Основы мореходной астрономии. Уч. пос. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001.- 126с.
2. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1986.-255с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6 ВЫЧИСЛЕНИЕ ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ КООРДИНАТ СВЕТИЛ ПО МАЕ

Цель работы:

1. Получить практические навыки, в расчете экваториальных координат светил (звезд, Солнца, планет и Луны) с помощью МАЕ.
2. Воспитывать штурманскую культуру: аккуратность записи, контроль результатов вычислений, ответственность за выполнение задания.

Основы вычисления эфемерид светил (звезд), Солнца, Луны и планет с помощью Морского Астрономического Ежегодника.

Для получения координат светил по МАЕ аргументами служат гринвичская дата и точное всемирное время $T_{ГР}$. При использовании ежедневных таблиц эти аргументы должны быть предварительно известны.

Гринвичская дата устанавливается в соответствии с принятым на корабле счетом дат и номером часового пояса, по которому установлены корабельные часы. Точное значение всемирного времени $T_{ГР}$ можно определить, если известна поправка часов $U_{ч}$ или хронометра $U_{ХР}$ на момент наблюдения

$$\begin{aligned} T_{ГР} &= T_{ХР} + U_{ХР} + (12^ч) \\ T_{ГР} &= T_{ч} + U_{ч} + (12^ч) \end{aligned} \quad (1)$$

Рассмотрим наиболее характерные случаи:

Вычисление всемирного времени и гринвичской даты наблюдений.

1. Рассчитываем приближенное значение всемирного времени по формуле и определяем гринвичскую дату.

$$\text{Прибл. } T_{ГР} = T_{С} \pm N_{\text{Ч}}^W \quad (2)$$

где N – номер часового пояса.

Для определения номера пояса, в котором находится данный пункт или корабль, надо его долготу разделить на 15° . Частное от деления даёт номер пояса, а если в остатке получится больше $7^{\circ}30'$, то рассчитанный таким путём номер пояса увеличивается на единицу. Если остаток меньше $7^{\circ}30'$, то он отбрасывается.

Пример 1.

1. $\lambda = 21^{\circ} \text{ W}$. № пояса = $\lambda / 15 = 21^{\circ} / 15 = 1\text{W}$, остаток $6^{\circ} < 7^{\circ}30'$ – отбрасываем остаток, то есть № = 1W

2. $\lambda = 133^{\circ} \text{ E}$. № пояса = $\lambda / 15 = 133^{\circ} / 15 = 8$, остаток $13^{\circ} > 7^{\circ}30'$ – увеличиваем № пояса на единицу, то есть № = 9 E.

Если при вычислениях приближённого гринвичского времени получится, что $T_{\text{ГР}}$ больше 24 часов, то в этом случае из полученного числа вычитается 24 часа, а заданная дата увеличивается на 1 сутки. Если при вычислениях получится, что $T_{\text{ГР}}$ меньше 24 часов, то дата останется прежней. Если же надо отнять из меньшего числа большее, тогда к меньшему числу прибавляем 24 часа, а дату уменьшаем на 1 сутки.

2. Производим в случае необходимости экстраполяцию поправки часов или хронометра относительно всемирного времени на момент астрономических наблюдений.

3. Вычисляем точное значение всемирного времени $T_{\text{ГР}}$ на момент астрономических наблюдений. Точное значение всемирного времени $T_{\text{ГР}}$ можно определить, если известна поправка часов $U_{\text{ч}}$ или хронометра $U_{\text{ХР}}$ на момент наблюдения. Если в используемых часах циферблат разбит на 12 часовых делений, то в ряде случаев во избежание ошибок при расчете $T_{\text{ГР}}$ к показаниям часов необходимо прибавлять 12 ч, соотносясь с судовым временем (1).

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

Часовые углы звезд для экономии места в ежегоднике не приводятся. Для расчета часовых углов звезд $t_{\text{ГР}}^*$ и $t_{\text{М}}^*$ применяются формулы, которые показывают, что часовой угол звезды состоит из двух слагаемых: первое слагаемое, общее для всех звезд и быстро меняющееся, представляет собой часовой угол точки Овна, который выбирается из ежедневных таблиц во второй колонке (т. Овна) по гринвичской дате и гринвичскому (всемирному) времени $T_{\text{ГР}}$, второе слагаемое звездное дополнение $\tau_{\text{ГР}}^*$, которое различно для каждой отдельной звезды и медленно меняется с течением времени

$$t_{\text{ГР}}^* = t_{\text{ГР}}^{\gamma} + \tau_{\text{ГР}}^*, \quad (3)$$

$$t_{\text{М}}^* = t_{\text{М}}^{\gamma} + \tau_{\text{ГР}}^*. \quad (4)$$

Звездное дополнение $\tau_{ГР}^*$ и склонение δ^* выбираются из ежедневных таблиц МАЕ или из таблицы "Звезды. Видимые места" [9, с. 270 - 275].

При решении всех последующих задач предполагается, что гринвичская дата $D_{ГР}$ и всемирное время $T_{ГР}$ момента астрономических наблюдений уже определены; расчеты $T_{ГР}$ и даты показаны выше в примере 2.

Вычисление местного часового угла и склонения звезды в заданный момент гринвичского (всемирного) времени $T_{ГР}$.

1. Из ежедневных таблиц по гринвичской дате D и $T_{ГР}$ выбираем гринвичский часовой угол точки Овна на табличный момент всемирного времени $t_{Г}^{\gamma}$, ближайший меньший к рассчитанному моменту $T_{ГР}$.

2. Из основных интерполяционных таблиц [9, приложение 4, с. 289 – 319], соответствующих минуте всемирного времени $T_{ГР}$, в столбце "Точка Овна" находим полное изменение часового угла Δt за минуты и секунды $T_{ГР}$.

3. Складываем величины $t_{Г}^{\gamma}$ и Δt в результате получим значение гринвичского часового угла точки Овна $t_{ГР}^{\gamma}$ для заданного момента $T_{ГР}$.

4. Полученный гринвичский часовой угол точки Овна $t_{ГР}^{\gamma}$ переводим в местный часовой угол точки Овна $t_{М}^{\gamma}$, пользуясь географической долготой места λ судна, по формуле

$$t_{М}^{\gamma} = t_{ГР}^{\gamma} \pm \lambda_{W}^E. \quad (5)$$

5. Если звезда есть в ежедневных таблицах МАЕ, то выбираем значения звездного дополнения τ^* и склонения δ^* без интерполяций. Если звезды в ежедневных таблицах нет, то интерполируем на гринвичскую дату величины звездного дополнения τ^* и склонения δ^* данной звезды по их значениям, приведенным в таблице "Звезды. Видимые места", на заданную дату производится интерполирование.

6. Складываем величину $t_{М}^{\gamma}$ точки Овна и величину τ^* данной звезды по формуле (5), в результате получим значение местного часового угла данной звезды t_{W}^* в заданный гринвичский момент времени $T_{ГР}$.

При расчете местного часового угла t_{W} возможны 3 варианта:

- если $t_{W} < 180^{\circ}$, необходимо оставить t_{W} ;

- если $t_w > 360^0$, необходимо из полученной величины вычесть 360^0 и оставить t_w ;
- если $180^0 < t_w < 360^0$, то необходимо из 360^0 вычесть полученную величину и поменять наименование местного часового угла на восточное (E).

Задача 1. 4 марта 2011 г. $T_C = 16^h 10^m$, $T_{ГР} = 17^h 10^m 56^s$, $U_{ХР} = + 0^m 18^s$, $\lambda = 10^0 27,2' W$. Вычислить местный часовой угол t_M и склонение δ звезды α Тельца (№ 24 - Альдебаран). Расчеты часового угла и склонения звезды в заданный момент времени $T_{ГР}$ показаны в табл. 1.

Таблица 1

Вычисление часового угла и склонения звезды

Аргумент	Величина	Пояснения
1	2	3
Приб. T_C	$16^h 10^m$	Время по корабельным часам с точностью до 1 мин
$N_{\pm W}^{-E}$	+ 1	Номер пояса, по которому поставлены корабельные часы
Приб. $T_{ГР}$	$17^h 10^m$	- если при расчетах Приб. $T_{ГР} =$ Приб. $T_C \mp N_{\pm W}^E$, получим время Приб. $T_{ГР}$ менее 24^h - дата не меняется;
Дата	4.03.2011 г.	- если при расчетах получим Приб. $T_{ГР} > 24$ ч, то принимается дата следующего дня;
		- если при расчетах Приб. T_C меньше $N_{\pm W}^{-E}$, то необходимо взять 24^h предшествующих суток и прибавить к Приб. T_C , то есть Приб. $T_{ГР} =$ (Приб. $T_C + 24^h) - N_{\pm W}^{-E}$, тогда принимается дата предыдущего дня
$T_{ХР}$	$17^h 10^m 38^s$	Средний момент времени из серии измерений по хронометру
$U_{ХР}$	+ $0^m 18^s$	Поправка хронометра
$T_{ГР}$	$17^h 10^m 56^s$	$T_{ГР} = T + U_{ХР} + (12)$. Проверить по Приб. $T_{ГР}$
t_{Γ}^{γ}	$358^0 57,5'$	Из ежедн. табл. МАЕ на целое число часов $T_{ГР} = 17^h$ (столбец т. Овна, [9. с.

		28])
$\Delta_1 t$	2 ⁰ 44,4'	Из осн. интерп. табл. МАЕ [9, приложение 4, с. 289-319], по числу мин и с ($T_{ГР} = 10^M 56^C$)
$\Delta_2 t$	-	Выбирается только для Солнца и планет по квазиразности $\bar{\Delta}$
$t_{ГР}^{\gamma}$	$\frac{1^{0}41,9' + 360^0}{361^{0}41,9'}$	$t_{ГР}^{\gamma} = t_T + \Delta_1 t + \Delta_2 t$; - если при расчетах $t_{ГР}^{\gamma}$ получается более 360 ⁰ , необходимо вычесть 360 ⁰ ; - если при расчетах $t_{ГР}^{\gamma}$ получается меньше величины долготы, тогда $(t_{ГР}^{\gamma} + 360^0) - \lambda$;
λ_{-W}^{+E}	- 10 ⁰ 27,2'	Счислимая долгота с карты
$t_M^{\gamma} = S_M$	351 ⁰ 14,7'	Местный часовой угол $t_M^{\gamma} = t_{ГР}^{\gamma} \pm \lambda_W^E$. Если при расчетах получим t_M^{γ} больше 360 ⁰ , необходимо вычесть 360 ⁰
τ^*	290 ⁰ 51,1'	Звездное дополнение из табл. "Звезды. Видимые места" для α Тельца (№ 24) или из ежедневных таблиц [9, с. 270 – 275]
t_W^*	282 ⁰ 05,8' W	$t_W^* = t_M^{\gamma} + \tau^*$; - если $t_W^* < 180^0$, необходимо оставить t_W^* ; - если $t_W^* > 360^0$, необходимо из полученной величины вычесть 360 ⁰ и оставить t_W^* ; - если $180^0 < t_W^* < 360^0$, то из 360 ⁰ вычесть полученную величину и поменять наименование на восточное (E)
t_E^*	77 ⁰ 54,2' E	$t_E^* = 360^0 - t_W^* = 360^0 - 282^0 05,8' = 77^0 54,2' E$
Δ	-	Из ежедн. табл. МАЕ для Солнца и планет

δ_T	16 ⁰ 31,9' N	Из ежедн. табл. МАЕ, табл. "Звезды. Видимые места" для α Тельца (№ 24) [9, с. 270 – 275]
$\Delta\delta$	-	Из осн. интерп. табл. МАЕ по Δ только для Солнца и планет
δ^*	16 ⁰ 31,9' N	$\delta = \delta_T + \Delta\delta$

Вычисление местного часового угла и склонения Солнца в заданный момент времени $T_{ГР}$.

1. Из ежедневных таблиц по гринвичской дате D и $T_{ГР}$ выбираем табличный гринвичский часовой угол t_T , и табличное склонение δ_T данного светила на момент всемирного времени, ближайший меньший к рассчитанному моменту $T_{ГР}$. Одновременно выбираем значение квазиразности $\overline{\Delta}$ и разности Δ (величину и знак) на данный трехсуточный интервал. *Помнить!* Из ежедневных таблиц для Солнца и планет необходимо выбирать 4 аргумента (t_T , δ_T , $\overline{\Delta}$, Δ).

2. Из основных интерполяционных таблиц [9, приложение 4, с. 289 – 319], соответствующих минуте всемирного времени $T_{ГР}$, в столбце "Солнце и планеты" находим основное изменение $\Delta_1 t$ за минуты и секунды $T_{ГР}$.

3. Из той же интерполяционной таблицы из столбцов "Попр.", расположенных справа, по аргументу квазиразности $\overline{\Delta}$ находим дополнительное изменение $\Delta_2 t$ к часовому углу, которое всегда положительно, а по аргументу разности Δ – поправку $\Delta\delta$ к склонению. Знак поправки $\Delta\delta$ соответствует знаку Δ .

4. Складывая величины $t_{ГР}$, $\Delta_1 t$ и $\Delta_2 t$ и соответственно величины δ и $\Delta\delta$, получим искомые гринвичский часовой угол $t_{ГР}$ и склонение δ Солнца и планет на заданный момент времени $T_{ГР}$.

5. Полученный гринвичский часовой угол $t_{ГР}$ переводим в местный часовой угол t_W , пользуясь географической долготой места λ , т. е. $t_W = t_{ГР} \pm \lambda \frac{E}{W}$.

При расчете местного часового угла t_W возможны 3 варианта:

- если $t_w < 180^0$, необходимо оставить t_w ;
- если $t_w > 360^0$, необходимо из полученной величины вычесть 360^0 и оставить t_w ;
- если $180^0 < t_w < 360^0$, то из 360^0 вычесть полученную величину и поменять наименование местного часового угла на восточное (E).

Задача 2. 23 сентября 2011 года. $T_C = 13^{\text{ч}}56^{\text{М}}$, $T_{\text{ХР}} = 11^{\text{ч}}56^{\text{М}}28^{\text{С}}$, $U_{\text{ХР}} = -0^{\text{М}}12^{\text{С}}$, $\lambda = 23^{\text{°}}09,2' \text{ E}$. Определить местный часовой угол $t_{\text{М}}^{\text{°}}$ и склонение $\delta^{\text{°}}$ Солнца. Расчеты часового угла и склонения Солнца в заданный момент времени $T_{\text{ГР}}$ показаны в табл. 2.

Таблица 2
Вычисление часового угла и склонения Солнца

Аргумент	Величина	Пояснения
Приб. T_C	$13^{\text{ч}}56^{\text{М}}$	По судовым часам с точностью до 1 мин
	+ 2	Номер пояса, по которому поставлены корабельные часы: $N_{\text{E}} = \frac{\lambda}{15} = \frac{23^{\text{°}}09,2'}{15} = 1$, остаток $8^{\text{°}}09,2' > 7^{\text{°}}30'$, $N_{\text{E}} = 2$
Приб. $T_{\text{ГР}}$	$11^{\text{ч}}56^{\text{М}}$	<ul style="list-style-type: none"> - если при расчетах Приб. $T_{\text{ГР}} = \text{Приб. } T_C \mp N_{\text{E}}^{\text{E/W}}$, получим время Приб. $T_{\text{ГР}}$ менее $24^{\text{ч}}$ - дата не меняется; - если при расчетах получим Приб. $T_{\text{ГР}} > 24^{\text{ч}}$, то принимается дата следующего дня; - если при расчетах Приб. T_C меньше $N_{\text{E}}^{\text{-E/W}}$, то необходимо взять $24^{\text{ч}}$ предшествующих суток и прибавить к Приб. T_C, то есть Приб. $T_{\text{ГР}} = (\text{Приб. } T_C + 24^{\text{ч}}) - N_{\text{E}}^{\text{-E/W}}$, тогда принимается дата предыдущего дня
Дата	23.09.2011 г.	
$T_{\text{ХР}}$	$11^{\text{ч}}56^{\text{М}}28^{\text{С}}$	Средний момент времени из серии измерений по хронометру
$U_{\text{ХР}}$	$-0^{\text{М}}12^{\text{С}}$	Поправка хронометра
$T_{\text{ГР}}$	$11^{\text{ч}}56^{\text{М}}06^{\text{С}}$	$T_{\text{ГР}} = T + U_{\text{ХР}} + (12)$. Проверить по Приб. $T_{\text{ГР}}$
$t_{\text{Г}}$	$46^{\text{°}}52,8'$	Из ежедн. табл. МАЕ по дате 23.09 на целое

		число часов $T_{ГР} = 11^Ч$ (столбец "Солнце") [9, с. 202] выбрать t_T
Δt_t	$14^00,6'$	Из осн. интерп. табл. МАЕ в столбце "Солнце" [9, с. 318], по числу мин и с для $T_{ГР} = 56^M06^C$ выбрать Δt_t
Δz_t	$01,1'$	Выбирается только для Солнца и планет на $T_{ГР} = 56^M$ по квазиразности $(\bar{\Delta}+1,2)$
$t_{ГР}$	$0^054,5'$	$t_{ГР} = t_T + \Delta t_t + \Delta z_t$; - если при расчетах $t_{ГР}$ получается более 360^0 , необходимо вычесть 360^0 ; - если при расчетах $t_{ГР}$ получается меньше величины долготы, которую необходимо вычесть, тогда $(t_{ГР} + 360^0) - \lambda_W$
λ_{-W}^{+E}	$23^009,2'$	Счислимая долгота с карты
$t_M^{\circ} =$ S_M	-	Только для звезд
τ^*	-	Только для звезд
t_W°	$24^003,7' W$	$t_W^{\circ} = t_{ГР} \pm \lambda_W^E$; - если $t_W^{\circ} < 180^0$, необходимо оставить t_W° ; - если $t_W^{\circ} > 360^0$, необходимо из полученной величины вычесть 360^0 и оставить t_W° ; - если $180^0 < t_W^{\circ} < 360^0$, то из 360^0 вычесть полученную величину и поменять наименование на восточное (E)
t_E	-	$t_E = 360^0 - t_W^{\circ}$, если $180^0 < t_W^{\circ} < 360^0$
Δ	$+ 1,0'$	Из ежедн. табл. МАЕ по дате внизу столбца "Солнце" [9, стр. 202]
δ_T	$0^001,9' S$	Из ежедневных табл. МАЕ по дате 23.09 на целое число часов $T_{ГР} = 11^Ч$ (столбец "Солнце") [9, с. 202]
$\Delta\delta$	$+ 0,9'$	Из осн. интерп. табл. МАЕ [9, с. 318] в столбце 56^M и разности $\Delta = + 1, 0'$, выбрать $\Delta\delta$
δ°	$0^002,8' S$	$\delta = \delta_T + \Delta\delta = 0^001,9' + (+ 0,9') = 0^002,8'$

Задача 3. 24 апреля 2011 года. $T_C = 06^h47^m$, $T_{ХР} = 04^h47^m16^c$, $U_{ХР} = - 0^m10^c$, $\lambda = 30^o17,7'$ Е. Определить местный часовой угол t_M и склонение δ Венеры. Расчеты часового угла и склонения Венеры в заданный момент времени $T_{ГР}$ показаны в табл. 3.

