

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

Н.О. Кириллов, канд. техн. наук, доцент

МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ

Методические указания и контрольные задания
для студентов специальности 26.05.05 «Судовождение»
заочной формы обучения
(2-е издание, переработанное и дополненное)



БГАРФ

Калининград
Издательство БГАРФ
2019

УДК 656.61.052:51(07)

Мореходная астрономия: метод. указания и контрольные задания для студентов заочной формы обучения / сост.: Н.О. Кириллов – 2-е изд., перераб. и доп. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2019. – 98 с.

Методические указания и контрольные задания составлены в соответствии с действующей программой дисциплины «Мореходная астрономия» и Международной конвенцией о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года, с поправками. Предназначены для студентов специальности 26.05.05 «Судовождение» заочной формы обучения БГАРФ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота.

Рецензент: Бондарев В.А., д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры судовождения БГАРФ



БГАРФ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие организационно-методические указания.....	4
Примерный тематический план занятий	8
Перечень рекомендуемой литературы	10
Содержание программы дисциплины и методические указания для самостоятельного изучения.....	11
Задания и методические указания по выполнению контрольных работ.....	31
Контрольная работа № 1.....	34
Задача № 1.....	34
Задача № 2.....	40
Задача № 3.....	47
Задача № 4.....	51
Задача № 5.....	59
Задача № 6.....	63
Контрольная работа № 2.....	67
Задача № 1.....	67
Задача № 2.....	74
Задача № 3.....	81
Задача № 4.....	86
Задача № 5.....	91
Задача № 6.....	94
Приложение. Образец оформления титульного листа.....	98

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Астрономия – наука о строении, движении и развитии небесных тел. Она возникла из практических потребностей человека в глубокой древности и развивалась наряду с развитием человеческого общества. В настоящее время астрономия включает в себя ряд самостоятельных дисциплин:

- сферическая астрономия, изучающая математические методы определения координат небесных тел и их изменение с течением времени;
- обсерваторная астрономия, задачей которой является определение координат небесных тел из наблюдений и вычисление числовых значений астрономических постоянных;
- практическая астрономия, в которой рассматриваются методы определения географических координат и точного времени, а также теория астрономических приборов, необходимых для этих определений.

Сущность дисциплины «Мореходная астрономия» и цель ее изучения

Мореходная астрономия является составной частью практической астрономии и одной из основных дисциплин науки судовождения. Она значительно расширяет возможности судовождения, особенно при плавании судов вдали от берегов.

В дисциплине «Мореходная астрономия» рассматриваются следующие вопросы:

- законы движения небесных светил;
- теория и методы определения места судна по небесным светилам;
- теория и способы определения направления движения судна и поправок судовых курсоуказателей по небесным светилам;
- теория, устройство и навигационное использование астрономических приборов и инструментов;
- определение, хранение и распространение на судне точного времени;
- оценка астронавигационной обстановки в районе плавания судна, а также некоторые другие вопросы обеспечения безопасности плавания.

Астрономические способы определения места судна и поправок систем курсоуказания автономны, скрытны и не подвержены искусственным помехам, а их точность не зависит от расстояния до берега. Поэтому, несмотря на развитие радиотехнических средств дальней навигации, астрономические способы обеспечения судовождения продолжают оставаться основными, а в ряде случаев могут оказаться единственно возможными. Правильно сочетая радиотехнические, астрономические и другие способы определения места судна, можно обеспечить высокую точность и безопасность плавания судна.

В результате изучения дисциплины студент-заочник должен:

Знать:

- основы теории определения места судна по высотным линиям положения с вычислением их элементов по астрономическим пособиям, с использованием вычислительной техники и оценку их точности;

- основы теории и методику определения поправок курсоуказателей по небесным светилам с оценкой их точности;

- основы теории, устройство и правила использования морских астрономических приборов и пособий.

Уметь:

- производить астрономические наблюдения для определения места судна и поправок курсоуказателей, а также оценивать результаты наблюдений;

- выполнять выверки астрономических приборов и определять их поправки;

- опознавать светила и осуществлять подбор светил с использованием звездного глобуса;

- обслуживать судовые измерители времени и определять их поправки по радиосигналам времени и по счислению с хронометром;

- рассчитывать время астрономических явлений для Солнца и Луны;

- использовать астрономические пособия для решения указанных астрономических задач.