Таблица 3

Вычисление часового угла и склонения Венеры

Аргумент	Величина	Пояснения
Приб. T_C	06^h47^m	По судовым часам с точностью до 1 мин
$N_{\pm W}^E$	- 2	Номер пояса, по которому поставлены корабельные часы
Приб. $T_{ГР}$	$\rightarrow 04^h47^m$	- если при расчетах Приб. $T_{ГР} =$ Приб. $T_C \mp N_{\pm W}^E$, получим время Приб. $T_{ГР}$ менее 24^h - дата не меняется;
Дата	24.04.2011 г.	- если при расчетах получим Приб. $T_{ГР} > 24$ ч, то принимается дата следующего дня;
		- если при расчетах Приб. T_C меньше $N_{\pm W}^E$, то необходимо взять 24^h предшествующих суток и прибавить к Приб. T_C , то есть Приб. $T_{ГР} = (\text{Приб. } T_C + 24^h) - N_{\pm W}^E$, тогда принимается дата предыдущего дня
$T_{ХР}$	$04^h47^m16^c$	Средний момент времени из серии измерений по хронометру
$U_{ХР}$	- 0^m10^c	Поправка хронометра
$T_{ГР}$	$\rightarrow 04^h47^m06^c$	$T_{ГР} = T + U_{ХР} + (12)$. Проверить по Приб. $T_{ГР}$
t_T	$267^o53,6'$	Из ежедн. табл. МАЕ по дате 24.04 на целое число часов $T_{ГР} = 04^h$ в столбце "Венера" [9, с. 100] выбрать t_T
$\Delta_1 t$	$11^o45,7'$	Из осн. интерп. табл. МАЕ в столбце "Венера" [9, с. 313], по числу мин и с для $T_{ГР} = 47^m06^c$ выбрать $\Delta_1 t$
$\Delta_2 t$	+ $0,6'$	Из осн. интерп. табл. МАЕ на $T_{ГР} = 47^m$ в столбце "Венера" [9, с. 313] по квазиразности $\bar{\Delta} = + 0,7$ выбрать $\Delta_2 t$

$t_{ГР}$	279 ⁰ 39,9'	$t_{ГР} = t_T + \Delta t + \Delta 2t$; - если при расчетах $t_{ГР}$ получается более 360 ⁰ , необходимо вычесть 360 ⁰ ; - если при расчетах $t_{ГР}$ получается меньше величины долготы, которую необходимо вычесть, тогда ($t_{ГР} + 360^0$) - λ
λ_{-W}^{+E}	30 ⁰ 17,7'	Счислимая долгота с карты восточная $\lambda = 30^0 17,7' E$
$t_M^{\varphi} = S_M$	-	Только для звезд
τ^*	-	Только для звезд
t_W	309 ⁰ 57,6' W	$t_W = t_{ГР} \pm \lambda_{-W}^E$; - если $t_W < 180^0$, необходимо оставить t_W ; - если $t_W > 360^0$, необходимо из полученной величины вычесть 360 ⁰ и оставить t_W ; - если $180^0 < t_W < 360^0$, то из 360 ⁰ вычесть полученную величину и поменять наименование на восточное (E)
t_E	50 ⁰ 02,4' E	$t_E = 360^0 - t_W = 360^0 - 309^0 57,6' = 50^0 02,4'$
Δ	- 1,2'	Из ежедн. табл. МАЕ для "Венеры" [9, с. 100] выбрать $\Delta = - 1,2'$
δ_T	0 ⁰ 00,5' S	Из ежедн. табл. МАЕ по дате 24.04 на целое число часов $T_{ГР} = 04^h$ в столбце "Венера" [9, с. 100] выбрать $\delta_T = 0^0 00,5' S$
$\Delta\delta$	- 1,2'	Из осн. интерп. табл. МАЕ [9, с. 313] по $T_{ГР} = 47^m$ и разности $\Delta = - 1,2'$ выбрать $\Delta\delta = - 1,2'$
δ	0 ⁰ 00,5' N	Рассчитать склонение $\delta = \delta_T + \Delta\delta = 0^0 00,5' N$

Вычисление местного часового угла и склонения Луны в заданный момент времени $T_{ГР}$.

1. Из ежедневных таблиц по гринвичской дате D и $T_{ГР}$ выбираем гринвичский часовой угол $t_{Г}^{\text{Г}}$ и склонение $\delta_{Г}^{\text{Г}}$ Луны на табличный момент всемирного времени, ближайший к рассчитанному моменту $T_{ГР}$. Одновременно выбираем значение квазиразности $\bar{\Delta}$ и разности Δ (величину и знак), помещенные соответственно справа от столбцов часовых углов $t_{ГР}$ и склонений δ Луны. *Помнить!* Из ежедневных таблиц для Луны необходимо выбирать 4 аргумента ($t_{Г}$, $\delta_{Г}$, $\bar{\Delta}$, Δ).

2. Из основных интерполяционных таблиц [9, приложение 4, с. 289 – 319], соответствующих минуте всемирного времени $T_{ГР}$, в столбце "Луна" находим основное изменение часового угла Δ_{1t} за минуты и секунды $T_{ГР}$.

3. Из той же интерполяционной таблицы из столбцов "Попр.", расположенных справа, по аргументу квазиразности $\bar{\Delta}$ находим дополнительное изменение Δ_{2t} к часовому углу, которое всегда положительно, а по аргументу разности Δ - поправку $\Delta\delta$ к склонению. Знак поправки $\Delta\delta$ соответствует знаку Δ .

4. Складывая величины $t_{Г}$, Δ_{1t} и Δ_{2t} и соответственно величины δ и $\Delta\delta$, получим искомые гринвичский часовой угол $t_{ГР}^{\text{Г}}$ и склонение $\delta^{\text{Г}}$ Луны на заданный момент $T_{ГР}$.

Если в результате сложения $\delta_{Г}^{\text{Г}}$ и $\Delta\delta^{\text{Г}}$ получается отрицательное значение склонения, необходимо оставить его без знака, но переменить наименование склонения (S вместо N , N вместо S).

5. Полученный гринвичский часовой угол $t_{ГР}^{\text{Г}}$ переводим в местный часовой угол $t_{W}^{\text{Г}}$, пользуясь географической долготой места λ , $t_{W}^{\text{Г}} = t_{ГР}^{\text{Г}} \pm \lambda \frac{E}{W}$.

При расчете местного часового угла $t_{M}^{\text{Г}}$ возможны 3 варианта:

- если $t_{W}^{\text{Г}} < 1800$, необходимо оставить $t_{W}^{\text{Г}}$;
- если $t_{W}^{\text{Г}} > 360^0$, необходимо из полученной величины вычесть 360^0 и оставить $t_{W}^{\text{Г}}$;

– если $180^0 < t_w^c < 360^0$, то из 360^0 вычесть полученную величину и поменять наименование местного часового угла на восточное (E).

Задача 4. 30 апреля 2011 года. $T_C = 14^h 18^m$, $T_{ХР} = 11^h 18^m 15^c$, $U_{ХР} = + 0^m 10^c$, $\lambda = 37^0 34,2' E$. Определить местный часовой угол t_M^c и склонение δ^c Луны. Расчеты часового угла и склонения звезды в заданный момент времени $T_{ГР}$ показаны в табл. 4

Таблица 4

Вычисление часового угла и склонения Луны

Аргумент	Величина	Пояснения
Приб. T_C	$02^h 18^m$	По корабельным часам с точностью до 1 мин
N_{+W}^E	- 3	Номер пояса, по которому поставлены корабельные часы
Приб. $T_{ГР}$	$23^h 18^m$	- если при расчетах Приб. $T_{ГР} =$ Приб. T_C $\mp N_{+W}^E$, получим время Приб. $T_{ГР}$ менее 24^h - дата не меняется;
Дата	29.04.2011 г.	- если при расчетах получим Приб. $T_{ГР} > 24^h$ ч, то принимается дата следующего дня; - если при расчетах Приб. T_C меньше N_{+W}^E , то необходимо взять 24^h предшествующих суток и прибавить к Приб. T_C , то есть выполнить Приб. $T_{ГР} = (Приб. T_C + 24^h) - N_{+W}^E$, тогда принимается дата предыдущего дня
$T_{ХР}$	$11^h 18^m 15^c$	Средний момент времени из серии измерений
$U_{ХР}$	$+ 0^m 10^c$	Поправка хронометра
$T_{ГР}$	$11^h 18^m 25^c$ $+ 12$ $23^h 18^m 25^c$	$T_{ГР} = T + U_{ХР} + (12)$. Проверить по Приб. $T_{ГР} = 23^h 18^m$
t_T	$202^0 06,6'$	Из ежедн. табл. МАЕ по дате 29.04 на целое число часов $T_{ГР} = 23^h$ в столбце "Луна" [9, с. 105 (правый разворот)] выбрать t_T
Δt	$4^0 23,7'$	Из осн. интерп. табл. МАЕ в столбце "Луна" [9, с. 299] по числу мин и с для $T_{ГР} = 18^m 25^c$ выбрать Δt
$\Delta_2 t$	$+ 5,0'$	Из осн. интерп. табл. МАЕ в столбце "Луна"

		[9, с. 299] для $T_{ГР} = 18^M$ и разности $\Delta = 161'$ выбрать $\Delta_{2t} = + 5,0'$
$t_{ГР}$	$206^035,3'$	$t_{ГР} = t_T + \Delta_{1t} + \Delta_{2t}$; - если при расчетах $t_{ГР}$ получается более 360^0 , необходимо вычесть 360^0 ; - если при расчетах $t_{ГР}$ получается меньше величины долготы, которую необходимо вычесть, тогда $(t_{ГР} + 360^0) - \lambda$
	$\lambda_{-W}^{\pm E} 57^034,2'$	Счислимая долгота с карты
$t_M^{\gamma} = S_M$	-	Только для звезд
τ^*	-	Только для звезд
t_W^C	$244^009,5'$	$t_W^C = t_{ГР} \pm \lambda_{-W}^E$; - если $t_W^C < 180^0$, необходимо оставить t_W^C ; - если $t_W^C > 360^0$, необходимо из полученной величины вычесть 360^0 и оставить t_W^C ; - если $180^0 < t_W^C < 360^0$, то из 360^0 вычесть полученную величину и поменять наименование на восточное (E)
t_E^C	$115^050,5'$ E	$t_E^C = 360^0 - t_W^C = 360^0 - 244^009,5' = 115^050,5' E$
Δ	$+ 11,5'$	Из ежедн. табл. МАЕ в столбце Луна, [9, с. 105]
δ_T^C	$5^043,3' N$	Из ежедн. табл. МАЕ по дате 29.04 на целое число часов $T_{ГР} = 23^ч$ в столбце "Луна" [9, с. 105]
$\Delta\delta$	$+ 3,6'$	Из осн. интерп. табл. МАЕ по в столбце $T_{ГР} = 18^M$ и разности $\Delta = 11, 5'$, [9, с. 299] выбрать $\Delta\delta = + 3,6'$
δ^C	$5^046,9' N$	Рассчитать склонение $\delta = \delta_T + \Delta\delta$

Индивидуальные задания.
**Вычисление экваториальных координат светил по
 данным наблюдений**

№ задачи	Дата	Тс, ч, мин	Долгота, (°,')	Ср. Тч, (ч, мин, с)	Поправка часов(ч,мин,с)	Светило
Вариант № 1						
1	10.05	19 51	137 29,6 E	09 47 14	+01 01 15	α Волопаса
2	06.09	05 17	151 12,0 E	03 31 29	+03 44 25	Процион
3	10.05	09 50	148 10,0 E	11 53 10	-00 03 10	Солнце
4	26.03	05 27	119 26,5 E	08 23 28	+01 03 51	Венера
5	01.05	05 25	119 38,6 E	09 08 41	+00 14 16	Луна
Вариант № 2						
1	25.03	18 47	162 10,0 E	08 12 55	-00 28 45	α М. Пса
2	06.09	05 17	151 12,0 E	03 34 28	+03 44 25	α Кита
3	27.09	12 05	164 15,7 E	12 45 38	+00 19 45	Солнце
4	04.02	18 27	98 29,5 W	00 20 18	+01 07 15	Марс
5	20.12	20 40	25 39,9 E	06 36 58	+00 03 28	Луна
Вариант № 3						
1	24.06	21 20	148 37,2 E	09 09 18	+02 06 05	α Лебеда
2	25.05	03 50	36 07,1 E	04 15 14	-02 28 36	Кохаб
3	15.03	13 10	43 15,0 W	04 07 15	+00 03 40	Солнце
4	01.10	19 54	80 35,8 W	00 57 54	-00 03 27	Юпитер
5	25.06	19 22	31 45,8 W	09 27 53	-00 05 35	Луна
Вариант № 4						
1	27.02	06 41	02 14,8 E	07 49 22	-01 12 02	α Орла
2	06.06	22 38	139 12,6W	06 45 21	+00 49 10	Арктур
3	10.07	10 25	149 17,0 E	00 18 45	+00 05 05	Солнце
4	30.04	03 09	5 12,4 E	03 01 47	+00 07 35	Сатурн
5	26.03	08 13	175 35,7E	07 10 39	+01 02 46	Луна
Вариант № 5						
1	06.10	05 50	29 18,5 W	06 29 50	+01 14 15	α Кассиопей
2	25.05	03 50	36 07,1 E	04 19 11	-02 28 36	α Змееносца
3	21.03	10 42	43 17,0 W	01 50 07	-00 07 50	Солнце
4	24.06	18 45	156 15,0W	04 49 30	-00 04 21	Марс
5	03.02	20 31	90 28,3 W	02 40 48	-00 09 37	Луна

№ задачи	Дата	Тс, ч, мин	Долгота, (°,')	Ср. Тч, (ч, мин, с)	Поправка часов(ч,мин,с)	Светило
Вариант № 6						
1	22.02	05 30	48 18,9 W	09 27 20	-01 04 10	α Девы
2	10.05	20 51	137 29,6 E	09 51 21	+01 01 15	α Льва
3	08.03	11 55	11 24,5 W	00 50 19	+00 05 20	Солнце
4	19.12	15 32	163 40,1W	02 10 49	+00 20 58	Юпитер
5	01.10	13 00	01 27,0 E	01 00 13	+00 00 15	Луна
Вариант № 7						
1	25.05	04 00	137 12,4 E	06 14 24	+00 46 10	α Змееносца
2	25.03	18 47	162 10,0 E	08 16 12	-00 28 45	α Овна
3	06.04	13 05	19 07,6 E	00 21 40	-00 16 10	Солнце
4	20.08	02 18	63 52,5 E	10 02 13	+00 15 51	Сатурн
5	20.08	05 36	121 05,4 E	09 37 03	-00 00 46	Луна
Вариант № 8						
1	29.04	20 20	173 12,5 W	09 15 45	-01 01 20	α Возничего
2	24.06	21 20	148 37,2 E	09 13 50	+02 06 05	Альфакка
3	25.04	14 50	178 15,0 W	02 40 10	+00 10 05	Солнце
4	25.06	06 54	30 17,2 E	04 58 42	-00 04 31	Венера
5	04.02	18 45	79 14,8 W	10 17 04	+01 28 43	Луна
Вариант № 9						
1	15.08	19 50	151 27,5 E	09 47 14	+00 02 10	α Орла
2	27.02	06 41	2 14,8 E	07 53 41	-01 12 20	α С. Короны
3	27.02	10 42	62 25,0 E	06 52 15	-00 09 20	Солнце
4	24.03	18 32	123 28,3 W	02 40 58	-00 09 26	Юпитер
5	26.06	05 40	103 18,9 E	10 35 28	+00 05 13	Луна
Вариант № 10						
1	18.02	05 46	158 40,5 E	05 39 19	+01 02 50	α Змееносца
2	06.10	05 50	29 18,5 W	06 35 20	+01 14 15	α Тельца
3	22.06	15 40	166 16,0 E	03 05 10	+01 34 20	Солнце
4	04.02	19 45	93 40,8 W	00 03 18	+01 15 27	Сатурн
5	19.08	21 31	65 29,5 W	01 17 31	+00 14 12	Луна
Вариант № 11						
1	01.09	18 50	61 15,8 W	08 29 17	+02 19 00	β Б. Медвед.
2	22.02	05 30	45 18,9 W	09 33 59	-01 04 10	β Змееносца
3	18.08	09 32	171 40,5 E	10 15 40	+00 16 05	Солнце
4	20.12	19 04	31 07,4 E	05 01 37	+00 02 50	Венера
5	03.02	18 54	91 48,1 W	02 03 45	-01 09 21	Луна

№ задачи	Дата	T _c , ч, мин	Долгота, (°.)	Ср. T _ч , (ч, мин, с)	Поправка часов(ч,мин,с)	Светило
Вариант № 12						
1	24.07	03 05	17 50,3 E	04 27 13	-02 23 10	α Лиры
2	25.05	04 00	137 12,4 E	06 18 50	+00 46 10	ε Пегаса
3	25.05	10 58	29 36,0 W	00 35 17	+00 24 01	Солнце
4	30.04	04 18	0 08,9 E	04 23 27	-00 05 29	Марс
5	02.05	14 20	53 17,0 W	06 11 07	+00 08 43	Луна
Вариант № 13						
1	15.04	17 22	99 11,5 W	00 14 44	+00 06 10	α Гидры
2	29.04	20 20	173 12,5 W	09 21 06	-01 01 20	α Овна
3	09.01	10 25	78 41,5 E	05 10 18	-00 14 50	Солнце
4	10.08	19 27	89 42,0 W	01 40 22	-00 13 11	Сатурн
5	03.10	8 31	149 31,6 E	10 25 06	+00 06 15	Луна
Вариант № 14						
1	04.06	03 20	151 25,0 E	04 08 15	+01 10 50	α Андромеды
2	15.08	19 50	151 37,5 E	09 52 21	+00 02 10	α Змеи
3	11.11	10 44	148 10,0 W	08 54 06	-00 09 50	Солнце
4	04.02	18 40	175 31,6 W	06 21 32	+00 18 39	Венера
5	04.02	23 40	81 46,7 W	03 12 47	+01 27 31	Луна
Вариант № 15						
1	10.11	05 56	138 50,6 E	10 17 58	-01 22 40	α Персея
2	18.02	05 46	158 40,5 E	05 44 15	+01 02 50	β Льва
3	15.12	11 40	161 10,8 E	00 35 17	+00 05 20	Солнце
4	27.03	05 32	163 15,0 E	06 43 55	-00 12 15	Марс
5	24.06	19 10	163 32,9 W	06 10 58	-00 01 37	Луна
Вариант № 16						
1	25.08	19 46	139 02,6 W	06 49 22	-02 04 10	β Пегаса
2	01.09	18 50	61 15,8 W	08 34 50	+02 19 00	α ² Весов
3	03.08	10 25	152 18,5 E	00 31 05	-00 06 01	Солнце
4	30.04	17 27	16 28,8 E	04 20 11	+00 07 10	Юпитер
5	20.12	08 04	6 27,0 E	08 09 22	-00 05 38	Луна
Вариант № 17						
1	05.01	20 36	81 29,5 W	02 14 19	-00 46 10	α Кита
2	24.07	03 05	17 50,3 E	04 32 49	-02 23 10	α Пегаса
3	13.07	15 36	150 05,5 W	00 05 10	+01 30 56	Солнце
4	02.10	04 24	91 41,0 E	10 26 51	-00 02 39	Венера
5	02.10	03 22	101 05,4 E	08 10 04	+00 12 51	Луна
Вариант № 18						
1	04.09	04 51	138 10,4 E	07 42 19	+00 02 05	α Близнецов
2	15.04	17 22	99 11,5 W	00 19 19	+00 06 10	β Ориона
3	10.11	12 43	7 18,6 W	00 40 13	+00 03 18	Солнце

№ задачи	Дата	Тс, ч, мин	Долгота, (°,')	Ср. Тч, (ч, мин, с)	Поправка часов(ч,мин,с)	Светило
4	20.08	17 36	46 18,8 E	02 30 12	+00 06 18	Марс
5	01.05	23 36	32 18,7 W	01 29 03	+00 07 14	Луна
Вариант № 19						
1	24.08	06 15	156 27,8 E	09 13 54	-01 06 02	δ Б. Медвед.
2	04.06	03 20	151 25,0 E	04 13 55	+01 10 50	α Орла
3	18.02	09 49	12 25,0 E	06 38 45	+02 10 15	Солнце
4	02.02	19 18	139 37,5W	04 15 49	+00 02 31	Юпитер
5	20.12	11 04	84 25,3 E	05 01 18	+00 03 04	Луна
Вариант № 20						
1	17.12	20 08	6 15,5 W	07 07 21	+01 00 10	α Овна
2	10.11	05 56	138 50,6 E	10 25 20	-01 22 40	α М. Пса
3	10.05	11 25	161 29,8 E	00 24 43	+00 00 16	Солнце
4	19.08	20 04	174 20,5W	08 01 05	+00 04 17	Сатурн
5	20.08	06 45	149 41,4 E	10 51 52	-02 06 43	Луна
Вариант № 21						
1	25.08	19 59	14 03,4 E	08 00 24	-01 02 05	α Б. Медвед.
2	25.08	19 46	139 02,6W	06 55 14	-02 04 10	α Змееносца
3	30.10	09 42	21 25,6 E	09 53 51	-01 10 10	Солнце
4	25.06	23 18	05 12,8 E	11 21 55	-00 03 26	Марс
5	30.04	21 18	79 39,6 W	01 02 56	+01 16 10	Луна
Вариант № 22						
1	20.07	21 18	6 19,8 E	08 09 17	+01 02 10	α Лебедя
2	05.01	20 36	81 29,5 W	02 21 47	-00 46 10	α Б. Пса
3	11.06	07 52	140 25,0 E	10 47 40	+00 05 08	Солнце
4	01.05	06 09	120 35,9W	02 01 27	+00 08 04	Юпитер
5	05.02	04 31	105 18,4 E	09 27 05	+00 04 12	Луна
Вариант № 23						
1	22.06	21 37	167 34,9W	10 17 48	-01 47 45	α Лиры
2	04.09	04 51	138 10,4 E	07 49 47	+00 02 05	α Кита
3	17.03	11 50	4 12,0 E	10 43 10	+01 07 20	Солнце
4	02.10	05 32	174 32,0 E	05 24 31	+00 07 15	Сатурн
5	24.06	19 49	143 39,5W	05 41 12	+00 08 09	Луна
Вариант № 24						
1	24.04	04 35	141 38,6W	01 27 18	+00 01 10	α Г. Псов
2	24.08	06 15	156 27,8 E	09 20 15	-01 06 02	α М. Пса
3	24.07	14 46	159 28,0W	00 32 45	+01 13 20	Солнце
4	27.03	03 28	63 08,9 E	11 28 59	+00 06 38	Венера
5	25.03	01 22	28 15,0 E	11 31 57	-00 09 30	Луна