Иметь представление:

- о закономерностях движения светил Солнечной системы и искусственных спутниках Земли;

- теории вращения Земли и видимом движении светил;

- прецессии, нутации и годичной абберации.

Значение дисциплины «Морская астрономия» в профессиональной подготовке специалиста и взаимосвязь ее с другими изучаемыми дисциплинами

Важнейшей и пока полностью нерешенной остается проблема обеспечения навигационной безопасности судов. Возросшая интенсивность плавания, продолжающееся освоение новых районов Мирового океана увеличивают опасность навигационных происшествий и не прощают пренебрежительного отношения судоводителей к вопросам судовождения. Практически во всех случаях навигационных происшествий их первопричиной, становились либо нарушения руководящих документов по безопасности судовождения, либо низкая специальная подготовка судоводителей.

Современные технические средства и методы навигации способны обеспечить навигационную безопасность плавания судна только в том случае, если судоводительский состав имеет не только необходимую теоретическую подготовку и твердые практические навыки в решении задач судовождения, но и умеют грамотно применять эти знания и навыки в конкретной обстановке плавания судна. Какой бы сложной и высокоавтоматизированной ни была современная штурманская техника, сама по себе она не решает задачи гарантированного обеспечения навигационной безопасности плавания. Ее может и должен решать только человек, специалист-мореплавателю, соответствующим образом подготовленный и несущий личную ответственность за безопасность плавания.

Современные радиотехнические (спутниковые) способы определения места судна имеют преимущество перед астрономическими по точности, трудоемкости и затрачиваемому времени, однако они уступают последним по технической надежности, автономности и стоимости.

По этим причинам астрономические наблюдения не утратили своей ценности и применяются как дублирующие, контрольные, а также аварийные и их изучение обязательно для судоводителей в соответствии с современными международными требованиями.

Установленный нормативными документами контроль за системой курсоуказания вне видимости береговых ориентиров возможен только астрономическими способами, а грамотное планирование перехода судна невозможно без оценки естественной освещенности Солнцем и Луной.

Дисциплина «*Мореходная астрономия*» изучается на основе знаний студента-заочника, полученных по высшей математике, физике и сферической тригонометрии и частично по курсу «*Астрономия*» средней школы, а знания по дисциплине используются при изучении курсов «*Навигация*», «*Технические средства судовождения*», «*Радионавигационные приборы и системы*» и «*Безопасность мореплавания*».

Организация изучения дисциплины «Мореходная астрономия» при заочной форме обучения

Дисциплина «Мореходная астрономия» изучается:

- при заочной форме сроком обучения 6,5 лет – на 4 курсе: аудиторных занятий 20 часов, из них на лекции 10 часов, на лабораторные занятия 10 часов; формы контроля – 2 контрольные работы, зачет и экзамен в VIII семестре;

- при заочной форме и сокращенным сроком обучения 4,5 года – на 3 курсе: аудиторных занятий 14 часов, из них на лекции 8 часов, на лабораторные занятия 6 часов, формы контроля – 2 контрольные работы и экзамен в VI семестре.

Основным методом изучения дисциплины студентом-заочником является самостоятельное изучение учебного материала по рекомендованной литературе. Основная трудность, с которой столкнется студент-заочник при самостоятельном изучении – это пространственное представление изучаемых астрономических явлений в трехмерном пространстве. Для преодоления этой трудности рекомендуется изучение теории каждого раздела программы вести параллельно с решением задач контрольной работы по этому разделу. Для развития же пространственного мышления обязательно выполнять чертежи и рисунки по изучаемому вопросу.

Если студент-заочник работает на судне, то при изучении наиболее сложных для понимания вопросов следует консультироваться у грамотных штурманов судна, а другие студенты-заочники – у ведущего преподавателя кафедры судовождения БГАРФ. На кафедре же можно получить необходимые астрономические пособия и приборы для отработки практических навыков.

При самостоятельном изучении мореходной астрономии можно воспользоваться учебными программами Интернета.

Зачет по дисциплине после семестра проводится в форме индивидуального собеседования по контрольной работе и отдельным теоретическим вопросам, а итоговый экзамен после семестра проводится по установленной для вузов методике: билет с задачей – 30-минутная подготовка – ответ на вопросы билета, дополнительные вопросы.

В процессе экзамена студент-заочник должен продемонстрировать умение использовать навигационный секстан для фактического измерения вертикальных и горизонтальных углов.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ЗАНЯТИЙ

Наименование разделов и тем программы дисциплины	Нормальный курс обучения		Ускоренный курс обучения	
	лекции	лабор. занятия	лекции	лабор. занятия
1	2	3	4	5
Введение. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. Современное представление о Вселенной	-	-	-	-
Раздел 1. Небесная сфера и сферические координаты светил. Тема 1.1. Небесная сфера, основные точки, линии и круги на ней. Системы сферических координат светил. Тема 1.2. Параллактический треугольник светила и его решение по формулам сферической тригонометрии, системы формул. Тема 1.3. Специальные таблицы для вычисления высот и азимутов светил	2	2	2	2

Продолжение тематического плана

1	2	3	4	5
<p>Раздел 2. Видимое суточное движение светил.</p> <p>Тема 2.1. Понятие о теории вращения Земли. Явления, связанные с суточным движением.</p> <p>Тема 2.2. Изменение координат светил вследствие их видимого суточного движения: вывод и анализ формул изменения высоты и азимута светил вследствие видимого суточного движения</p>	-	-	-	-
<p>Раздел 3. Видимое годовое движение светил.</p> <p>Тема 3.1. Видимое годовое движение Солнца. Эклиптика и основные точки на ней. Тропический год.</p> <p>Тема 3.2. Изменение экваториальных координат Солнца в течение года. Приближенные задачи, связанные с видимым годовым и суточным движением Солнца</p>	-	-	-	-
<p>Раздел 4. Основы измерения времени.</p> <p>Тема 4.1. Принципы измерения времени. Единицы времени. Звездные сутки. Звездное время. Основная формула времени.</p> <p>Тема 4.2. Истинные солнечные сутки. Средние сутки, среднее время. Уравнение времени. Соотношение между временами на различных меридианах и часовых поясах.</p> <p>Тема 4.3. Понятие об эталонных системах счета времени. Календарь и эры. Государственная служба времени и частоты.</p> <p>Тема 4.4. Морские измерители времени. Организация службы времени на судне</p>	2	2	2	2
<p>Раздел 5. Морской астрономический ежегодник.</p> <p>Тема 5.1. Теоретическое обоснование и правила расчета часовых углов и склонений светил с помощью морского астрономического ежегодника.</p> <p>Тема 5.2. Обоснование построения Морского астрономического ежегодника и пользование им. Расчет звездного времени, часовых углов и склонений звезд, Солнца, планет и Луны. Определение времени кульминации светил, восхода и захода Солнца и Луны. Время начала и конца сумерек</p>	-	-	-	-
<p>Раздел 6. Звездное небо. Звездный глобус.</p> <p>Тема 6.1. Звезды и созвездия. Опознавание на небесном своде навигационных звезд. Карта звездного неба.</p> <p>Тема 6.2. Звездный глобус. Работа с глобусом. Задачи, решаемые при помощи звездного глобуса</p>	2	2	1	1

Окончание тематического плана

1	2	3	4	5
Раздел 7. Измерение и исправление высот светил. Тема 7.1. Основы теории, устройство и выверки навигационного секстана. Тема 7.2. Исправление высот светил	-	-	-	-
Раздел 8. Определение поправки компаса по небесным светилам. Тема 8.1. Принцип и методы определения поправки компаса по небесным светилам	2	2	1	-
Раздел 9. Определение места судна по светилам. Тема 9.1. Определение места судна методом высотных линий положения по одновременным наблюдениям двух, трех и четырех светил. Тема 9.2. Определение места судна по разновременным наблюдениям светил. Тема 9.3. Частные случаи определения места судна астрономическими методами	2	2	2	1
Итого	10	10	8	6

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Кириллов Н.О. Мореходная астрономия. – Калининград: Издательство БГАРФ, 2010. – 390 с.
2. Красавцев Б.И. Мореходная астрономия. – М.: Транспорт, 1986. – 256 с.
3. Мореходные таблицы МТ-2000. – СПб.: ГУНиО МО РФ, 2000. – 575 с.
4. Мореходные таблицы МТ-75. – Л.: ГУНиО МО СССР, 1975. – 322 с.
5. Морской астрономический ежегодник (МАЕ). – СПб.: ГУНиО МО РФ.
6. Таблицы для вычисления высот и азимутов светил (ТВА-57). – Л.: УГС ВМФ, 1957. – 138 с.