№ задачи	Дата	Тс, ч, мин	Долгота, (°.)	Ср. Тч, (ч, мин, с)	Поправка часов(ч,мин,с)	Светило
Вариант № 25						
1	17.12	19 59	57 38,9 W	01 14 38	-01 15 30	β Ориона
2	17.12	20 15	6 15,5 W	07 15 05	+01 00 10	α Б. Пса
3	08.05	09 58	16 51,0 E	09 03 25	-00 05 12	Солнце
4	20.12	19 26	19 40,0 W	08 48 16	-00 21 35	Юпитер
5	02.10	04 36	88 26,3 E	10 40 38	-00 04 47	Луна
Вариант № 26						
1	15.11	06 05	140 15,6E	08 57 16	+00 02 15	α Гидры
2	25.08	19 59	14 03,4 E	08 05 37	-01 02 05	Альфакка
3	01.03	10 45	2 17,5 E	09 30 46	+01 14 15	Солнце
4	01.05	08 18	12 08,2 E	07 22 50	-00 04 48	Сатурн
5	19.12	22 40	75 34,8 W	03 21 14	+00 19 10	Луна
Вариант № 27						
1	25.03	05 41	6 15,8 W	07 39 22	-02 05 03	β Пегаса
2	20.07	21 18	6 19,8 E	08 15 34	+01 02 10	β Геркулеса
3	25.05	15 20	62 18,5W	07 05 58	+00 05 58	Солнце
4	27.03	01 36	46 18,0 E	10 47 22	-00 11 06	Венера
5	02.05	07 22	176 08,3E	07 23 52	-00 01 31	Луна
Вариант № 28						
1	30.05	19 43	136 18,4W	02 14 48	+02 23 05	α Льва
2	22.06	21 37	167 34,9W	10 23 54	-01 47 45	α Волопаса
3	06.11	12 03	105 10,8 E	04 57 49	+00 05 15	Солнце
4	19.15	18 13	99 54,6 W	01 10 48	+00 02 38	Марс
5	26.03	07 04	4 31,2 E	07 09 46	-00 05 33	Луна
Вариант № 29						
1	29.07	04 07	149 10,5 E	04 00 26	+02 00 05	α Тельца
2	24.04	04 35	141 38,6W	01 33 52	+00 01 10	α Змееносца
3	21.12	13 46	78 10,5 W	07 59 56	-01 12 50	Солнце
4	26.06	05 40	132 32,1 E	08 33 26	+00 06 57	Сатурн
5	13.09	06 31	148 28,3 E	08 18 09	+00 13 12	Луна
Вариант № 30						
1	21.12	17 10	137 10,8E	10 45 16	-02 43 04	α Лиры
2	17.12	20 05	57 38,9 W	01 20 57	-01 15 30	β Кита
3	17.04	10 46	11 15,8 W	08 30 42	+03 15 20	Солнце
4	3.02	17 49	20 15,4 E	04 52 48	-00 03 25	Венера
5	2.02	19 22	117 51,2W	03 25 57	-00 03 29	Луна

Порядок выполнения работы

1. Освоить методику расчета экваториальных координат светил.
2. Выполнить расчёт экваториальных координат светил.

Контрольные вопросы

- 1 Расчет точного гринвичского времени и даты.
- 2 Назначение и содержание ежедневных таблиц МАЕ, основные аргументы для входа в них.
- 3 Для чего служат и как устроены основные интерполяционные таблицы МАЕ.
- 4 Что называется квазиразностью. Ее обозначение и величина для Солнца, планет и Луны.
- 5 Назначение и содержание раздела МАЕ "Звезды. Видимые места". Выборка τ^* и δ звезд из МАЕ.
6. Алгоритм расчёта местных часовых углов и склонений звёзд и светил солнечной системы с помощью МАЕ.

Список литературы

- 1.. Алексишин В.Г. Практическое судовождение: учеб.пособие/В.Г. Алексишин, В.Т. Долгочуб, А.В. Белов. – Одесса: Феникс, 2006.-376с
2. Немцев О.В. Основы мореходной астрономии. Уч. пос. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001.- 126с.
3. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1986.-255с.
4. Морской астрономический ежегодник на 2011г., Управление навигации и океанографии. -2010г.- 336с.

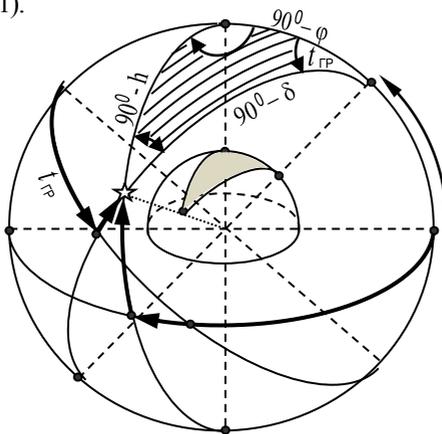
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7 ВЫЧИСЛЕНИЕ ГОРИЗОНТНЫХ КООРДИНАТ СВЕТИЛ ПО ТВА-57

Цель работы:

1. Изучить устройство таблиц высот и азимутов светил (ТВА-57)
2. Получить практические навыки в расчете горизонтальных координат по ТВА-57.

Принцип астрономического определения места судна заключается в преобразовании, измеренных тем или иным способом, сферических координат одного или нескольких светил в географические координаты места судна. Наиболее просто подобное преобразование выполняется графическим путем на модели небесной сферы. Однако, точность, полученных таким образом координат, даже при самом тщательном моделировании, недостаточна для практики судовождения. Поэтому для получения координат места судна используются аналитические методы сферической тригонометрии, основанные на решении сферического треугольника.

Построив для данной широты небесную сферу и проведя вертикал и меридиан светила S , получим сферический треугольник $ZP_N S$, вершинами которого являются повышенный полюс мира P_N , зенит наблюдателя Z и место светила S . Образован этот треугольник дугами больших кругов: меридиана наблюдателя, вертикала светила и меридиана светила. Этот треугольник в мореходной астрономии называется *параллактическим*, *полярным* или *астрономическим* треугольником светила (рис. 1).



Если в параллактическом (навигационном) треугольнике известно не менее трех элементов, то он может быть решен по обычным формулам и правилам сферической тригонометрии. Аналитическая зависимость между четырьмя элементами треугольника (одним искомым и тремя известными) устанавливается с помощью основных формул сферической тригонометрии, приведенных к удобному для практического использования виду.

Для описания основных формул сферической тригонометрии воспользуемся треугольником, показанным на рис.2, который представляет собой фрагмент рис.1.

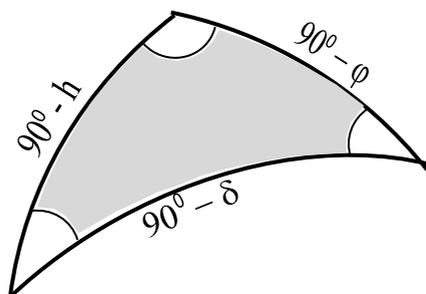


Рис.2 Параллактический треугольник светила

Устройство таблиц высот и азимутов светил (ТВА-57)

Таблицы высот и азимутов светил (ТВА-57) составлены профессором А. П. Ющенко в 1957 году и предназначены для вычисления высот и азимутов светил при определении места судна в море астрономическим способом.

Таблицы ТВА-57 обеспечивают вычисление высот светил со средней квадратической погрешностью $\pm 0,2'$ и с предельной погрешностью, не превышающей $\pm 0,5'$ на всем диапазоне от 0° до 90° .

В основу таблицы положен принцип решения сферического треугольника с переходом к двум прямоугольным треугольникам и применением логарифмов функций только тангенса и секанса. Формулы взяты такие, которые обеспечивают наибольшую точность вычисления высот во всем диапазоне от 0° до 90° .

δ \longrightarrow	$T(\delta)$				
t \longrightarrow	$S(t)$ \longrightarrow	$T(t)$			
x \longleftarrow	$T(x)$ \longrightarrow	$S(x)$			
φ		$T(\varphi)$			
$y = 90^\circ + (x \approx \varphi)$ \longrightarrow		$S(y)$ \longrightarrow	$T(y)$		
A_c \longleftarrow		$T(A)$ \longrightarrow	$S(A)$		
hc \longleftarrow			$T(h)$		

При вычислении необходимо руководствоваться следующими правилами:

а) величина x всегда одного наименования с склонением δ , причем, если t больше 90° , то и x больше 90° , то есть выбирать величину x сверху таблицы;

б) знак \sim (тильда) при вычислении $y = 90^\circ + (x \sim \varphi_c)$ означает вычитание из большей величины меньшей при одноименных x и φ_c и сложение при разноименных x и φ_c ;

в) при четвертном счете азимута (ТВА-57 рассчитывает A в четвертном счете) первая буква его наименования одноименна с φ_c только при соблюдении одновременно двух условий: если $x > \varphi_c$ и они одноименны. Во всех остальных случаях первая буква наименования азимута разноименна с φ_c . Вторая буква наименования азимута всегда одного наименования с часовым углом t .

Примечания:

1. При азимутах, меньших 75° , разность табличных значений $S(A)$, соответствующих изменению азимута на $1'$, составляет менее 10 единиц последнего знака. Поэтому по $T(A)$ определяется азимут с точностью до $0,1'$ и по его значению из таблицы выбирается величина функции $S(A)$ путем соответствующего интерполирования последнего.

2. При азимутах, больших 75° изменение функций $T(A)$ и $S(A)$ одинаково. Поэтому точное значение азимута не определяется, а величина $S(A)$ находится путем прибавления к ближайшему ее табличному значению той же разности, на которую отличается вычисленное значение $T(A)$ от своего ближайшего табличного значения.

Индивидуальные задания

Вычисление числимого азимута A_c и высоты светила h_c

№ в-та	$\varphi_c, (^\circ, ')$	$\delta, (^\circ, ')$	$t_M, (^\circ, ')$
Вариант № 1			
1	36 43,3 N	24 28,9 N	74 19,9 E
2	35 00,2 N	17 15,8 S	46 29,1 W
3	31 39,9 N	60 21,0 N	104 58,8 W
4	24 17,3 S	42 15,3 S	31 40,2 E
Вариант № 2			
1	20 13,9 N	42 05,6 N	91 16,6 E
2	28 40,5 N	21 10,3 N	60 49,4 W
3	35 10,3 N	21 58,4 S	47 33,4 W
4	21 54,0 S	37 16,1 S	54 05,5 E
Вариант № 3			
1	25 31,6 N	29 10,8 N	60 44,7 W
2	31 40,8 N	57 38,4 N	110 20,3 W
3	27 10,5 S	18 28,3 N	44 18,8 E
4	38 35,3 N	69 10,4 N	134 57,2 W
Вариант № 4			
1	22 00,0 N	49 35,9 N	68 36,6 W
2	29 37,3 S	10 14,2 N	10 14,8 E
3	21 13,4 N	17 28,7 S	44 19,3 E
4	38 40,5 N	60 42,1 N	121 03,8 E
Вариант № 5			
1	38 07,9 N	23 14,5 N	76 18,8 W
2	31 16,5 N	13 18,4 S	34 20,5 E
3	26 38,8 N	46 10,5 N	91 15,1 W
4	28 40,3 S	36 52,0 S	49 46,6 W
Вариант № 6			
1	27 18,9 N	11 13,8 S	11 18,9 W
2	34 29,4 N	60 38,0 N	94 10,3 E
3	29 39,8 N	13 51,6 S	34 13,9 E
4	21 17,9 N	25 17,4 N	62 46,8 W
Вариант № 7			
1	21 14,6 N	32 10,3 N	47 39,4 W
2	28 28,3 N	21 17,4 S	58 14,5 E
3	36 41,4 N	56 37,9 N	101 19,8 E

№ в-та	$\varphi_c, (^{\circ}, ')$	$\delta, (^{\circ}, ')$	$t_M, (^{\circ}, ')$
4	31 18,3 N	6 03,0 S	14 38,1 W
Вариант № 8			
1	37 18,3 N	52 41,1 N	93 18,6 W
2	31 25,4 S	13 28,5 N	31 46,8 E
3	23 18,3 N	32 10,1 S	12 13,4 E
4	36 29,8 N	57 37,8 N	123 41,2 E
Вариант № 9			
1	26 38,8 N	45 10,8 N	54 28,9 E
2	37 40,3 N	52 22,0 N	104 31,3 E
3	28 11,3 S	21 54,7 N	61 00,2 W
4	38 25,5 N	62 27,3 N	124 14,8 W
Вариант № 10			
1	24 29,3 N	17 03,9 N	40 16,7 W
2	35 17,2 N	20 14,5 S	45 39,8 W
3	31 05,0 N	37 10,8 N	72 40,6 E
4	38 40,5 N	62 17,6 N	108 35,4 E
Вариант № 11			
1	37 19,3 N	25 10,5 N	60 39,8 E
2	31 40,5 N	42 14,9 N	93 13,5 W
3	25 14,9 N	17 26,5 S	42 14,7 E
4	29 48,5 S	37 15,0 S	49 00,3 W
Вариант № 12			
1	32 12,6 N	25 28,7 N	65 40,9 W
2	30 49,5 N	21 14,3 S	57 17,8 E
3	25 36,7 N	37 10,2 S	9 06,9 E
4	38 24,1 N	60 21,3 N	104 42,8 W
Вариант № 13			
1	33 44,9 N	15 55,5 N	58 40,6 E
2	30 18,5 N	17 42,5 S	41 22,8 W
3	35 00,4 N	62 12,3 N	92 05,8 W
4	25 14,2 N	45 55,4 N	70 20,6 E
Вариант № 14			
1	37 20,0 S	34 12,3 S	35 18,9 E
2	26 14,9 N	18 37,9 S	43 16,4 W
3	21 17,5 N	40 17,4 S	8 44,3 W

№ в-та	$\varphi_c, (^{\circ}, ')$	$\delta, (^{\circ}, ')$	$t_M, (^{\circ}, ')$
4	35 36,9 N	74 25,2 N	123 16,8 E
Вариант № 15			
1	21 17,3 N	38 41,3 N	83 07,5 W
2	37 40,7 N	17 25,4 S	46 10,3 E
3	30 12,0 N	49 37,3 N	92 27,4 E
4	22 39,4 N	54 48,5 N	97 20,1 W
Вариант № 16			
1	25 16,4 S	20 00,9 N	47 21,7 W
2	34 45,7 N	59 05,5 N	104 40,6 E
3	30 25,3 S	29 10,3 N	9 37,4 E
4	37 43,1 N	60 27,7 N	119 40,1 W
Вариант № 17			
1	24 46,5 N	27 38,1 N	60 13,4 W
2	36 18,9 N	5 09,8 N	76 43,5 E
3	25 20,1 N	32 10,5 S	38 18,9 W
4	28 53,3 N	57 42,2 N	93 01,1 W
Вариант № 18			
1	38 16,3 N	25 29,9 N	65 43,6 W
2	31 57,8 N	49 35,0 N	104 12,2 E
3	24 16,6 N	27 10,5 S	17 38,9 W
4	29 36,4 N	13 40,3 S	37 18,1 W
Вариант № 19			
1	35 12,2 N	40 10,3 N	78 21,1 W
2	21 10,3 N	25 13,4 S	34 26,9 E
3	30 43,4 N	69 28,3 N	121 00,1 E
4	28 40,0 S	14 30,9 S	49 44,3 W
Вариант № 20			
1	32 38,9 N	38 43,1 N	48 02,2 W
2	30 40,1 S	46 10,2 S	93 09,6 W
3	37 21,5 N	13 39,4 S	30 51,4 E
4	25 15,0 N	36 50,8 S	12 40,1 W
Вариант № 21			
1	20 55,6 N	34 09,6 N	58 12,7 E
2	27 10,8 N	44 51,3 N	63 37,4 W
3	33 18,4 S	17 18,6 N	46 24,3 E
4	25 26,3 N	40 10,1 S	16 18,7 W

№ в-та	$\varphi_c, (^{\circ}, ')$	$\delta, (^{\circ}, ')$	$t_M, (^{\circ}, ')$
Вариант № 22			
1	22 14,9 N	17 18,6 N	63 13,3 E
2	34 38,7 N	52 19,1 N	92 16,2 W
3	38 14,5 N	16 09,4 S	46 38,9 W
4	31 44,5 N	61 48,7 N	105 20,0 E
Вариант № 23			
1	31 46,5 N	20 16,6 N	62 28,9 W
2	28 51,0 N	12 15,3 S	32 00,3 E
3	35 14,6 N	61 54,8 N	105 44,9 W
4	30 01,7 N	38 43,0 N	44 02,1 W
Вариант № 24			
1	21 17,3 N	25 48,3 N	64 20,2 W
2	28 34,8 N	59 12,8 N	102 14,4 W
3	38 16,3 S	20 05,7 N	61 23,8 W
4	25 38,9 N	61 52,4 N	90 58,9 E
Вариант № 25			
1	28 40,4 N	18 10,0 N	70 58,8 E
2	21 13,3 N	45 06,6 S	13 07,1 W
3	34 16,0 N	60 21,5 N	104 15,3 E
4	25 15,8 N	16 49,9 N	62 12,2 W
Вариант № 26			
1	24 17,4 N	34 12,8 N	48 10,5 W
2	28 53,6 S	28 13,0 S	74 29,0 E
3	36 28,0 N	17 15,5 S	45 13,3 W
4	21 10,0 N	60 34,4 N	121 05,5 W
Вариант № 27			
1	25 20,2 N	10 08,8 N	75 39,7 E
2	31 40,6 N	69 17,6 N	123 12,4 E
3	28 17,4 S	42 13,3 N	14 20,8 W
4	37 48,8 N	60 11,9 N	110 18,8 W
Вариант № 28			
1	30 20,8 N	34 17,9 N	47 17,8 W

№ в-та	$\varphi_c, (^{\circ}, ')$	$\delta, (^{\circ}, ')$	$t_M, (^{\circ}, ')$
2	23 18,3 N	46 00,7 N	92 10,3 W
3	32 36,4 S	17 25,3 N	35 40,6 E
4	38 40,9 N	60 47,8 N	130 28,5 W
Вариант № 29			
1	22 18,3 N	28 41,1 N	60 34,4 E
2	28 41,5 N	38 43,2 N	75 19,9 W
3	23 31,6 S	34 13,3 N	16 18,2 E
4	38 42,3 N	62 00,8 N	122 20,6 W
Вариант № 30			
1	36 18,9 N	34 15,9 N	65 02,8W
2	30 45,8 N	17 29,1 S	31 48,1 E
3	25 14,8 N	59 17,5 N	90 59,8 W
4	28 13,5 N	31 50,1 S	13 16,5 E

Порядок выполнения работы

1. Изучить методику расчета горизонтных координат по ТВА-57.
2. Рассчитать горизонтные координаты по вариантам.

Контрольные вопросы

1. Принцип устройства таблиц ТВА-57.
2. Порядок расчета горизонтных координат по ТВА-57?

Список литературы

1. Морской астрономический ежегодник на 2011г., Управление навигации и океанографии. 2010г.- 336с.
2. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1986.-255с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8 ИСПРАВЛЕНИЕ ВЫСОТ СВЕТИЛ, ИЗМЕРЕННЫХ НАВИГАЦИОННЫМ СЕКСТАНОМ СНО-Т.

Цель работы:

1. Научиться исправлять высоту светила поправками.

Высота - дуга вертикала светила от истинного горизонта до светила или угол между плоскостью истинного горизонта и направлением на светило. Но необходимо учесть некоторые условия:

1. Высота измеряется секстаном, у которого есть свои поправки (поправка индекса и инструментальная поправка секстана).

2. Измерение высоты происходит не над истинным горизонтом, а над видимым морским горизонтом.

3. Так как Земля окружена атмосферой, то луч, идущий от светила, преломляется в атмосфере, и светило видно не на истинном месте.

4. Измерение высоты секстаном происходит с поверхности Земли, а не из её центра.

5. Солнце, Луна имеют видимый диск. Экваториальные координаты этих светил, которые выбираются из МАЕ, даны для центра этих светил, а наблюдателю удобнее измерять высоту края диска.

Исправлением высот называют переход (путем введения поправок) от измеренных высот к истинным геоцентрическим (обсервованным) высотам.

Общая формула исправления высот имеет следующий вид
$$h_0 = OC + (i + s) + \Delta h_d + \Delta h_{\square} + \Delta h_p \pm R + \Delta h_t + \Delta h_B$$

где h_0 - обсервованная высота,

OC - отсчет секстана,

i - поправка индекса,

s - инструментальная поправка,

Δh_d - поправка за наклонение горизонта,

Δh_{\square} - поправка за рефракцию,

Δh_p - поправка за параллакс,

R - радиус светила,

$\Delta h_t, \Delta h_B$ - поправки за температуру и давление.

Индивидуальные задания

Исправление высот светил измеренных навигационным секстаном СНО-Т

№ п/п	Дата	Светило	Отсчет секстана (ОС)	i,	s,	е, м	t, °С	В, мм. рт. ст
Вариант 1								
1.	22.02	β Ориона	20 ⁰ 39,5'	-0,1	+0,3'	7,5	+18	745
2.	23.07	☉ Солнце	13 ⁰ 49,2'	+2,1	+0,4'	9,6	+20	753
3.	20.03	☾ Луна	11 ⁰ 21,2'	+1,1	-0,5'	10,2	+17	745
4.	07.09	Венера	37 ⁰ 23,2'	-0,1	+0,3'	8,2	+15	755
Вариант 2								
1.	13.03	α Ю. Рыбы	10 ⁰ 28,2'	-0,2	-0,2'	4,6	+20	762
2.	23.06	☉ Солнце	52 ⁰ 14,5'	+ ,2	+0,4'	9,4	+ 6	764
3.	15.07	☾ Луна	21 ⁰ 43,5'	+1,3	+0,3	7,8	+16	755
4.	07.09	Венера	37 ⁰ 23,2'	-0,2	-0,2'	5,8	+13	748
Вариант 3								
	04.08	α Льва	18 ⁰ 36,0'	- 0,2	- 0,1'	8,8	+5	740
	01.08	☉ Солнце	12 ⁰ 41,7'	+ 2,2	+ 0,2'	15,2	+26	765
	23.10	☾ Луна	47 ⁰ 06,6'	+ 0,7	- 1,1	10,2	+16	755
	02.08	Марс	12 ⁰ 37,2'	+ 3,7	- 0,3'	6,9	+14	745
Вариант 4								
	25.03	α Персея	6 ⁰ 35,3'	- 0,2	- 0,3	9,3	+25	770
	04.01	☉ Солнце	40 ⁰ 56,5'	+ 2,2	+ 0,9'	5,4	-18	748
	13.09	☾ Луна	34 ⁰ 52,5'	+ 0,4	+ 0,7	6,1	+16	755
	07.10	Венера	10 ⁰ 08,3'	+ 0,7	- 0,2	5,7	+18	762
Вариант 5								
	23.05	α Орла	29 ⁰ 46,0'	-1,5	- 0,1	8,0	-20	745
	20.08	☉ Солнце	19 ⁰ 24,3'	- 1,1	- 0,6	10,2	-20	752
	24.12	☾ Луна	17 ⁰ 03,5'	- 1,5	+ 0,5	12,2	+16	755
	05.08	Венера	14 ⁰ 52,5'	- 2,9	+ 0,2	6,7	+15	740
Вариант 6								
	15.07	α Волопаса	35 ⁰ 59,9'	-2,0	+ 0,9	6,5	+20	750
	28.09	☉ Солнце	18 ⁰ 18,0'	+ 1,1	+ 1,2	6,9	+15	767
	20.03	☾ Луна	36 ⁰ 22,9'	- 0,7	+ 0,5	7,7	+19	755
	23.12	Марс	35 ⁰ 38,6'	- 2,1	- 0,6	6,2	-15	770

№ п/п	Дата	Светило	Отсчет секстана (ОС)	i,	s,	е, м	t, °С	В, мм. рт. ст
Вариант 7								
	06.08	α Тельца	5 ⁰ 23,6'	+3,4	+ 0,1'	9,0	+15	770
	21.09	☉ Солнце	23 ⁰ 16,3'	- 1,3	+ 0,3	8,4	+15	767
	28.09	☾ Луна	56 ⁰ 43,8'	+ 0,7	- 0,9	9,8	+18	768
	10.10	Венера	15 ⁰ 42,6'	+ 1,2	- 0,2	3,9	+17	745
Вариант 8								
	5.05	α Лебеда	28 ⁰ 08,4'	+2,3	-0,2	7,8	-7	750
	03.07	☉ Солнце	36 ⁰ 17,8'	- 3,2	+ 0,3	5,4	+15	767
	22.01	☾ Луна	35 ⁰ 14,4'	+ 0,6	- 0,9	5,6	+20	745
	20.03	Марс	30 ⁰ 51,5'	+ 1,5	- 0,8	7,2	+18	752
Вариант 9								
	24.06	Альтанр	47 ⁰ 05,2'	+1,4	-0,2	5,2	+ 6	780
	07.09	☉ Солнце	12 ⁰ 17,0'	- 2,2	- 0,4	12,8	+31	751
	11.10	☾ Луна	18 ⁰ 03,3'	+ 0,2	+0,4	8,4	+20	763
	09.07	Венера	30 ⁰ 08,6'	+ 1,4	- 0,6	5,7	+14	747
Вариант 10								
	17.06	α Лиры	23 ⁰ 53,0'	+1,3	+ 0,2	9,6	+18	740
	02.02	☉ Солнце	49 ⁰ 34,1'	- 2,1	- 0,4	6,1	-23	751
	10.10	☾ Луна	16 ⁰ 54,4'	+ 4,8	- 1,2	6,8	+25	765
	11.10	Венера	36 ⁰ 02,4	- 1,3	- 0,6	7,7	+14	747
Вариант 11								
	16.03	α Девы	24 ⁰ 25,6'	+2,2	+ 0,2	6,5	+16	730
	13.12	☉ Солнце	33 ⁰ 20,4'	- 3,1	- 0,4	7,2	-32	768
	15.08	☾ Луна	28 ⁰ 53,2'	+ 2,3	+ 0,4	6,5	+15	766
	08.12	Сатурн	54 ⁰ 34,6'	+ 1,5	- 0,6	6,1	-25	763
Вариант 12								
	22.07	Спика	12 ⁰ 51,2'	+2,5	+ 0,3	6,3	+ 25	730
	01.09	☉ Солнце	11 ⁰ 58,4'	+ 2,1	- 0,4	6,4	+13	748
	06.02	☾ Луна	52 ⁰ 36,7'	+ 2,4	+ 1,0	10,6	- 18	758
	23,08	Юпитер	10 ⁰ 37,6'	+2,8	+ 0,2	5,2	+ 18	750
Вариант 13								
	24.08	α Персея	12 ⁰ 10,3'	+1,5	- 0,3	7,9	+ 25	730
	11.12	☉ Солнце	24 ⁰ 29,5'	- 0,2	- 1,4	6,7	- 21	765

№ п/п	Дата	Светило	Отсчет секстана (ОС)	i,	s,	е, м	t, °С	В, мм. рт. ст
	03.01	☾ Луна	49°24,5'	+ 0,1	+ 1,0	7,3	+ 25	760
	20.10	♂ Марс	40°26,4'	+ 3,2	+ 0,8	6,4	+ 4	768
Вариант 14								
	25.05	Капелла	29°55,6'	+1,8	- 0,8	9,3	+ 22	735
	21.10	☉Солнце	12°57,2'	+ 2,0	+0,4	12,2	+ 24	750
	19.04	☾ Луна	10°25,5'	+ 0,1	- 0,7	12,6	- 5	745
	20.05	♂ Марс	14°16,3'	+ 6,2	- 0,2	6,4	+ 22	742
Вариант 15								
	12.05	Алиот	62°55,0'	+ 1,5	+ 0,2	9,3	- 5	765
	02.07	☉Солнце	47°33,2'	+ 2,2	- 1,1	6,2	+ 22	754
	23.12	☾ Луна	55°43,4'	+ 1,5	+ 0,6	6,1	+ 25	760
	24.12	♀ Венера	13°41,6'	+ 0,8	+0,7	5,8	- 18	753
Вариант 16								
	12.04	Регул	32°30,0'	+ 1,4'	- 0,1'	7,1	+ 15	740
	06.09	☉Солнце	08°07,5'	-0,3'	+ 1,0'	10,6	+ 28	746
	11.10	☾ Луна	28°06,4'	+ 0,5'	+ 1,0'	15,2	+ 32	742
	26.03	♃ Юпитер	37°13,5'	- 0,5'	- 0,7'	6,2	+ 5	752
Вариант 17								
	12.07	αЭридана	18°20,0'	+ 1,5'	- 0,3'	7,4	+ 5	775
	21.02	☉Солнце	51°36,4'	-0,5'	+ 1,0'	5,6	+ 15	763
	17.06	☾ Луна	29°09,3'	+ 1,2'	- 0,5'	7,3	+ 12	765
	20.12	♄ Сатурн	48°11,5'	- 0,3'	- 0,5'	5,2	+ 15	749
Вариант 18								
	08.06	β Кита	26°15,0'	+ 1,7'	- 0,2'	6,4	+ 10	760
	19.10	☉Солнце	09°36,5'	-0,3'	+ 1,2'	12,6	0	775
	21.12	☾ Луна	17°33,2'	+ 2,2'	- 1,1'	12,2	+ 12	763
	25.06	♂ Марс	50°00,2'	+ 0,4'	+ 0,8'	6,1	+ 22	758
Вариант 19								
	10.10	Процион	35°14,0'	+ 3,0'	+0,3'	5,5	+ 5	730
	23.05	☉Солнце	23°53,6'	+0,7'	- 0,2'	7,8	+ 24	772
	26.10	☾ Луна	18°39,5'	+ 0,5'	+ 0,2'	5,0	+ 19	755
	26.03	♀ Венера	51°40,2'	- 0,3'	- 0,8'	6,1	+ 12	761
Вариант 20								
	17.07	Сириус	31°59,6'	+ 2,5'	+0,4'	9,8	+ 5	780

№ п/п	Дата	Светило	Отсчет секстана (ОС)	i,	s,	е, м	t, °С	В, мм. рт. ст
	11.04	☉ Солнце	14 ⁰ 37,2'	+ 0,2'	- 0,4'	8,8	+ 23	746
	23.08	☾ Луна	28 ⁰ 59,3'	+ 0,3'	- 0,4'	9,0	+ 22	748
	20.12	Марс	17 ⁰ 41,5'	- 0,4'	- 0,5'	5,8	+ 3	775
Вариант 21								
	08.09	Ригель	30 ⁰ 12,8'	+3,5'	+0,5'	7,1	+15	740
	20.03	☉ Солнце	36 ⁰ 58,1'	+0,4'	- ,8'	6,4	+ 8	743
	11.10	☾ Луна	33 ⁰ 31,6'	+1,3'	-0,6'	5,8	+16	755
	20.11	Венера	42 ⁰ 17,5'	-0,4'	+0,2'	6,3	+ 7	765
Вариант 22								
	23.04	α Пегаса	12 ⁰ 35,8'	+3,0'	- ,8'	4,5	+15	748
	07.10	☉ Солнце	29 ⁰ 50,2'	+0,2'	+0,5'	9,4	+18	762
	28.05	☾ Луна	17 ⁰ 33,4'	+2,3'	+0,3'	6,8	+13	755
	01.10	Юпитер	31 ⁰ 10,5'	+0,2'	+0,5'	7,3	+ 7	748
Вариант 23								
	13.06	α М. Пса	12 ⁰ 35,8'	+1,8'	+0,2'	6,3	+16	754
	24.12	☉ Солнце	06 ⁰ 38,5'	+0,6'	-0,3'	5,4	+ 4	768
	14.08	☾ Луна	26 ⁰ 27,1'	+0,9'	-0,5'	5,1	+12	763
	02.10	Марс	39 ⁰ 39,5'	+0,8'	-0,3'	7,3	+10	744
Вариант 24								
	06.06	α Ориона	07 ⁰ 35,3'	+1,6'	+0,3'	7,6	+10	775
	21.12	☉ Солнце	44 ⁰ 31,7'	+0,4'	-1,3'	9,6	+20	768
	10.10	☾ Луна	39 ⁰ 26,8'	+0,2	-1,3'	7,5	+13	763
	25.06	Марс	19 ⁰ 31,1'	+0,4'	-0,8'	8,2	+23	749
Вариант 25								
	24.08	Антарес	11 ⁰ 29,3'	+2,6'	+0,5'	9,2	+22	743
	30.06	☉ Солнце	14 ⁰ 59,2'	+0,8'	-1,5'	7,2	+20	765
	01.04	☾ Луна	21 ⁰ 48,3'	+1,8'	-0,4'	6,8	+15	750
	01.10	Сатурн	18 ⁰ 39,5'	+0,2'	-0,7'	5,9	+12	754
Вариант 26								
	09.09	α Павлина	52 ⁰ 40,0'	+1,6'	+0,2'	9,0	+18	752
	23.08	☉ Солнце	15 ⁰ 27,4'	-0,4'	+1,2'	8,5	+22	763
	21.09	☾ Луна	22 ⁰ 49,6'	+2,1	+0,4'	5,8	+24	754
	25.06	Венера	33 ⁰ 13,8'	+0,4'	-1,1'	7,2	+19	762
Вариант 27								

№ п/п	Дата	Светило	Отсчет секстана (ОС)	i,	s,	е, м	t, °С	В, мм. рт. ст
	11.11	Альтаир	39°20,0'	+1,5'	+0,1'	6,8	+18	750
	05.04	☉ Солнце	13°34,8'	-0,6'	+0,9'	7,4	+20	756
	12.12	☾ Луна	30°52,4'	+2,4	+1,2'	6,4	+ 4	761
	25.03	Юпитер	31°31,8'	+0,4'	+0,9'	6,9	+12	756
Вариант 28								
	24.08	Антарес	11°29,3'	+2,6'	+0,5'	7,2	+24	753
	30.06	☉ Солнце	14°59,2'	+0,8'	-1,3'	8,2	+22	763
	01.04	☾ Луна	21°48,3'	+1,4'	-0,8'	7,8	+19	757
	01.10	Сатурн	18°39,5'	+0,2'	-0,7'	6,9	+17	756
Вариант 29								
	09.09	α Павлина	52°40,0'	+1,6'	+0,2'	8,0	+13	758
	23.08	☉ Солнце	15°27,4'	-0,6'	+1,2'	7,5	+25	766
	21.09	☾ Луна	22°49,6'	+2,3	+0,4'	7,8	+18	757
	25.06	Венера	33°13,8'	+0,9'	-1,1'	6,2	+19	764
Вариант 30								
	11.11	Альтаир	39°20,0'	+1,5'	+0,1'	5,8	+18	759
	05.04	☉ Солнце	13°34,8'	-0,6'	+0,6'	6,4	+20	766
	12.12	☾ Луна	14°52,4'	+2,4	+1,2'	5,4	+ 4	759
	25.03	Марс	31°31,8'	+0,4'	+0,7'	7,9	+12	766

Порядок выполнения работы

1. Изучить обоснование учета поправок при исправлении высот.
2. Рассчитать высоту светила с учетом всех поправок.

Контрольные вопросы

1. Что такое исправление высот?
2. Какие поправки входят в общую формулу исправления высот?

Список литературы

1. Алексишин В.Г. Практическое судовождение: учеб.пособие/В.Г. Алексишин, В.Т. Долгочуб, А.В. Белов. – Одесса: Феникс, 2006.-376с
2. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1986.-255с.
3. Морской астрономический ежегодник на 2011г., Управление навигации и океанографии. -2010г.- 336с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9 ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОПРАВКИ КУРСУКАЗАТЕЛЯ ПО ЗВЕЗДЕ

Цель работы: Освоить методику расчета поправки компаса по звезде.

Во всех случаях определения поправки курсоуказателя (ΔK) следует помнить, что ее знак находится из соотношения

$$\Delta K = \text{ИП} - \text{КП},$$

где ИП - истинный пеленг светила в момент его пеленгования,

КП - компасный пеленг светила.

Истинный пеленг светила ИП представляет собой его азимут, выраженный в круговом счете $\text{ИП} = A_{\text{КР}}$. Для вычисления азимута светила $A_{\text{КР}} = \text{ИП}$ можно применять формулу $\text{ctg } A$, таблицы ТВА-57, ВАС-58, контроль вычислений производить с помощью программ персонального компьютера.

Для определения азимута светила необходимо выполнить:

- на судовое время T_C определить компасный пеленг КП^* светила и снять с карты координаты места судна (φ_C, λ_C);
- на дату наблюдений выбрать из МАЕ склонение δ и звездное дополнение τ звезды;
- рассчитать гринвичское время $T_{\text{ГР}} = T_C \mp N_{\text{W}}^E$ наблюдений светила;
- рассчитать местный часовой угол точки Овна t'_M (звездное местное время S)
- рассчитать местный часовой угол светила t_M по формуле $t^*_M = t'_M + \tau^*$

При расчете местного часового угла t_w возможны 3 варианта:

1. если $t_w < 180^0$, необходимо оставить t_w ;
 2. если $t_w > 360^0$, необходимо из полученной величины вычесть 360^0 и оставить t_w ;
 3. если $180^0 < t_w < 360^0$, то необходимо из 360^0 вычесть полученную величину и поменять наименование местного часового угла на восточное (E).
- по трем известным элементам: φ_C, δ, t_M , пользуясь таблицами ТВА-57 рассчитать азимут светила в четвертном счёте. Азимут

переводится в круговой счёт и принимается за истинный пеленг ($ИП = A^*_{кр}$).

- рассчитать поправку компаса $\Delta K = A^*_{кр}(ИП) - КП^*$.

Для более точного и надёжного определения поправки курсоуказателя ΔK , необходимо:

- выбирать наиболее яркие светила с высотой не более $15 - 20^{\circ}$, для уменьшения влияния погрешностей координат (φ_c, λ_c) и чтобы светила могли наблюдаться прямовидимо, без откидного зеркала;
- в момент взятия компасного пеленга удерживать визирную плоскость пеленгатора в вертикале светила;
- при взятии КП брать серию (3 – 5 отсчетов), с последующим их осреднением $КП_{ср}$;
- не брать КП во время циркуляции судна.