Дополнительная литература

7. Михайловский А.П. и др. Практическое кораблевождение. – Л.: ГУН и О МО СССР, 1989. – 896 с.
8. Наставление по организации штурманской службы на морских судах флота рыбной промышленности СССР. – Л., 1989. – 135 с.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ

Введение

Основные задачи, решаемые дисциплиной «Мореходная астрономия». Роль и место дисциплины в подготовке инженера-судоводителя. Историческая справка о развитии астронавигационных методов и средств судовождения.

Методические указания

По теме 1.1 достаточно ознакомиться с введением в учебнике [1] или [2] и четко усвоить, что дисциплина «Мореходная астрономия» является составной частью науки «Судовождение» и в ней решаются навигационные задачи в открытом море, основными из которых являются определение места судна, определение поправок приборов курсоуказания и организации службы времени на судне.

Вопросы для самопроверки

1. Задача морского судовождения.
2. Что означает слово «астрономия»?
3. Из каких частей состоит наука «Астрономия» и какие вопросы они рассматривают?
4. Основные задачи, решаемые мореходной астрономией.
5. Дополнительная задача мореходной астрономии.
6. Каковы достоинства астрономических способов решения задач судовождения по сравнению с радиотехническими?

Раздел 1. Небесная сфера и сферические координаты светил

Тема 1.1. Небесная сфера, основные точки, линии и круги на ней. Системы сферических координат светил

Понятие о небесной сфере и основные точки, линии и плоскости на ней. Изображение небесной сферы. Горизонтная, первая и вторая экваториальные системы координат. Графическое решение задач на небесной сфере.

Методические указания

При изучении темы, которая закладывает основы для изучения всей дисциплины «Мореходная астрономия» и способствует развитию пространственного мышления обучающегося, нужно усвоить определения основных точек, линий и кругов на математической модели небосвода и понять, что сферические координаты светил – это углы, которые измеряются дугами больших кругов, на которые они опираются. Изучение темы завершается построением ее графическим определением неизвестных координат.

Литература: [1, с. 9-19; 2, с. 5-12].

Вопросы для самопроверки

1. Дать определение небесной сферы.
2. Дать полное определение основных и дополнительных горизонтных координат светил.
3. Назвать основные линии и плоскости экваториальных координат светил.
4. Что такое часовой угол светила? В чем заключается разница между обыкновенным и практическим часовым углом?
5. Что такое повышенный полюс Мира?
6. Дать определение альмукантарата светила и как его провести на чертеже небесной сферы?
7. Дать определение прямому восхождению светила и показать эту координату на чертеже небесной сферы.

Тема 1.2. Параллактический треугольник светила и его решение по формулам сферической тригонометрии, системы формул

Определение параллактического треугольника и его элементы. Решение параллактического треугольника по основным формулам. Определение высоты и азимута светила по системам формул сферической тригонометрии.

Методические указания

В результате изучения темы студент-заочник должен четко усвоить формулы для перехода от экваториальных к горизонтным координатам и правила их решения по таблицам логариф-

мов, главным недостатком которых является исследование на знаки.

Для изучения темы рекомендуется воспользоваться учебником [1, с. 78-80; 2, с. 13-19].

Вопросы для самопроверки

1. Дать определение параллактического треугольника и назвать его элементы.
2. Вывести формулу синуса и показать исследование ее на знаки.
3. Вывести формулу косинуса и показать исследование ее на знаки.
4. Вывести формулу котангенса и показать исследование ее на знаки.
5. Как определяется наименование азимута светила при решении параллактического треугольника?
6. Как вычисляется высота и азимут светила с помощью вычислительной техники?

Тема 1.3. Специальные таблицы для вычисления высот и азимутов светил

Теоретическое обоснование, устройство и пользование таблицами ВАС-58 «Высоты и азимуты светил» и ТВА-57 «Таблицы для вычисления высоты и азимута». Схемы для вычисления высот и азимутов. Иностранские численные таблицы.