Индивидуальные задания Вычисление поправки компаса по звезде

№ п/п	Дата T_c , (ч, мин)	Широта $\varphi_c(^{\circ},')$	Долгота $\lambda_c(^{\circ},')$	Светило, N час. поояса	T_c (ч, мин, с) U_c (ч, мин, с)	КП свети ла, град
1.	5.12 21.20	17 13,0E	138 15,0E	Фомальх аут 9 E	11 18 35 +01 01 05	229,0
2.	25.02 6.15	15 39,0N	158 24,0W	Денеб 11 W	05 03 18 +00 12 10	45,0
3.	20.06 22.45	13 35,0N	142 41,0W	Денеб 10 W	07 45 13 +01 00 15	41,0
4.	28.09 6.05	8 12,0 N	19 40,0 W	α Овен 1 W	09 18 40 -02 14 10	293,3
5.	6.10 7.24	19 05,0N	112 08,0W	Денебола 7 W	02 12 02 +00 11 56	82,4
6.	5.05 22.40	14 18,0 S	155 11,0 E	Альфард 10 E	12 15 48 +00 24 12	268,0
7.	25.10 21.52	14 15,0N	54 18,0 E	Альтаир 4 E	05 40 12 +00 11 49	274,6

№ п/п	Дата Тс, (ч, мин)	Широта $\varphi_c(^{\circ},')$	Долгота $\lambda_c(^{\circ},')$	Светило, N час. поояса	Тч (ч, мин, с) Уч (ч, мин, с)	КП свети ла, град
8.	11.06 6.35	8 09,0 N	92 06,0 W	Менкар 6 W	00 31 18 +00 03 40	89,5
9.	17.12 23.05	17 45,0 S	98 40,0 W	α Овен 7 W	05 58 48 +00 05 48	308,1
10.	5.03 4.48	15 38,0N	175 18,0 E	Спика 12 E	04 15 25 +00 02 15	220,0
11.	14.05 3.10	18 45,0N	67 48,0 W	Антарес 5 W	09 40 38 -01 30 15	219,6
12.	18.09 22.14	12 10,0 S	70 15,0 E	α Змеенос ца 5 E	05 08 44 +00 06 10	291,0
13.	20.05 21.40	15 34,0N	47 10,0 E	Антарес 3 E	06 21 15 +00 18 40	133,7
14.	17.01 05.43	19 24,0N	161 09,0W	Регул 11 W	04 50 00 -00 07 10	274,0
15.	02.08 18.00	14 28,0N	139 10,0 E	Солнце 9 E	08 00 25 +01 04 10	290,0
16.	31.03 23.15	11 38,0N	99 15,0 W	Капелла 7 W	05 10 06 +01 05 10	317,0
17.	28.01 04.42	14 25,0 S	54 49,0 E	α Змееносц а 4 E	00 01 10 +00 40 58	74,0
18.	06.05 05.32	19 27,0N	84 14,0 E	Антарес 6 E	12 40 36 -01 07 40	229,0
19.	19.12 22.18	12 45,0 S	91 28,0 W	Капелла 6 W	04 15 10 +00 03 25	16,0
20.	18.10 05.17	18 40,0 S	156 10,0 E	Ахернар 10 E	07 50 50 -00 32 40	215,0
21.	30.06 23.15	13 38,0N	54 18,0 E	Спика 4 E	07 10 31 +00 04 50	254,6
22.	06.10 21.45	19 21,0N	88 17,0 E	Менкар 6 E	08 50 40 -05 04 51	92,1

№ п/п	Дата Тс, (ч, мин)	Широта $\varphi_c(^{\circ},')$	Долгота $\lambda_c(^{\circ},')$	Светило, N час. пояса	Тч (ч, мин, с) Уч (ч, мин, с)	КП свети ла, град
23.	25.03 05.01	15 35,0 S	7 48,0 E	Арктур 1 E	04 00 05 +00 01 18	314,3
24.	17.03 22.15	19 04,0N	88 17,0 W	Сириус 6 W	04 03 16 +00 12 12	235,0
25.	28.02 04.10	14 28,0 S	54 49,0 E	α Змееносца 4 E	00 09 49 +00 01 05	64,0
26.	16.11 05.09	16 49,0N	21 51,0 W	Дубхе 1 W	05 08 50 +01 00 45	24,5
27.	05.06 23.12	19 18,0N	63 46,0 E	Денеб 4 E	08 58 40 -01 46 10	48,0
28.	19.05 22.08	18 09,0 S	76 31,0 W	Альфакк а 5 W	08 45 18 -05 37 20	31,6
29.	25.04 04.34	13 18,0N	55 55,0 E	α^2 Весов 4 E	00 30 41 +00 04 55	241,0
30.	06.05 23.01	9 21,0 N	83 17,0 W	Регул 6 W	05 51 36 -00 50 48	281,0

Порядок выполнения работы

1. Изучить методику расчета поправки компаса по звезде.
2. Рассчитать поправку компаса по вариантам.

Контрольные вопросы

1. Как рассчитать поправку компаса?
2. Методика расчета поправки компаса по звезде?

Список литературы

1. Алексишин В.Г. Практическое судовождение: учеб.пособие/В.Г. Алексишин, В.Т. Долгочуб, А.В. Белов. – Одесса: Феникс, 2006.-376с
2. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1986.-255с.
3. Морской астрономический ежегодник на 2011г., Управление навигации и океанографии. -2010г.- 336с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10
**ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОПРАВКИ КУРСУКАЗАТЕЛЯ ПО
ВИДИМОМУ ВОСХОДУ (ЗАХОДУ) СОЛНЦА**

Цель работы:

1. Изучить методы определения поправки компаса.
2. Научиться рассчитывать поправку компаса по видимому восходу (заходу) Солнца.

Теория метода моментов.

Метод моментов получил свое название, потому что в момент пеленгования светила фиксируется гринвичское время, т.е. момент времени.

Т.е. измерения дают нам два параметра: гирокомпасный пеленг - ГКП и гринвичское время - $T_{гр}$. Далее с карты снимаются счислимые координаты φ_c , λ_c . По гринвичскому времени по МАЕ вычисляется местный часовой угол t_m и склонение светила δ .

Применив формулу котангенсов к параллактическому треугольнику $P_N Z C$, выведем формулу

$$\operatorname{ctg} A = \cos \varphi \operatorname{tg} \delta \operatorname{cosec} - \operatorname{sin} \varphi \operatorname{ctg} t$$

По данной формуле азимут получается в *полуциркуловом счете*. Первая буква одноименна с широтой, вторая буква одноименна с часовым углом.

Азимуты по таблицам ВАС-58 вычисляются по данной формуле. Из табличных методов определения поправки компаса таблицы ВАС-58 являются наиболее удобными.

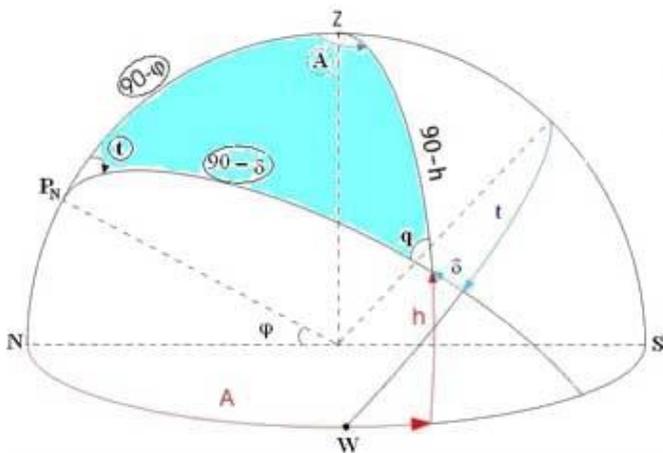


Рис. 1 Параллактический треугольник

Порядок наблюдений.

Порядок наблюдений покажем на следующем примере.

24-го марта 2001 года на вахте 16^ч - 20^ч необходимо определить поправку компаса.

Выбрать светило как можно ближе к горизонту. В данном случае это будет Солнце перед заходом.

Взять пеленг светила. В момент взятия пеленга запустить секундомер. ГКП = 264,6°

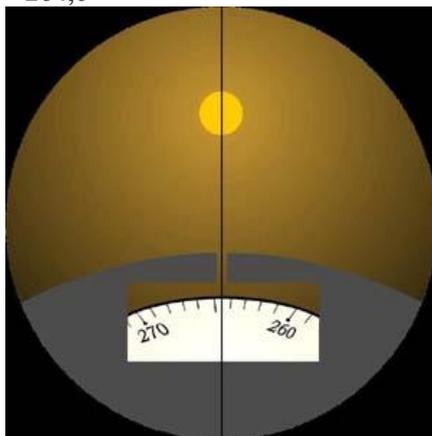


Рис.2. Пеленгование светила

В штурманской рубке выполнить следующие действия.

По приемоиндикатору остановить секундомер и записать:

Гринвичское время в момент остановки секундомера и показания секундомера.

$$T_{\text{гр.ост.сек}} = 17^{\text{ч}}42^{\text{м}}55^{\text{с}}$$

$$T_{\text{ост.сек}} = 0^{\text{м}}50^{\text{с}}$$



Рис.3. Отсчет времени

Судовое время и отсчет лага (ОЛ), $T_c = 17^{\text{ч}}42^{\text{м}}$

По ОЛ с карты (или с приемоиндикатора) снять счислимые координаты.

$$\varphi = 21^{\circ}45,6'S; \lambda = 33^{\circ}14,6'W.$$

Порядок вычислений.

Найти приближенное гринвичское время и гринвичскую дату.

T_c	$17^{\text{ч}}42^{\text{м}}$	24.03
$\lambda_{\text{с}}$	$+2^{\text{W}}$	
$_{\text{гр}}T_{\text{гр}}$	$19^{\text{ч}}42^{\text{м}}$	24.03

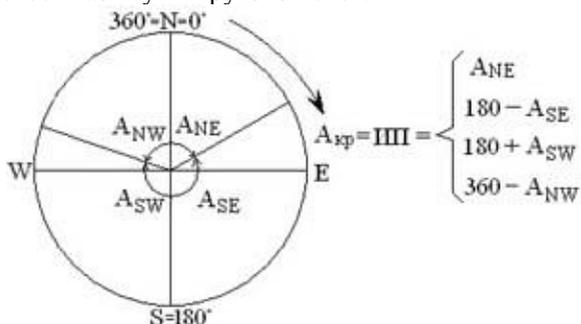
Найти точное гринвичское время и по МАЕ на данное время рассчитать местный часовой угол и склонение светила.

$T_{\text{гр.ост}}$	$19^{\text{ч}}42^{\text{м}}55^{\text{с}}$	
$T_{\text{сек}}$	$- 0^{\text{м}}50^{\text{с}}$	
$T_{\text{гр}}$	$19^{\text{ч}}42^{\text{м}}05^{\text{с}}$	
$t_{\text{гр}}$	$103^{\circ}27,7'$	
Δt_1	$10^{\circ}30,5'$	
Δt_2	0,9	$\bar{\Delta} = +1,2$
$t_{\text{гр.о}}$	$113^{\circ}59,1'$	
λ	$- 33^{\circ}14,6' W$	
$t_{\text{м.о}}$	$80^{\circ}48,5' W$	
δ_1	$1^{\circ}40,1' N$	
$\Delta \delta$	+0,7	$\Delta = +1,0$
$\delta_{\text{о}}$	$1^{\circ}40,8' N$	

Войти в таблицы ВАС-58 по аргументам и найти азимут в полукруговом счете.

q	68	h_T	$9^{\circ}05,5'$	A_T	91,5
φ	$22^{\circ} - 14,4'N$			ΔA_φ	-0,1
δ	$2^{\circ} - 19,2'N$			ΔA_δ	+0,3
t	$81^{\circ} - 11,5'W$			ΔA_t	+0,1
φ и δ	одноименные			A_c	91,9 NW

Перевести азимут в круговой счет.



Найти поправку компаса

$$\begin{array}{r|l}
 \text{ИП} & 268,1 \\
 \text{ГКП} & 264,6 \\
 \hline
 \Delta \text{ГК} & +3,5
 \end{array}$$

Напоминаем, что при расчете азимута поправка азимута за часовой угол находится путем интерполирования из основных таблиц

$$\Delta A_t = +0,4^{\circ} \times (11,5/60) = +0,1.$$

Поправка азимута за склонение выбирается из таблицы 1 по аргументам Δ и q , а знак определяется из основных таблиц путем сравнения двух азимутов, расположенных в двух соседних колонках склонений в 2° и 1° . Но если склонение светила $< 29^{\circ}$ (для Солнца, Луны и планет), то шаг по склонению составляет 1° , поэтому поправку азимута за склонение можно выбрать по основным таблицам. $\Delta A_\delta = +1,0^{\circ} \times (19,2/60) = +0,3^{\circ}$.

При определении поправки компаса пеленгуют светило на малой высоте. Тогда, согласно формуле $\Delta A = \text{tghsin} A \Delta \varphi$ поправка не превосходит $0,1^{\circ}$, а чаще всего она равняется нулю. Поэтому при малых высотах можно данной поправкой пренебречь.

Это был рассмотрен рациональный способ определения поправки компаса по таблицам ВАС-58.

80	9 15 ₉	93 ₈	68	9 38 ₆	92 ₈	68	+10	+0,4	91 ₉	68	10 23 ₅	91 ₀	68		
1	8 20 ₄	93 ₄	68	8 43 ₀	92 ₅	68			91 ₅	68	9 27 ₉	90 ₆	68		
2	7 24 ₈	93 ₀	68	7 47 ₄	92 ₁	68			8 09 ₉	91 ₁	68	8 32 ₃	90 ₂	68	
3	6 29 ₃	92 ₆	68	6 51 ₈	91 ₇	68			7 14 ₃	90 ₈	68	7 36 ₇	89 ₈	68	
4	5 33 ₇	92 ₃	68	5 56 ₂	91 ₃	68			6 18 ₇	90 ₄	68	6 41 ₀	89 ₅	68	
85	4 38 ₁	91 ₉	68	5 00 ₆	90 ₉	68			5 23 ₁	90 ₀	68	5 45 ₄	89 ₁	68	
6	3 42 ₅	91 ₅	68	4 05 ₀	90 ₆	68			4 27 ₄	89 ₆	68	4 49 ₈	88 ₇	68	
7	2 46 ₉	91 ₁	68	3 09 ₄	90 ₂	68			3 31 ₈	89 ₃	68	3 54 ₂	88 ₃	68	
8	1 51 ₃	90 ₇	68	2 13 ₇	89 ₈	68			2 36 ₂	88 ₉	68	2 58 ₆	88 ₀	68	
9	0 55 ₆	90 ₄	68	1 18 ₁	89 ₄	68			1 40 ₆	88 ₅	68	2 03 ₀	87 ₆	68	
90	0 00 ₀	90 ₀	68	0 22 ₅	89 ₁	68			0 44 ₉	88 ₁	68	1 07 ₄	87 ₂	68	
$t \backslash \delta$	h	A	Q	h	A	Q	h	A	Q	h	A	Q	h	A	Q
	0°			1°			2°			3°					

$\Phi = 22^\circ$

СКЛОНЕНИЕ ОДНОИМЕННО

Достоинства и недостатки метода

Данный способ является наиболее универсальным, т.к. он применяется к любым светилам, в любых счислимых координатах, в любое время.

Большой объем вычислений. Этот недостаток можно свести к минимуму, если азимут считать на калькуляторе или использовать при работе с таблицами ВАС-58 рассмотренный выше рациональный прием.

Определение поправки компаса методом высот.

Метод высот получил свое название, потому что в момент пеленгования светила фиксируется не момент времени, а с помощью секстана измеряется высота пеленгуемого светила. Построив параллактический треугольник и применив формулу косинуса стороны к стороне $P_N C$, получим $\cos(90 - \delta) = \cos(90 - h)\cos(90 - \varphi) + \sin(90 - h)\cos(90 - \varphi)\cos A$.

Применив формулы приведения, получим $\sin \delta = \sinh \sin \varphi + \cosh \cos \varphi \cos A$, откуда

$$\cos A = \frac{\sin \delta - \sinh \sin \varphi}{\cosh \cos \varphi}$$

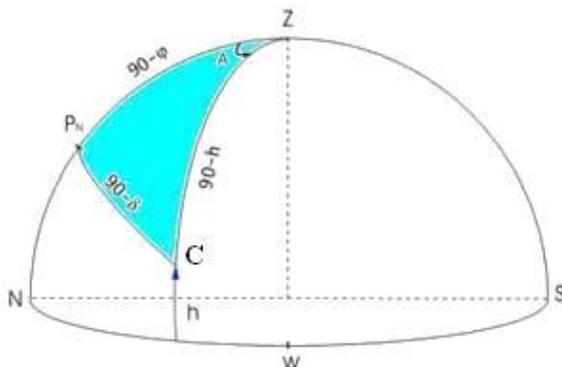


Рис. 4 Параллактический треугольник

Формула $\cos A$, как и $\operatorname{ctg} A$ является функцией 3-х переменных, но таблиц аналогичных таблицам ВАС-58 для данного метода нет по следующей причине. В чистом виде этот способ не употребляется, т.к. невозможно одному судоводителю одновременно двумя приборами (пеленгатором и секстаном) измерить два навигационных параметра (пеленг и высоту).

Но как частный случай данный метод получил широкое распространение. Речь идет об определении поправки компаса в момент видимого восхода/захода верхнего края Солнца. В этом случае нет необходимости измерять высоту Солнца, т.к. она заранее известна и составляет $h = -57,8'$.

Для данного случая азимут рассчитывается по преобразованной формуле

$$A = 2 \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\cos(\varphi + 57,8') - \sin \delta}{\cos(\varphi - 57,8') + \sin \delta}}$$

Зная, что в момент восхода/захода Солнца $h = -57,8'$, формула примет вид

$$A = 2 \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{\cos(\varphi - h) - \sin \delta}{\cos(\varphi + h) + \sin \delta}}$$

По данной формуле в "Мореходных таблицах - 75" составлены таблицы 20а для одноименных φ и δ и 20б для разноименных φ и δ .

Азимут по данным таблиц получается в полукруговом счете. Первая буква азимута одноименна с широтой, а вторая E при восходе Солнца или W при заходе.

Порядок наблюдений.

Необходимо 7 сентября 2001 года, находясь в координатах: $\varphi \approx 34^{\circ}50'N$; $\lambda \approx 170^{\circ}15'W$, на вахте 4^ч-8^ч определить поправку компаса по восходу Солнца.

Чтобы не пропустить момент восхода Солнца требуется по Морскому Астрономическому Ежегоднику (МАЕ) на заданную дату для заданных координат рассчитать судовое время данного явления.

Сентябрь 7, 8, 9

Ф	8		7	8	9	
	Нач. сумерек навиг. гражд.		Восход Солнца	Азимут Солнца на восходе (верхн. край)		
	ч	м	ч	м	°	
N 74	///	2 50	4 23	64.3	65.9	67.3
40	4 34	5 07	5 34	81.4	81.9	82.4
30	4 48	5 17	5 41	82.5	83.0	83.4
20	4 58	5 24	5 46	83.3	83.7	84.1
N 10	5 05	5 29	5 50	83.7	84.1	84.5

В момент появления диска Солнца утром (или его исчезновения утром) взять пеленг и заметить судовое время.

ГКП = $84,7^{\circ}$

$T_c = 5^ч55^м$



Рис.5. Пеленгование и отсчет времени

С карты снять счислимые координаты: $\varphi = 34^{\circ}50'N$; $\lambda_c = 170^{\circ}15'W$.

Порядок расчета.

Найти приближенное гринвичское время и гринвичскую дату. Войти в МАЕ с гринвичской датой и гринвичским временем и выбрать склонение Солнца.

Склонение Солнца одноименно с широтой								Ши- рота
2°30'	3°00'	3°30'	4°00'	4°30'	5°00'	5°30'	6°00'	
87°5	87°0	86°5	86°0	85°5	85°0	84°5	84°0	0°
86.4	85.8	85.2	84.6	84.0	83.4	82.8	82.2	33
86.3	85.7	85.1	84.5	83.9	83.3	82.7	82.1	34
86.3	85.7	85.0	84.4	83.8	83.2	82.6	82.0	35
86.2	85.6	85.0	84.4	83.7	83.1	82.5	81.9	36

Войти в МТ-75 в таблицы 20а или 20б с широтой и склонением, и интерполируя, найти азимут. Дать азимуту наименование.

Перевести азимут в круговой счет и найти поправку компаса

$$\begin{array}{l|l}
 T_c & 5^{\text{H}}55^{\text{M}} 7.09 \\
 N_{\text{с}} & +11^{\text{W}} \\
 \hline
 T_{\text{гр}} & 16 55 \rightarrow \delta_{\text{т}} 5^{\circ}52,4' \text{N} \quad \Delta = -0,9 \\
 & \frac{\Delta \delta}{\delta_{\text{о}}} \frac{-0,8}{5^{\circ}51,6' \text{N}}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 A_{\text{т}} 82,1 \\
 \Phi 34^{\circ} + 50,0 \text{ N} \quad \Delta A_{\Phi} -0,1 \\
 \delta 6^{\circ} - 8,4 \text{ N} \quad \Delta A_{\delta} +0,2 \\
 \hline
 82,2 \text{ NE}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l|l}
 \text{- ИП} & 82,2^{\circ} \\
 \hline
 \text{ГКП} & 84,7^{\circ} \\
 \hline
 \Delta \text{ГК} & -2,5^{\circ}
 \end{array}$$

Достоинства и недостатки метода

1. Малый объем вычислений. Следовательно, поправка компаса определяется быстро, и вероятность допустить промах в расчетах при таком объеме вычислений очень мала.

2. Т.к. высота Солнца $h = 0$, то данный способ в полной мере удовлетворяет требованиям точного определения поправки компаса.

3. Из-за малого объема вычислений, азимут восхода/захода можно заранее до наблюдений рассчитать, что позволяет определить поправку компаса практически мгновенно.

1. Данный способ требует идеальных погодных условий. Облачность (дымка) на горизонте не позволяют судоводителю применить этот простой метод. Тогда судоводителю приходится применять более объемный метод моментов.

2. Однократность явления таит в себе опасность допустить промах. Неправильно снял пеленг, после расчетов получил подозрительно большую поправку компаса, а использовать данный метод уже нельзя - Солнце давно уже или взошло или зашло.

Чтобы обезопасить от данной неприятности, рекомендуется заранее рассчитывать азимут Солнца. При определении поправки компаса по восходу необходимо дополнительно по МАЕ рассчитать судовое время восхода Солнца. При западных курсах судна, когда Солнце будет всходить по корме, незнание судового времени восхода Солнца может привести к пропуску данного явления.

Определение поправки компаса по МАЕ 2001 года.

Начиная с МАЕ 2001 года на правом развороте ежедневных таблиц представлены азимуты восхода/захода верхнего края Солнца в круговом счете для высоты глаза $e = 0$ метров. Выборка производится для соответствующей даты с интерполяцией по широте и долготе. Для получения азимута, соответствующего высоте глаза в $e > 0$ метров, необходимо ввести поправку

$$\Delta A^\circ = -0,017 \operatorname{tg} \Delta h \operatorname{cosec} A, \text{ где } \Delta h = d + \Delta h_t + \Delta h_b.$$

Последовательность решения покажем на рассматриваемом примере.

Для заданной высоты глаза ($e = 12$ метров) выбираем наклонение горизонта.

На странице 280 из таблицы А по широте и месяцу выбираем аргумент $K = 0,01$.

На этой же странице из таблицы В по аргументу K и Δh выбираем поправку для азимута $\Delta A = 0,1$

Аргумент К поправки азимута видимого восхода и захода верхнего

ТАБЛИЦА А

Широта	январ.	февр.	март	апр.	май	июнь	июль	авг.
40	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
20-30	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0-10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Поправка азимута видимого восхода и захода верхнего

ТАБЛИЦА В

К	Δλ										
	1'0	1'5	2'0	2'5	3'0	3'5	4'0	4'5	5'0	5'5	6'0
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1
0.02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Входим в ежедневные таблицы на правый разворот с датой и широтой и выбираем азимут восхода Солнца. Далее интерполируем его по широте и долготе.

$$\Delta A \varphi = (81,4 - 82,5) \times (4^{\circ}50'/10^{\circ}) = -0,5$$

$$\Delta A \lambda = (83,0 - 82,5) \times (170^{\circ}/360^{\circ}) = +0,2$$

Если долгота восточная, то интерполируем к предыдущей дате, а если западная, то - к последующей.

Сентябрь 7, 8, 9

φ	8		7	8	9	
	Нач. сумерек навиг. гражд.	Восход Солнца	Азимут Солнца на восходе (верхн. край)			
	ч м	ч м	°	°	°	
N 74	///	2 50	4 23	64.3	65.9	67.3
40	4 34	5 07	5 34	81.4	81.9	82.4
30	4 48	5 17	5 41	82.5	83.0	83.4
20	4 58	5 24	5 46	83.3	83.7	84.1
N 10	5 05	5 29	5 50	83.7	84.1	84.5

Данную поправку придаем со своим знаком и получаем азимут восхода Солнца. Знак выбирается из данной таблицы

$$\Delta h = -6,1$$

	Восход	Заход
φ _И	-	+
φ _З	+	-

И на последнем этапе определяем поправку компаса. Расхождение в рассчитанных азимутах разными способами $\pm 0,1^{\circ}$ объясняется погрешностями округления и является вполне допустимым.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 11

ВЫЧИСЛЕНИЕ ПОПРАВКИ КУРСУКАЗАТЕЛЯ ПО ПОЛЯРНОЙ ЗВЕЗДЕ.

Цель работы: Освоить методику расчета поправки компаса по Полярной звезде.

Метод высот и моментов.

Данный метод получил такое название, потому что в момент пеленгования светила фиксируется не только **момент времени**, но измеряется и **высота**. В чистом виде способ не применяется из-за трудоемкости наблюдений, но употребляется как частный способ при определении поправки компаса по Полярной звезде.

Полярная звезда в своём суточном движении описывает параллель очень малого радиуса $r = \Delta \approx 46'$. Поэтому азимут Полярной звезды изменяется в небольших пределах $0^\circ < A < 2^\circ \text{NE/NW}$. Из параллактического треугольника имеем по теореме синусов имеем

$$\frac{\sin A}{\sin \Delta} = \frac{\sin t_m}{\sin(90-h)} = \frac{\sin t_m}{\cosh}$$

или

$$\sin A = \sin \Delta \operatorname{sech} \sin t_m$$

Последняя формула наглядно показывает название данного метода. В формуле присутствует высота (следовательно, это метод высот) и местный часовой угол, который можно рассчитать, зная время (следовательно, это метод моментов). Но после преобразований данной формулы эта наглядность обоснования метода пропадает. Произведем эти преобразования.

Учтём следующие факторы: -по основной формуле времени имеем, что $t_m = S_m - \alpha$ т.к. полярное расстояние Полярной звезды мало ($\Delta < 1^\circ$), то $\sin \Delta = \Delta$ и $\sin A = A \approx h$

После этих упрощений получаем окончательную формулу:

$$A = \Delta \operatorname{sech} \sin(S_m - \alpha)$$

И так азимут Полярной звезды зависит от широты места наблюдателя и звездного времени. По этой формуле, принимая для данного года средние значения Δ и α . Полярной звезды (на 2001 г. $\Delta = 43,7'$ и $\alpha = 38^\circ,3$) составлена таблица "Азимут Полярной", которая находится в МАЕ на странице 276.

Фрагмент этой таблицы представлен рядом. Аргументами для входа в таблицу служит звездное время S_m и широта места. Шаг аргументов - 5° ; правило наименования азимута указано внизу таблицы.

АЗИМУТ ПОЛЯРНОЙ, 2001 г.

Местный часовой угол точки Овна, г°	Широта северная														Местный часовой угол точки Овна, г°
	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	
38°	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	38°
43	0'04	0'04	0'04	0'04	0'04	0'04	0'04	0'05	0'05	0'06	0'06	0'07	0'09	0'11	33
48	0'07	0'08	0'08	0'08	0'08	0'09	0'09	0'10	0'11	0'12	0'13	0'15	0'18	0'22	28
53	0'11	0'11	0'12	0'12	0'12	0'13	0'14	0'15	0'16	0'18	0'20	0'23	0'27	0'34	23
58	0'15	0'15	0'15	0'16	0'16	0'17	0'18	0'19	0'21	0'23	0'26	0'30	0'36	0'45	18
178	0'28	0'29	0'29	0'30	0'31	0'33	0'34	0'37	0'40	0'44	0'49	0'56	1'06	1'21	258
183	0'25	0'26	0'26	0'27	0'28	0'29	0'31	0'33	0'35	0'39	0'44	0'50	0'59	1'12	253
188	0'22	0'22	0'23	0'23	0'24	0'25	0'27	0'29	0'31	0'34	0'38	0'43	0'51	1'03	248
193	0'19	0'19	0'19	0'20	0'21	0'21	0'23	0'24	0'26	0'29	0'32	0'37	0'43	0'53	243
198	0'15	0'15	0'16	0'16	0'17	0'17	0'18	0'20	0'21	0'23	0'26	0'30	0'35	0'43	238
203	0'12	0'12	0'12	0'12	0'13	0'13	0'14	0'15	0'16	0'18	0'20	0'23	0'27	0'33	233
208	0'08	0'08	0'08	0'08	0'09	0'09	0'09	0'10	0'11	0'12	0'13	0'15	0'18	0'22	228
213	0'04	0'04	0'04	0'04	0'04	0'05	0'05	0'05	0'06	0'06	0'07	0'08	0'09	0'11	223
218	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'00	0'01	0'01	218

Местный часовой угол точки Овна слева — азимут Полярной NW
 Местный часовой угол точки Овна справа — азимут Полярной NE

2. На данное время с карты снять счислимые координаты судовое время.
3. Найти гринвичское время и гринвичскую дату.
4. По МАЕ рассчитать звездное местное время.
5. Из таблицы "Азимут Полярной" (см. фрагмент выше) по широте и звездному местному времени выбрать азимут Полярной звезды. Дать наименование азимуту.
6. Округлить азимут до десятых долей градуса и перевести его в круговой счет. Рассчитать поправку компаса.

Достоинства и недостатки метода

Простота и малый объем вычислений. Следовательно, допустить промах при вычислениях очень мала.

Данный метод в наиболее полной мере удовлетворяет точным и наимыгоднейшим условиям определения поправки компаса. Ошибки в широте не сказываются на точности вычислений азимута. К этому выводу можно прийти, сравнивая соседние

колонки азимутов таблицы "Азимут Полярной". Ошибки в долготе также не сказываются на точности вычислений азимута. К этому выводу можно прийти, сравнивая соседние строчки азимутов таблицы "Азимут Полярной".

Т.к. азимут Полярной звезды изменяется во времени очень медленно, то нет особой необходимости точного знания времени, т.е. для измерения времени не надо использовать хронометр - судовое время обеспечивает необходимую точность.

Способ ограничен по широте. Полярную звезду можно наблюдать только в северном полушарии. Наиболее благоприятный диапазон широт $5^{\circ}N < \varphi < 20^{\circ}N$. При больших широтах необходимо использовать откидное зеркало, что увеличивает погрешность в измеренном гирокомпасном пеленге.

Порядок выполнения работы

1. Определить поправку компаса методом моментов, методом высот, по МАЕ.
2. Определить поправку компаса по Полярной звезде.

Контрольные вопросы

1. Обосновать определение поправки компаса методом высот и моментов.
2. Как определить поправку компаса по Полярной звезде?

Список литературы

1. Немцев О.В. Основы мореходной астрономии. Уч. пос. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001.- 126с.
2. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1986.-255с.
3. Жданов Ю.Н. Штурманам флота: Уч. пос. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2005.- 108с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 12 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПО ОДНОВРЕМЕННЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ 2-Х СВЕТИЛ

Цель работы:

1. Изучить метод определения места судна астрономическим методом.
2. Научиться определять место судна по одновременным наблюдениям 2-х светил.

При планировании ОМС по 2-м звездам используется звездный глобус. С его помощью для ОМС подбираются 2 звезды, удовлетворяющие следующим требованиям:

1. Звёзды должны быть наиболее яркими, чтобы их можно легко найти в трубу секстана и точно измерить высоту в наиболее светлое время сумерек при более четком горизонте.

2. Высоты звезд должны быть в следующих пределах $15^\circ < h < 55^\circ - 60^\circ$. Большие высоты нельзя измерять, т.к. возникает погрешность в ВЛП. При малых высотах при аномальных явлениях в атмосфере за счет большой поправки за рефракцию возможно появление систематической погрешности.

3. Разность азимутов должна быть близка к 90° . Как будет показано ниже в этом случае в этом случае обеспечивается минимальная радиальная погрешность обсервации.

Для воссоздания картины звездного неба необходимо использовать штурманский способ установки звездного глобуса.

Порядок наблюдений.

Пример. Необходимо определить место судно по 2-м звёздам 3 августа 2001 г. в утренние сумерки, приближенные координаты судна:

$\varphi \approx 23^\circ 10' S, \lambda \approx 96^\circ 45' E.$

1. Спланировать ОМС.
2. Перед наблюдениями выверить секстан и определить поправку индекса.
3. Выйти на наблюдения и произвести измерения первой звезды.
4. Произвести измерения второй звезды.
5. В рубке:

- записать судовое время и отсчет лага. По ОЛ с карты снять счислимые координаты
- записать поправку хронометра, высоту глаза, из формуляра секстана выбрать инструментальную погрешность
- записать скорость и истинный курс, а также температуру и давление воздуха если измерялись высоты менее 30°.

Порядок вычислений.

Весь объём вычислений можно разделить на 4 вычислительных блока, которые выполняются в следующей последовательности:

Расчет по МАЕ часовых углов и склонений звезд.

Расчет по таблицам ВАС-58 счислимых высот и азимутов.

Исправление высот и приведение к одному зениту.

Выполнение графической прокладки и определение обсервованных координат.

1-й блок вычислений

T_c	$5^{\text{h}}44^{\text{m}} 3.08$	
$N_{\text{с}}$	-6E	
$T_{\text{гр}}$	$23^{\text{h}}44^{\text{m}} 2.08$	
	(46)	(16)
$T_{\text{зр}}+12$	$23^{\text{h}}46^{\text{m}}15^{\text{s}}$	$23^{\text{h}}49^{\text{m}}32^{\text{s}}$
$u_{\text{зр}}$	$- 5^{\text{m}}43^{\text{s}}$	$- 5^{\text{m}}43^{\text{s}}$
$T_{\text{гр}}$	$23^{\text{h}}40^{\text{m}}32^{\text{s}}$	$23^{\text{h}}43^{\text{m}}49^{\text{s}}$
t_{r}^{y}	$296^{\circ}35,9'$	$296^{\circ}35,9'$
Δt	$10 09,7$	$10 59,0$
$t_{\text{гр}}^{\text{y}}$	$306 45,6$	$307 34,9$
λ	$96 41,2 \text{ E}$	$96 41,2 \text{ E}$
$t_{\text{ш}}^{\text{y}}$	$43 26,8$	$44 16,1$
τ	$258 42,2$	$328 11,3$
$t_{\text{ш}}^{\text{z}}$	$302 09,0 \text{ W}$	$372 27,4 \text{ W}$
	$57^{\circ}51,0' \text{ E}$	$12^{\circ}27,4' \text{ W}$
δ	$16^{\circ}43,0' \text{ S}$	$23^{\circ}28,0' \text{ N}$

2-й блок вычислений

q	74	h_T	$35^{\circ}30,1$	A_T	85,0
φ	$23^{\circ}+11,8S$	Δh_{φ}	+ 1,0	ΔA_{φ}	+0,1
δ	$17^{\circ}-17,0S$	Δh_{δ}	- 4,8	ΔA_{δ}	+0,3
t	$58^{\circ}- 9,0E$	Δh_t	+ 8,2	ΔA_t	0,0
	одно	h_c	35 34,5	A_c	85,4SE

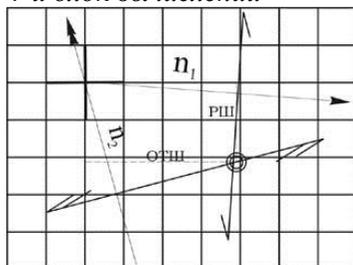
q	165	h_T	$42^{\circ}32,6$	A_T	164,9
φ	$23^{\circ}+11,8S$	Δh_{φ}	-11,4	ΔA_{φ}	+0,0
δ	$23^{\circ}+28,0N$	Δh_{δ}	-27,0	ΔA_{δ}	+0,2
t	$12^{\circ}+27,4W$	Δh_t	- 6,7	ΔA_t	-0,5
	разно	h_c	41 47,5	A_c	164,6SW

Поправки азимутов, можно не выбирать, т.к. допущенная погрешность сравнима с погрешностями графического построения.

3-й блок вычислений

OC	$35^{\circ}45,2'$	$41^{\circ}51,5'$
$i+s$	+1,8	+1,8
Δh_d	-7,8	-7,8
h_c	35 39,2	41 45,5
Δh_p	-1,4	-1,1
Δh_{t+B}	-	-
h_o	35 37,8	41 44,4
Δh_z	+0,7	-
h_o	35 38,5	41 44,4
h_c	35 34,5	41 47,5
n	+4,0	-3,1
A	94,5	344,6
IK	129	
$A-IK$	35,5	
$\Delta h_z^{ин}$	+0,22	
$\Delta I^{ин}$	3,3	

4-й блок вычислений



РШ = 2,2 к S;
 ОТШ = 3,8 к E;
 РД = 4,1 к E

φ_c	23°11,8S	λ_c	96°41,2E
РШ	2,2S	РД	4,1E
φ_o	23°15,0S	λ_o	96°45,3E

1. Обязательно писать получившуюся гринвичскую дату, ибо ошибка в одни сутки приводит к ошибке в часовых углах звезд почти в 1° и как следствие получаются большие переносы.

2. При ОМС по одновременным наблюдениям 2-х звезд, время вторых измерений приблизительно на 4^м больше времени первых измерений. Эта разница в 4^м приводит к тому, что гринвичское звездное время и далее местное звездное время второй звезды приблизительно на 1° больше, чем для первой звезды. Это надо знать для контроля вычислений.

3. Таблицы ВАС-58 позволяют на начальном этапе производить контроль вычислений. Войдя в основные таблицы, необходимо произвести сравнение табличной высоты с отсчетом секстана. Разница между ними не должна превышать 30'-40'. **Если же $h_m - oc > 1^\circ$, то либо допущена ошибка в МАЕ, либо неправильно вошли в таблицы ВАС-58. В этом случае необходимо найти на первом этапе ошибку.**

Если же $h_t - oc < 30' - 40'$, то дальше выбираются или вычисляются по формулам поправки высоты

$$\Delta h \varphi = \cos A \Delta \varphi$$

$$\Delta h \delta = \cos q \Delta \delta$$

$$\Delta h_t = -\cos \varphi \sin A \Delta t.$$

Приведение к одному зениту.

Приведение к одному зениту вызвано тем, что измерения высот 2-х звезд производились с движущегося судна из разных точек, в которых высота одного и того же светила в одно и то же время разная. Аналитический способ приведения к одному зениту основан на формуле $\Delta h_z = (v/60)\cos(A_{кр} - ИК) \Delta T$. Обычно приводят первую звезду, т.к. счислимые координаты снимаются с карты после 2-х измерений. В МАЕ на странице 285 и на форзаце ВАС-58 есть таблица, позволяющая приводить к одному зениту. Входными аргументами являются скорость и курсовой угол КУ = А - ПУ. Знак поправки зависит от величины курсового угла. Если

светило впереди траверза, то знак поправки +. Получив поправку Δh_z^{1m} - изменение высоты за одну минуту, далее её надо умножить на интервал времени ΔT между наблюдениями первой и второй звезд.

ПРИВЕДЕНИЕ ВЫСОТ К ОДНОМУ ЗЕНИТУ

(Изменение высоты при плавании корабля за одну минуту. Знаки указаны для приведения к последующему зениту)

А-ПУ V	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	А-ПУ V
Узлы	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Узлы
4	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0	4
6	.10	.10	.09	.09	.08	.06	.05	.03	.02	0	6
8	.13	.13	.12	.12	.10	.09	.07	.05	.02	0	8
10	0.17	0.16	0.16	0.14	0.13	0.11	0.08	0.06	0.03	0	10
12	.20	.20	.19	.17	.15	.13	.10	.07	.03	0	12
14	.23	.23	.22	.20	.18	.15	.12	.08	.04	0	14
16	.27	.26	.25	.23	.20	.17	.13	.09	.05	0	16
18	.30	.30	.28	.26	.23	.19	.15	.10	.05	0	18
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
V	180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	V
А-ПУ	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90	А-ПУ

Радиальная погрешность определяется формулой:

$$M_o = \frac{1}{\sin \Delta A} \sqrt{m_{\text{лн1}}^2 + m_{\text{лн2}}^2}$$

Т.к. наблюдения равноточные, то $m_{\text{лн1}} = m_{\text{лн2}} = m_h/g = 1'$. Следовательно, минимальная радиальная погрешность принимает значение $M_o = 1,4$ мили при разности азимутов $\Delta A \approx 90^\circ$.

Достоинства и недостатки способа.

Самый простой способ обсервации.

Данный способ учитывает только случайные погрешности. В лучшем случае точность обсервации составляет 1,4 - 1,5 м.мили. При действии систематической погрешности точную обсервацию получить невозможно.