Методические указания

В результате изучения темы студент-заочник должен уяснить, что таблицы ВАС-58 являются таблицами готовых решений и состоят из основных таблиц и таблиц поправок. Вычисления производятся по специальным схемам, реализующим полученные расчетные формулы.

Таблицы ТВА-57 – искусственные и представляют собой таблицы видоизмененных двух функций $lg \sec \alpha$ и $lg \tg \alpha$. Для вычисления по этим таблицам используется схема вычислений формы Ш-8 издания ГУН и О МО РФ.

Литература: [1, с. 80-92; 2, с. 17-27; 6].

Вопросы для самопроверки

1. В чем состоят основные достоинства и недостатки таблиц ВАС-58?
2. По каким аргументам входят в основные таблицы ВАС-58 и какие величины выбираются из нее?
3. По каким аргументам и откуда выбираются поправки Δh_φ и Δh_δ ?
4. В какой системе счета вычисляется азимут и как определяется его наименование в таблицах ВАС-58?
5. С какой точностью вычисляются высота и азимут светила по таблицам ВАС-58 и ТВА-57?
6. В чем состоит основной недостаток таблиц ВАС-58?
7. Как определяется x в таблицах ТВА-57 и когда его величина больше 90° ?

Раздел 2. Видимое суточное движение светил

Тема 2.1. Понятие о теории вращения Земли. Явления, связанные с суточным движением

Характеристика суточного движения Земли и светил; составляющие суточного движения; явления, связанные с суточным движением и изменение горизонтных координат светил вследствие суточного движения.

Методические указания

При изучении темы 2.1 могут возникнуть трудности, связанные со знанием сферической тригонометрии и физики, поэтому перед изучением темы эти вопросы рекомендуется проработать. Изучив тему, студент-заочник должен понять, что суточное движение светил вызвано вращением Земли вокруг своей оси, а разложив угловую скорость суточного вращения Земли на горизонтальную и вертикальную составляющие, получить формулы скоростей изменения высоты и азимута светила для последующего приведения этих координат к одному моменту. Кроме того, необходимо рассмотреть явления, связанные с суточным движением светил: восход, заход, верхняя и нижняя кульминация, пересечение первого вертикала.

Литература: [1, с.19-22; 2, с.27-33].

Вопросы для самопроверки

1. Как наглядно доказать, что небесные светила имеют суточное движение?
2. Чему равна и что физически показывает горизонтальная составляющая суточного вращения Земли?
3. Почему все светила восходят в восточной, а заходят в западной части горизонта?
4. Дать определение истинного восхода и захода светила.
5. Как движутся светила, если наблюдатель находится на экваторе и на полюсе?

Тема 2.2. Изменение координат светил вследствие их видимого суточного движения: вывод и анализ формул изменения высоты и азимута светил вследствие видимого суточного движения

При изучении темы 2.2 следует выяснить закономерности изменения высоты и азимута светил вследствие видимого суточного движения, а также использование этих закономерностей для эффективного решения задач мореходной астрономии.

Литература: [1, с.22-24; 2, с.27-33].

Вопросы для самопроверки

1. Какие сферические координаты звезд изменяются в результате их суточного движения и с какой скоростью?
2. Какие светила не восходят и не заходят в течение суток?
3. Что такое меридиональная высота светила, как она обозначается и чему равна?

Раздел 3. Видимое годовое движение светил

Тема 3.1. Видимое годовое движение Солнца. Эклиптика и основные точки на ней. Тропический год

Светила Солнечной системы и закономерности их движения. Обращение Земли по орбите и видимое годовое движение Солнца, изменение экваториальных координат Солнца в течение года. Явления, сопровождающие годовое и суточное движение Солнца.

Видимое движение планет и Луны и приближенные расчеты, связанные с движением этих небесных тел. Прецессия, нутация и годичная абберация и их влияние на координаты звезд.

Методические указания

При изучении годового движения Солнца и планет для повышения наглядности рекомендуется построить небесную сферу, совместить ее центр с центром Солнца, а собственного движения Луны и спутников Земли - с центром Земли, показать на рисунке орбиты светил и спроецировать видимые места этих светил на поверхность небесной сферы и получить видимое движение этих светил: эклиптику, видимую орбиту планет и Луны, а по этим чертежам проанализировать изменение экваториальных координат этих светил в течение года и месяца.