Индивидуальные задания

ОМС по двум светилам

№ п/п	Дата, район плавания φ_c, λ_c	Tc (ч) мин) ОЛ № пояса	ПУ, ° V, уз	Светило	Ср. Тч (ч, мин, с)	Ср. ОС (°, ')	(i+s) (')	U _с (ч, мин, с) e, м t, °C B, мм рт. ст.
	25.01.04 море Фиджи 31 12,6 S	2023	185	α Эридана	080214	5208,0	-3,4	+00 1738 129 +21
		69,0	24,0	α Арго	080518	5918,5	-3,5	

№ п/п	Дата, район плавания Ф, °; Л, с'	Тс (ч, мин) ОЛ № пояса	ПУ, ° V, уз	Светило	Ср. Тч (ч, мин, с)	Ср. ОС (°, ')	(i+s) (°)	U _д (ч, мин, с), е, м, t, °С В, мм, рт. ст.
	175 41,0 E	12 E						766
2	19.02.04 Тихий океан	1855	37	α Большой Медведицы	03 01 19	28 48,9	-1,0	+ 00 52 14
	38 01,5 N 141 10,8 W	76,9 9 W	10,0	α М. Пса	03 03 10	35 49,0	-1,1	10,6 +11 759
3	17.04.04 Филиппинское море	04 39	199	α Цефея	08 53 10	53 33,2	+3,4	-00 16 20
	36 08,6 N 124 03,9 E	12,8 8 E	14,0	α Орла	08 55 13	57 58,8	+3,5	13,3 +8 762
4	15.08.04 Атлантический океан	20 13	91	α Волопаса	09 00 51	36 10,1	-2,8	+00 10 15
	36 35,0 N 9 23,5 W	22,0 1 W	17,0	α Змееносца	09 02 57	64 44,4	-3,3	14,2 +21 764
5	25.05.04 Восточно-Китайское море	05 44	330	β Кассиопей	08 47 18	50 13,0	+2,8	-00 06 31
	32 17,9 N 125 03,6 E	38,8 9 E	14,0	α Пегаса	08 50 16	59 42,8	+2,9	9,2 +17 761
6	13.12.04 Саргассово море	18 05	272	α Персея	09 51 35	44 13,3	-1,9	+00 11 13
	38 36,5 N 66 40,0 W	31,2 4 W	16,0	β Кита	09 54 10	29 26,2	-1,8	11,0 +2 758
7	02.05.04 Средиземное море	05 28	72	β Малой Медведицы	03 10 49	35 44,3	-3,1	+01 15 00
	35 10,5 N 19 08,0 E	49,3 1 E	18,0	α С. Короны	03 12 52	28 34,4	-3,0	11,6 +15 764
8	17.10.04 Японское море	05 40	221	β Персея	07 41 09	44 10,1	+4,3	+00 56 10
	36 13,0 N 131 42,0 E	57,7 9 E	13,0	α Ориона	07 44 16	56 41,2	+4,4	10,2 +6 761
9.	25.03.04 Тихий океан	05 22	91	Бенетнаш	08 58 17	48 57,5	-2,0	-01 38 46
	38 30,6 N 151 12,0 E	60,0 10 E	7,0	α Скорпиона	09 00 57	23 12,7	-1,8	8,5 +7 764
10.	10.07.04 Тихий океан	04 34	152	α Змееносца	04 02 14	21 31,9	+2,5	+01 29 05
	35 11,0 N 145 26,0 E	85,1 11 E	18,0	α Пегаса	04 04 48	68 28,3	+2,9	10,6 +19 758

№ п/п	Дата, район плавания φс, λс, '	Тс (ч мин) ОЛ № пояса	ПУ, ° V, уз	Светило	Ср. Тч (ч, мин, с)	Ср. ОС (°, ')	(i+s) (°)	U _с (ч, мин, с), е, м, t, °С В, мм, рт. ст.
11.	27.09.04 Филиппинское море 33 17,6 N 137 41,5 E	05 33	260	α Овна	08 28 54	37 30,4	+1,1	+00 02 18
		71,7 9 E	18,0	β Малой Медведицы	08 31 10	22 27,8	+0,8	13,8 +12 761
12.	06.10.04 Филиппинское море 37 19,5 N 133 09,7 E	19 02	20	α Орла	09 20 38	61 38,0	+3,7	+00 39 16
		80,0 9 E	6,0	β Пегаса	09 23 15	49 55,7	+3,6	7,2 +9 758
13.	25.03.04 Средиземное море 35 51,0 N 18 10,8 E	05 16	290	α Девы	05 33 11	14 39,2	-2,3	-01 20 35
		12,2 1 E	22,0	α Большой Медведицы	05 36 18	27 17,6	-2,5	12,5 +3 764
14.	10.05.04 Средиземное море 34 52,9 N 7 48,0 W	19 14	180	α Девы	08 28 10	32 00,1	+1,0	-00 17 10
		53,3 1 W	17,0	Мицар	08 31 16	57 59,2	+1,4	14,6 +18 763
15.	27.02.04 Атлантический океан 29 13,8 S 8 38,0 E	04 14	35	α Льва	02 46 10	18 37,2	-0,5	+00 24 50
		115,0 1 E	12,0	α Ю. Креста	02 49 38	52 04,3	-0,8	10,6 +20 761
16.	24.06.04 Японское море 38 51,7 N 133 12,3 E	21 36	31	β Льва	11 51 38	45 54,7	-2,2	-00 17 58
		139,5 10 E	7,0	α Большой Медведицы	11 54 10	50 27,8	-2,3	7,9 +24 766
17.	26.10.04 Тихий океан 37 28,5 N 139 11,0 W	05 45	276	β Ориона	03 57 11	32 12,5	+3,0	-01 14 42
		17,1 9 W	12,0	α Персея	03 59 38	42 05,5	+3,2	7,9 +9 761
18.	25.09.04 Тасманово море 34 50,7 S 166 55,5 E	19 58	80	α Змееносца	08 33 18	29 10,6	-0,8	+00 18 51
		10,5 11 E	16,0	α Центавра	08 39 12	31 52,1	-0,9	11,0 +12 762
19.	24.11.04 Тихий океан 37 21,8 S 84 22,0 W	04 01	300	α Ориона	10 52 40	31 51,4	-4,2	-0 54 10
		76,6 6 W	18,0	β Льва	10 54 55	21 34,9	-4,1	11,7 +15 760

№ п/п	Дата, район плавания φс, λс, '	Тс (ч мин) ОЛ № пояса	ПУ, ° V, уз	Светило	Ср. Тч (ч, мин, с)	Ср. ОС (°, ')	(i+s) (°)	U _d (ч, мин, с), е, м, t, °С В, мм, рт. ст.
20.	06.09.04 Средиземное море	0403	82 10,0	α. Овна	03 20 03	71 59,1	+2,3	-00 19 30
	32 44,0 N 18 53,8 E	81,5 1 E		α. Цефея	03 23 18	28 35,5	+2,0	9,9 +14 759
21.	14.07.04 Тихий океан	21 30	5 12,0	α. Волопаса	10 16 21	60 49,6	-0,8	+00 10 14
	35 08,3 N 152 27,0 E	13,9 11 E		α. Большой Медведицы	10 19 39	36 45,9	-0,5	6,6 +21 762
22.	14.10.04 Аравийское море	18 50	304 21,0	α. Скорпиона	14 33 08	13 47,2	-1,8	+00 12 48
	21 58,0 N 63 31,5 E	38,7 4 E		α. Лиры	14 37 02	59 22,6	-2,2	11,0 +10 764
23.	01.06.04 Саргассово море	03 18	280 18,0	α. Пегаса	09 06 02	44 42,5	-4,5	-01 49 50
	36 17,5 N 58 22,3 W	24,4 4 W		α. Персея	09 08 13	16 17,2	-4,3	12,9 +23 759
24.	22.02.04 Филиппинское море	19 25	105 16,0	α. Кита	10 32 33	46 42,1	+1,3	-00 10 10
	22 31,0 N 138 55,0 E	12,9 9 E		β. Кассиопеи	10 35 17	21 59,6	+1,0	8,8 +4 761
25.	27.02.04 Атлантический океан	05 53	10 12,0	α. Змееносца	05 09 01	64 18,4	+0,6	+01 41 15
	28 18,6 N 17 15,0 W	71,5 1 W		α. Цефея	05 12 14	30 46,0	+0,3	10,2 +6 762
26.	13.12.04 Тихий океан	1800	165 12,0	α. Орла	02 52 37	37 48,3	-2,4	-00 55 18
	28 34,5 N 122 51,0 W	12,0 8 W		β. Малой Медведицы	02 55 20	18 26,9	-2,1	9,5 +2 756
27.	30.04.04 Индийский океан	05 55	70 14,0	α. Змееносца	04 52 51	31 26,6	-1,6	-02 00 10
	31 10,8 S 43 02,8 E	99,9 3 E		α. Центавра	04 54 50	29 10,9	-1,6	8,9 +11 758
28.	20.02.04 Индийский океан	19 53	258 13,0	Акамар	05 29 03	55 15,6	-1,5	-00 38 41
	29 07,5 S 42 43,0 E	8,6 3 E		α. Ю. Креста	05 31 40	21 21,7	-1,2	8,5 +12 763

№ п/п	Дата, район плавания φ, λ, ' "	Tс (ч мин) ОЛ № пояса	ПУ, ° V, уз	Светило	Ср. Тч (ч, мин, с)	Ср. ОС (°, ')	(i+s) (°)	U _д (ч, мин, с) e, м t, °C B, мм.рт.ст
29.	28.02.04	0641	351	α Змееносца	0623 02	63 54,2	+3,5	+01 1500
	Тихий океан 38 18,9N 167 51,5E	12,2 11 E	7,0	α Лебедя	0626 11	52 27,6	+3,4	7,9 0 761
30.	21.03.04	1932	153	α Б. Пса	0421 40	48 40,3	-2,6	-00 51 37
	Аравийское море 21 58,0N 64 59,4E	70,0 4 E	19,0	β Тельца	0423 15	57 13,0	-2,7	10,6 +15 762

Порядок выполнения работы

1. Изучить определение места судна с помощью кругов равных высот.
2. Определить место судна по двум звездам.

Контрольные вопросы

1. Обосновать определение места судна с помощью кругов равных высот.
2. Методика определения места судна по двум звездам?

Список литературы

1. Алексишин В.Г. Практическое судовождение: учеб. пособие/В.Г. Алексишин, В.Т. Долгочуб, А.В. Белов. – Одесса: Феникс, 2006.-376с
2. Немцев О.В. Основы мореходной астрономии. Уч. пос. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001.- 126с.
3. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1986.-255с.
4. Морской астрономический ежегодник на 2011г., Управление навигации и океанографии. -2010г.- 336с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 13 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПО ОДНОВРЕМЕННЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ 3-Х СВЕТИЛ.

Цель работы: Освоить методику ОМС по наблюдениям 3-х светил.

При подготовке к наблюдениям, необходимо при подборе звезд по звездному глобусу подбирать светила, чтобы разность азимутов между каждой звездой составляла величину, близкую к 120° . Подобранные таким образом звезды для наблюдений будут располагаться по всему горизонту.

Для наблюдений подбирают звезды и планеты с близкими по величине высотами. Подготовку к наблюдениям, сами наблюдения, вычисления и прокладку производят в том же порядке, как и при определении места по двум светилам.

Высоты первой и второй звезд обычно приводят к зениту третьих наблюдений. В этом случае судовое время T_C и отсчет лага ол замечают при взятии средней по порядку высоты звезды.

Так как в полученных трех линиях положения будут присутствовать систематические и случайные погрешности, то при прокладке на карте или бумаге эти линии, как правило, не пересекаются в одной точке. Образованный линиями положения треугольник носит название *треугольника погрешностей*. Причиной появления треугольника погрешностей может быть также промах в наблюдениях или вычислениях. Поэтому на недопущение промахов должно быть обращено особое внимание.

Задачей штурмана является отыскание вероятного места судна в треугольнике погрешностей, т.е. такой обсервованной точки, которая ближе всего располагается к действительному месту судна. Теоретические исследования показывают, что положение обсервованного места судна зависит от характера погрешностей в линиях положения, а также от взаимного расположения наблюдавшихся светил.

Если треугольник погрешностей образовался в результате действия только случайных погрешностей, величины которых в каждой из линий приблизительно одинаковы, то при любых азимутах светил наиболее вероятное место находится внутри

треугольника, в точке пересечения его антимедиан или вблизи нее, если высотные линии положения не равноточные (рис. 1).

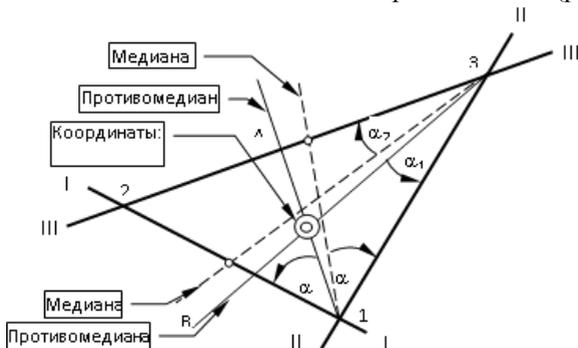


Рис.1 Определение вероятного места цели методом антимедиан

Суть метода противомедиан – вероятное место находится внутри фигуры погрешностей на пересечении двух антимедиан.

Для определения вероятного места *методом антимедиан* необходимо выполнить:

- обозначим пересечение высотных линий положения I и II – 1, I и III – 2, II и III – 3;
- проведем из вершины 1 медиану стороны 2-3 (медиана делит сторону 2-3 пополам) и отметим более острый угол α_1 ;
- отложим полученный острый угол α_1 от стороны 1-2 той же вершины угла 1, получим противомедиану 1А;
- проведем из вершины 3 медиану стороны 1-2 (медиана делит сторону 1-2 пополам) и отметим более острый угол α_2 ;
- отложив полученный острый угол α_2 от стороны 1-3 той же вершины угла 3, получим противомедиану 3В;
- в месте пересечения двух противомедиан 1А и 3В получим вероятное место судна с координатами широты ϕ_0 , долготы λ_0 .

Примечания.

1. Вероятное место судна, полученное в точке пересечения антимедиан M_0 всегда располагается ближе к меньшей стороне треугольника и углу, близкому к 90° .

2. При разностях азимутов $\Delta A \approx 120^0$ треугольник погрешностей получается равносторонним и антимедианы пересекаются в его центре.

2. Если предположить, что действуют только *повторяющиеся (систематические) погрешности*, то для отыскания обсервованного места судна применим разностный метод (метод астрономических биссектрис), при котором через вершины треугольника погрешностей проводятся линии средних азимутов (астрономических биссектрис).

Для нахождения обсервованного места судна методом астрономических биссектрис необходимо у каждой линии положения показать освещенность высотной линии положения, стрелками, обращенными к полюсам осящения светила σ_1 (рис. 2)

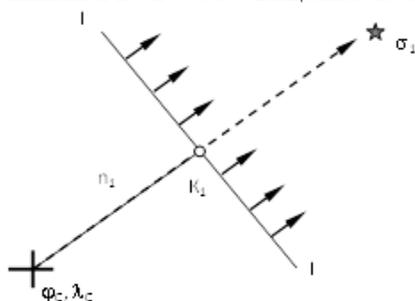


Рис. 2. Освещенность высотной линии положения

В зависимости от расположения светил по горизонту, обсервованное место может быть:

– *внутри треугольника погрешностей*, когда светила подобраны по всему горизонту, смежные $\Delta A > 90^0$, при этом стрелки освещенности сторон направлены или к центру треугольника или направлены от центра треугольника (рис.3 а);

– *вне треугольника погрешностей*, когда светила расположены по одну сторону горизонта, $\Delta A < 90^0$, когда стрелки освещенности у двух высотных линий положения направлены к центру треугольника погрешностей, а у третьей ВЛП направлены от центра (рис.3 б) или когда стрелки освещенности у двух высотных линий положения направлены от центра треугольника погрешностей, а у третьей ВЛП направлены к центру (рис.3 в).

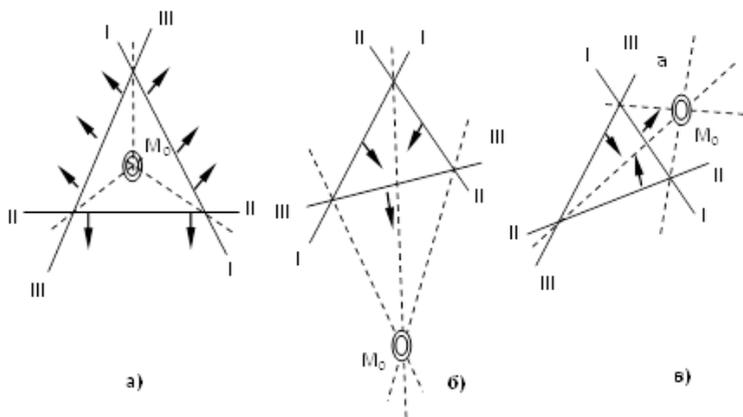


Рис 3 (а, б, в). Определение места судна методом астрономических биссектрис

В реальных условиях наблюдений имеют место и случайные, и систематические (повторяющиеся) погрешности, поэтому, в соответствии с требованиями безопасности плавания, обсервованное место судна принимается в той точке, которая находится ближе к опасности.

Порядок выполнения работы

1. Изучить методику ОМС по наблюдениям 3-х светил.
2. Произвести анализ графических построений для 3-х высотных линий положения.

Контрольные вопросы

1. Какие величины азимутов светил подбирать для наблюдений 3-х звезд?
2. Как осуществить приведение к одному зениту?
3. Как определить место судна по 3-м светилам?

Список литературы

1. .. Алексишин В.Г. Практическое судовождение: учеб.пособие/В.Г. Алексишин, В.Т. Долгочуб, А.В. Белов. – Одесса: Феникс, 2006.-376с
2. Немцев О.В. Основы мореходной астрономии. Уч. пос. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001.- 126с.
3. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1986.-255с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 14 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПО ОДНОВРЕМЕННЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ 4-Х СВЕТИЛ

Цель работы: Освоить методику ОМС по наблюдениям 4-х светил.

Из астронавигационных способов наиболее надёжным и точным является способ определения места судна по четырём светилам.

Для возможности исключения систематических погрешностей, подбираются светила, расположенные по всему горизонту, при смежных разностях азимутов $\Delta A \approx 90^0$ (рис. 1). Высоты "противоположных" звезд подбираются по возможности близкими.

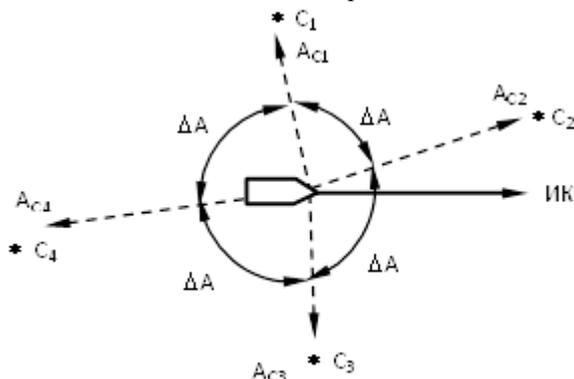


Рис. 1 Подбор четырех звезд для наблюдений

Наблюдения, вычисления и прокладку, при определении места корабля по высотам четырех звезд выполняют так же, как и по двум светилам. Для уменьшения случайных погрешностей рекомендуется во время наблюдений измерять по каждому светилу серию высот (три-пять) с записью соответствующего времени (три-пять) по хронометру или палубным часам. Высоты первых трех звезд приводят к зениту четвертых наблюдений.

Четыре линии положения под действием случайных и систематических погрешностей образуют четырехугольник погрешностей и позволяют произвести анализ точности места наиболее полно, дают возможность не только выявить промахи, но и определить примерную величину и знак повторяющейся

(систематической) погрешности. Форма и размеры фигуры погрешностей зависят от азимутов светил и погрешностей линий положения.

На рис. 2 показаны фигуры погрешностей в виде четырёхугольников, освещённые стороны которых показаны стрелками.

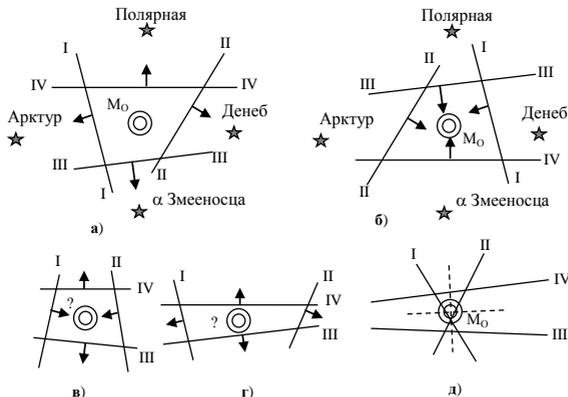


Рис. 2 Четырёхугольники погрешностей

Если высотные линии положения попарно сходятся или расходятся и стороны примерно равны, то промахи отсутствуют (рис. 2а, б). Вероятное место M_0 находится на пересечении биссектрис углов, попарно образованных линиями положения.

Если в фигуре погрешностей две линии сходятся, а две расходятся (рис. 2в), то это говорит о наличии промаха (промахов). Признаками промаха может служить также чрезмерная вытянутость четырехугольника. Если линии положения сходятся или расходятся, но фигура погрешностей получается вытянутой, т.е. одна пара сторон в три и более раза длиннее другой пары сторон (рис.2г), то наиболее вероятны промахи в I и II линиях положения. В этом случае требуется контроль расчётов или пятая (контрольная) линия положения.

Если две линии положения пересекаются внутри двух других сходящихся или расходящихся линий, произвести анализ на промахи по освещённости сторон нельзя. Рекомендуется вероятное место принять в точке пересечения биссектрис, как показано на рис. 2д.

Порядок выполнения работы

1. Изучить методику ОМС по наблюдениям 4-х светил.
2. Произвести анализ графических построений для 4-х высотных линий положения.

Контрольные вопросы

1. Какие величины азимутов светил подбирать для наблюдений 4-х звезд?
2. Как осуществить приведение к одному зениту?
3. Как определить место судна по 4-м светилам?

Список литературы

1. Алексишин В.Г. Практическое судовождение: учеб.пособие/В.Г. Алексишин, В.Т. Долгочуб, А.В. Белов. – Одесса: Феникс, 2006.-376с
2. Немцев О.В. Основы мореходной астрономии. Уч. пос. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001.- 126с.
3. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1986.-255с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 15 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА СУДНА ПО РАЗНОВРЕМЕННЫМ НАБЛЮДЕНИЯМ СВЕТИЛ (СОЛНЦУ)

Цель работы: Получить практические навыки по ОМС по Солнцу.

Задание выполняют на астрономических бланках Ш-8б, простым карандашом, аккуратно, с помощью МАЕ и ТВА-57.

Порядок выполнения задания:

- записать все исходные данные наблюдений в схему вычислений бланка Ш-8б, обратив особое внимание на правильность и аккуратность производимых записей;

- рассчитать приближенное гринвичское время и календарную дату для каждой линии положения;

- вычислить точное гринвичское время для первой и второй линии положения $T_{гр1}$ и $T_{гр2}$, произвести контроль по Приб. Тгр;

- с помощью МАЕ найти местные часовые углы (t_w° , t_E°) и склонения (δ_N° , δ_S°) Солнца для первой ВЛП₁ и второй ВЛП₂ высотной линии положения, используя при этом соответственно первую и вторую счислимые долготы места корабля (λ_{c1} и λ_{c2});

- вычислить по ТВА-57 счислимые высоты и азимуты Солнца для первой и второй линии положения (A_{c1} , h_{c1} ; A_{c2} , h_{c2}), памятуя, что каждая ВЛП находится для своей счислимой широты (φ_{c1} и φ_{c2});

- рассчитать переносы высотных линий положения для обеих светил: $n_1 = \text{Прив. } h_1 - h_{c1}$, $n_2 = \text{Прив. } h_2 - h_{c2}$ (приведение на один момент ВЛП не требуется при определении по Солнцу, поэтому $\text{Прив. } h_1 = \text{Ист. } h_1$, $\text{Прив. } h_2 = \text{Ист. } h_2$;

- на обратной стороне бланка Ш-8б (на планшете) выбрать масштаб построения ВЛП (1:1 - в 1см планшета 1 миля или 1:2 - в 1см планшета 2 мили) в зависимости от величин полученных переносов n_1 и n_2 ;

- принять в центре планшета бланка Ш-8б второе счислимое место корабля (φ_{c2} , λ_{c2});

- от счислимого места (φ_{c2} , λ_{c2}) проложить счислимый азимут первого светила A_{c1} и на нем проложить величину переноса n_1 (если

знак (+) то от счислимой точки в сторону нахождения светила, если знак (-) то от счислимой точки в обратную сторону от светила, получим определяющую точку K_1 . Через определяющую точку K_1 перпендикулярно A_{C1} провести ВЛП₁ I-I;

– от счислимого места (центр планшета) проложить счислимый азимут второго светила A_{C2} и на нем проложить величину переноса второго светила n_2 (если знак (+), то от счислимой точки в сторону нахождения светила, если знак (-), то от счислимой точки в обратную сторону от светила, получим определяющую точку K_2 . Через определяющую точку K_2 перпендикулярно A_{C2} провести ВЛП₂ II-II;

– место пересечения ВЛП₁ и ВЛП₂ есть обсервованное место судна;

– снять с планшета величину $\Delta\varphi$ и в масштабе построения высотных линий положения и используя схему в правом нижнем углу планшета рассчитать обсервованную широту места корабля $\varphi_0 = \varphi_{C2} + \Delta\varphi$;

– снять с планшета величину $\Delta\lambda$ и используя угловой масштаб (левый угол планшета) в масштабе построения высотных линий положения определить величину $\Delta\lambda$ и используя схему в правом нижнем углу планшета рассчитать обсервованную долготу места корабля $\lambda_0 = \lambda_{C2} + \Delta\lambda$;

– рассчитать судовое время обсервации по формуле $T_{C2} = T_{ГР2} \pm N_W^E$ и записать в правом углу судовое время (T_{C2}) и отсчет лага (олэ).

Подписать бланк Ш-8б (курсант, класс) в строке "вычислил".

Индивидуальные задания ОМС по Солнцу

№ ВЛП	Тс (ч, мин) ОЛ	$\varphi, \lambda, \lambda, \lambda, \lambda, \lambda$ $\lambda, \lambda, \lambda, \lambda, \lambda, \lambda$	ПУ, $\lambda, \lambda, \lambda, \lambda, \lambda, \lambda$ V, уз	Край Солнца	Ср. Тч ч, мин, с	Ср. ОС, $\lambda, \lambda, \lambda, \lambda, \lambda, \lambda$ $\lambda, \lambda, \lambda, \lambda, \lambda, \lambda$	Уч ч, м, с (i + s)	e, м	$t_{В,С}^0$ ВВ, мм. рг. ст.
Вариант № 1 10 мая 2004 г., Охотское море, часовой пояс 12 E									
1	12 00 17,6	57 35,6N 148 10,0E	45		11 53 10	43 51,4	+00 07 00 +0,9	6,9	+12 761
2	15 00 77,6	58 15,9 N 149 25,0E	18,0		02 54 55	48 06,4	+00 07 01 +1,5		+12 762
Вариант № 2 27 сентября 2004 г., Сев. залив, часть Тихого океана, часовой пояс 11 E									

№ ВЛП	Гс(ч, мин) ОЛ	φ, α, λ, α,	ПУ, ⁰ V, уз	Край Солнца	Ср. Тч ч, мин, с	Ср. ОС, о./	Уч ч, м, с (i + s)	е, м	Г ⁰ В,С ВВ, мм. рг. ст.
	169	166160E	180		10	388	+13		763
2	1826 498	54085N 167413E		☉	0552 28	14 179	+013421 +15		+14 760
Вариант № 11 18 августа 2004 г., Берингово море, часовой пояс 11 E									
1	1102 29,5	58080N 17140,5E	17	☉	1145 40	44 10,7	+001605 +09	163	+10 751
2	1422 88,1	58594N 17211,0E	14,0	☉	0306 02	34 52,1	+001606 +09		+15 752
Вариант № 12 25 мая 2004 г., Атлантический океан, часовой пояс 2 W									
1	1011 44,4	4317,5N 2936,0W	25	☉	0035 17	58 41,2	-002401 +05	102	+17 765
2	1305 109,6	44204N 2855,5W	24,0	☉	0330 01	62 40,9	-002402 +05		+18 765
Вариант № 13 9 января 2004 г., Индийский океан, часовой пояс 5 E									
1	1025 6,5	42100S 7841,5E	39	☉	0510 18	62 53,8	+001450 -30	123	+18 767
2	1334 89,0	4104,0S 7952,9E	27,0	☉	0819 40	60 56,2	+001452 -2,7		+20 767
Вариант № 14 11 ноября 2004 г., Тихий океан, часовой пояс 9 W									
1	1144 3,6	4728,0N 14810,0W	48	☉	0854 06	23 43,6	-000950 -15	95	+3 764
2	1444 60,6	4808,2N 14708,6W	20,0	☉	1155 10	18 09,8	-000950 -1,0		+3 764
Вариант № 15 15 декабря 2004 г., Тасманово море, часовой пояс 11 E									
1	1140 74,1	4418,0S 16110,8E	80	☉	0035 17	67 52,3	+000520 -3,1	7,8	+18 765
2	1445 128,0	4408,4S 16227,0E	18,0	☉	0340 52	51 34,3	+000522 -2,5		+18 764
Вариант № 16 3 августа 2004 г., Охотское море, часовой пояс 10 E									
1	1025 12,6	5835,0N 15218,5E	75	☉	0031 05	45 17,0	-000601 +2,5	65	+15 757
2	1323 48,2	5844,3N 15324,2E	12,0	☉	0329 10	45 45,6	-000603 +2,5		+16 759
Вариант № 17 12 июля 2004 г., северо-западная часть Тихого океана, часовой пояс 10 W									
1	1536 19,5	5720,0N 15005,5W	41	☉	0005 10	38 01,5	+013056 -3,6	9,6	+15 760
2	1842 62,5	5752,7N 14912,7W	14,0	☉	0311 02	13 43,0	+013056 -2,0		+17 760
Вариант № 18 10 ноября 2004 г., Атлантический океан, часовой пояс 0									
1	1243 29,0	4811,0N 718,6W	284 28,0	☉	0040 13	24 02,2	+000318 +1,8	15,6	+8 763

№ ВЛП	Гс(ч, мин) ОЛ	φ, α, λ, α,	ПУ, ° V, уз	Край Солнца	Ср. Тч ч, мин, с	Ср. ОС, о./	Уч ч, м, с (i + s)	е, м	φ _В , С ВВ, мм. рг. ст.
2	1529 111,0	4829,7N 911,4W			0326 20	12 21,9	+000318 +0,5		+9 765
Вариант № 19 18 февраля 2004 г., Атлантический океан, часовой пояс 1 E									
1	0949 45,0	4317,0S 1225,0E	25		0638 45	43 50,6	+021015 +1,9	11,8	+17 760
2	1313 115,0	4215,4S 1304,4E	20,0		1002 48	57 55,2	+021015 +0,4		+19 758
Вариант № 20 10 мая 2004 г., Тихий океан, часовой пояс 11 E									
1	1125 58,6	4541,0N 16129,8E	40		0024 43	60 10,8	-000016 +1,3	10,2	+7 764
2	1326 100,2	4613,6N 16218,1E	21,0		0225 50	57 35,8	-000017 +0,9		+9 764
Вариант № 21 30 октября 2004 г., Балтийское море, часовой пояс 2 E									
1	1042 72,0	5841,0N 2125,6E	254		0953 51	14 37,0	-010010 +2,5	11,6	+12 758
2	1345 135,7	5824,0N 1930,5E	20,0		1255 15	16 04,7	-011011 +2,5		+14 760
Вариант № 22 11 июня 2004 г., Японское море, часовой пояс 11 E									
1	1152 23,3	4518,5N 14025,0E	74		1247 40	59 02,6	+000508 +1,5	14,8	+18 762
2	1501 84,1	4526,0N 14151,5E	20,0		0356 48	61 34,4	+000507 +2,3		+19 762
Вариант № 23 17 марта 2004 г., Северное море, часовой пояс 0									
1	1150 49,6	5625,6N 4120,0E	145		1043 10	32 14,9	+010720 +1,8	9,4	0 756
2	1448 112,2	5558,1N 557,5E	22,0		0138 40	22 28,6	+010720 +1,6		+1 756
Вариант № 24 24 июля 2004 г., Берингово море, часовой пояс 11 W									
1	1446 3,6	5710,6N 15928,0W	80		0032 45	39 56,4	+011320 -2,8	13,2	+15 761
2	1748 53,6	5720,5N 15755,6W	17,0		0332 54	16 02,3	+011322 -2,0		+15 760
Вариант № 25 8 мая 2004 г., Балтийское море, часовой пояс 3 E									
1	1158 19,9	5510,6N 1651,0E	115		0903 25	46 23,0	-000512 +1,4	10,2	+13 765
2	1445 70,6	5449,6N 1809,5E	18,0		1150 46	50 58,4	-000513 +1,5		+14 764
Вариант № 26 1 марта 2004 г., Северное море, часовой пояс 0									
1	1045 15,0	5405,0N 217,5 E	90		0930 46	26 12,7	+011415 +2,1	11,2	+8 759
2	1400	5405,0N	24,0		1245	23	+011416		+8

№ ВЛП	Гс (ч, мин) ОЛ	$\varphi, \lambda,$ $\alpha, \delta,$	ПУ, ⁰ V, уз	Край Солнца	Ср. Тч ч, мин, с	Ср. ОС, о./	Уч ч, м, с (i + s)	е, м	$t_{\text{В,С}}$ ВВ, мм. рт. ст.
	89,1	4309 E			09	36,3	+20		760
Вариант № 27 25 января 2004 г., Атлантич. океан, часовой пояс 4 W									
1	1520 59,8	46100S 6218,5W	160		0705 58	44 19,6	+001406 +09	12,4	+18 762
2	1815 145,6	47339S 6134,3W	30,0		1001 24	14 49,7	+001408 +02		+18 760
Вариант № 28 6 ноября 2004 г., Индийский океан, часовой пояс 7 E									
1	1203 52,8	4418,0S 10510,8E	152		0457 49	61 17,1	+000515 +3,1	9,8	+7 758
2	1504 116,7	4513,9S 10552,4E	21,0		0758 50	38 56,2	+000514 +2,0		+8 760
Вариант № 29 21 декабря 2004 г., Тихий океан, часовой пояс 5 W									
1	1346 24,0	4248,0S 7810,5W	100		0759 56	62 10,8	-011250 -1,0	11,0	+16 758
2	1636 68,6	4257,9S 7708,5W	16,0		1048 55	32 24,7	-011250 -0,7		+16 759
Вариант № 30 17 апреля 2004 г., Атлантич. океан, часовой пояс 1 W									
1	1046 17,7	5225,0N 1115,8W	95		0830 42	46 28,4	+031520 +2,8	10,2	+10 765
2	1352 59,4	5228,8N 1004,8W	14,0		1136 50	40 47,6	+031522 +2,7		+10 765

Порядок выполнения работы

1. Изучить методику ОМС по Солнцу.
2. Произвести расчет ОМС по вариантам.

Контрольные вопросы

1. Методика ОМС по Солнцу.

Список литературы

1. Алексин В.Г. Практическое судовождение: учеб.пособие/В.Г. Алексин, В.Т. Долгочуб, А.В. Белов. – Одесса: Феникс, 2006.-376с
2. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1986.-255с.
3. Морской астрономический ежегодник на 2011г., Управление навигации и океанографии. -2010г.- 336с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 16

ВЫЧИСЛЕНИЕ ОСВЕЩЕННОСТИ ПО МАРШРУТУ ПОХОДА И ПРИ СТОЯНКЕ В ПОРТУ

Цель работы: Освоить практическую методику расчета освещенности.

Моменты явлений по гражданскому времени на меридиане Гринвича (гринвичское время) указаны с точностью до 1 мин. для наблюдателя, находящегося на уровне моря.

Задачи на определение моментов восхода и захода Солнца и Луны, продолжительности сумерек на заданную дату в заданной точке с помощью МАЕ, решаются в следующем порядке: МАЕ, стр. 19).

1. По заданной дате и *табличной широте, ближайшей меньшей к заданной*, из ежедневных таблиц выбирают соответствующий момент восхода или захода Солнца (Луны), конца или начала навигационных (гражданских) сумерек, а так же величину и знак изменения момента явления (Δ) для соседних широт, в пределах которых производится интерполирование.

Суточное изменение момента восхода или захода Луны определяется как разность моментов на заданную и предшествующую даты для восточных долгот, и как разность моментов на последующую и заданную даты – для западных долгот.

Момент восхода или захода Солнца и разности моментов времени для соседних широт (Δ) находятся непосредственно из ежедневных таблиц, если заданная дата совпадает со средней датой трехсуточного интервала. В случае несовпадения этих дат, выбранные значения исправляются на величину суточного изменения методом интерполяции.

Моменты начала или конца навигационных сумерек выбираются всегда на среднюю дату трехсуточного интервала без интерполяции.

2. Из таблицы приложения 1 (А. Поправка за широту) находим поправку ΔT_{ϕ} к выбранному моменту за изменение широты. В этой таблице аргументами служат: величина найденной разности моментов и разность широт между

значениями заданной широты и ближайшей меньшей табличной широты, для которой выбран соответствующий момент. С этой разностью следует входить в одну из трех строк аргумента таблицы - соответственно интервалу широт 2, 5 и 10, между которыми производится интерполирование. Найденная поправка ΔT_{ϕ} берется с тем знаком, который имеет величина Δ .

3. Из таблицы приложения 1 (Б. Поправка за долготу) находим поправку времени за долготу ΔT_{λ} к выбранному моменту соответственно долготе места. В этой таблице аргументами служат: заданная долгота λ и суточные изменения. Суточное изменение находится интерполяцией в уме. При расчете поправок за долготу к моментам восхода и захода Солнца и Луны суточное изменение необходимо рассчитать, работая с предшествующей датой (слева), если долгота восточная и с последующей (справа), если долгота западная.

При расчете моментов начала или конца сумерек поправкой за долготу можно пренебречь, ввиду невозможности точно определить границу этих явлений.

Знак суточных изменений определяется в зависимости от возрастания или убывания моментов к предыдущим или последующим суткам.

4. Найденная поправка за широту ΔT_{ϕ} прибавляется к $T_{гр.}$, а поправка за долготу ΔT_{λ} вычитается, если долгота восточная, и прибавляется, если долгота западная. В результате получим среднее время явления в заданном пункте.

5. Полученный момент T_m переводим в судовое время по формуле

$$T_c = T_m + \lambda_{\pm W}^{\pm E} \pm N_{\text{з.с.}}^{\pm E_w}$$

где: λ - долгота места судна, восточную долготу - вычсть, западную прибавить;

N - номер часового пояса принятый на судне, восточный часовой пояс - прибавить, западный - вычсть.

Индивидуальные задания.

Расчет судового времени восхода (захода) Солнца, Луны, начала утренних навигационных сумерек, конца вечерних гражданских сумерек

№ варианта	Дата	Широта $\varphi_c (^{\circ},')$	Долгота $\lambda_c (^{\circ},')$	№ часового пояса
	21.10	31 10,0 N	61 10,0 W	4 W
2.	11.08	24 58,0 N	91 18,0 W	6 W
3.	22.12	16 03,0 N	47 45,0 W	3 W
4.	20.08	39 05,0 N	31 40,0 E	2 E
5.	17.01	10 12,0 N	81 37,0 E	5 E
6.	13.10	43 10,0 N	132 40,0 E	10 E
7.	27.06	38 20,0 N	131 10,0 E	9 E
8.	18.02	20 08,0 N	93 12,0 W	6 W
9.	16.07	38 59,0 N	146 15,0 E	11 E
10.	25.03	0 18,0 N	159 25,0 E	11 E
11.	15.03	18 53,0 N	43 15,0 W	3 W
12.	25.08	14 18,0 N	139 02,0 W	10 W
13.	11.11	18 09,0 N	138 10,0 W	10 W
14.	24.07	16 11,0 N	175 0,0 E	12 E
15.	15.04	14 40,0 S	99 06,0 W	7 W
16.	25.05	18 20,0 N	29 35,0 W	2 W
17.	04.06	19 20,0 N	151 24,0 E	11 E
18.	10.05	33 32,0 N	167 29,0 E	12 E
19.	17.05	15 02,0 N	137 30,0 E	10 E
20.	10.05	37 35,0 N	148 10,0 E	11 E
21.	25.03	0 16,0 N	162 10,0 E	11 E
22.	08.03	12 47,0 N	12 24,0 W	1 W
23.	06.10	18 42,0 N	31 12,0 W	2 W
24.	25.05	15 10,0 N	160 03,0 E	11 E
25.	06.04	16 26,0 N	19 07,0 E	1 E
26.	29.04	14 38,0 N	173 12,5 W	12 W
27.	15.08	18 19,0 N	151 37,0 E	11 E

№ варианта	Дата	Широта $\varphi_c (^{\circ},')$	Долгота $\lambda_c (^{\circ},')$	№ часового пояса
28.	25.04	19 28,0 N	179 42,0 W	12 W
29.	18.02	13 13,0 S	158 40,0 E	11 E
30.	25.08	14 18,0 N	139 02,0 W	10 W

Порядок выполнения работы

1. Освоить методику расчета освещенности по МАЕ.
2. Произвести расчет освещенности по вариантам.

Контрольные вопросы

1. Что такое навигационные, гражданские, астрономические сумерки?
2. Методика расчета освещенности.

Список литературы

1. Алексишин В.Г. Практическое судовождение: учеб.пособие/В.Г. Алексишин, В.Т. Долгочуб, А.В. Белов. – Одесса: Феникс, 2006.-376с
2. Немцев О.В. Основы мореходной астрономии. Уч. пос. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001.- 126с.
3. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия: Учебник для вузов. М.: Транспорт, 1986.-255с.
4. Морской астрономический ежегодник на 2011г., Управление навигации и океанографии. -2010г.- 336с.