Литература: [1, с. 24-29; 2, с. 33-53].

Вопросы для самопроверки

1. Дать определение тропического года и назвать его продолжительность.
2. Дать определение эклиптики и эклиптических координат Солнца.
3. Что такое восходящий и нисходящий узлы Луны?
4. Вычислить без пособий возраст, фазу, время восхода и захода Луны на данный день.

Тема 3.2. Изменение экваториальных координат Солнца в течение года. Приближенные задачи, связанные с видимым годовым и суточным движением Солнца

При изучении темы обратить внимание как на основе закономерностей изменения координат Солнца в течение года можно вычислить часовые углы и склонения на момент наблюдений.

Литература: [1, с. 24-29; 2, с.33-53].

1. Назвать четыре особые точки на эклипике и определить экваториальные координаты Солнца для этих точек.
2. Как за сутки изменяется склонение и прямое восхождение Солнца?

3. Вычислить приближенно склонение и прямое восхождение на заданную дату.

Раздел 4. Основы измерения времени

Тема 4.1. Принципы измерения времени. Единицы времени. Звездные сутки. Звездное время. Основная формула времени

Основы и единицы измерения времени. Звездные сутки и звездное время. Основная формула времени и формула часового угла.

Методические указания

Раздел «Основы измерения времени» – важнейший и трудно усвояемый раздел мореходной астрономии, поэтому изучение темы следует начать с уяснения физического понятия времени, для измерения которого требуются определенные единицы измерения и шкала, по которой оно измеряется.

В основу измерения времени положен период обращения Земли вокруг своей оси. В зависимости от того, какая точка небесной сферы взята за начало отсчета, различают звездные сутки (по точке Овна), истинные и средние солнечные сутки (по истинному и «среднему» Солнцу). Каждые сутки делятся на часы, минуты и секунды и длительность их в разных системах счета различна.

Литература: [1, с.39-42; 2, с. 53-56].

Вопросы для самопроверки

1. Дать определение понятия времени.
2. Что называется звездными сутками?
3. Какой момент взят за начало звездных суток?
4. Какими единицами измеряется звездное время?
5. Почему звездное время не используется в повседневной жизни человечества?
6. Что является указателем звездного времени?
7. Какой сферической координатой измеряется звездное время?
8. Что такое гринвичское звездное время и как оно обозначается?

Тема 4.2. Истинные солнечные сутки. Средние сутки, среднее время. Уравнение времени. Соотношение между временами на различных меридианах и часовых поясах

Истинные и средние солнечные сутки. Среднее время и его связь с истинным и звездным временем. Уравнение времени. Местное и гринвичское время и соотношения между ними. Связь между средними солнечными и звездными единицами времени. Время на различных меридианах и в различных часовых поясах. Судовое время.

Методические указания

При изучении темы 4.2 необходимо уяснить, что длительность истинных солнечных суток (промежутков времени между двумя последовательными нижними кульминациями истинного Солнца) в течение года непостоянна и наибольшая разность в их продолжительности составляет 51,2 секунды. Средняя за год продолжительность истинных солнечных суток принята за средние сутки. Для получения постоянного эталона времени, связанного с Солнцем, на небесном экваторе выбрана условная точка – среднее экваториальное Солнце, которое в течение года равномерно движется по экватору. Меридиан среднего Солнца и является указателем среднего времени.

При изучении соотношения между временами на различных меридианах необходимо изобразить небесную сферу в проекции на небесный экватор, показать на ней меридианы для различных долгот наблюдателя и по рисунку вывести важную для астрономии формулу и запомнить правило: к востоку время всегда больше.

Литература: [1, с. 40-42; 2, с.56-64].

Вопросы для самопроверки

1. Дать определение среднего и гринвичского среднего времени.
2. Что является указателями истинного и среднего солнечного времени?
3. Что такое местное среднее время и его связь с всемирным?
4. Для чего введено поясное время и его связь с всемирным?
5. В чем разница между поясным и декретным временем?

6. Как перейти от местного к поясному среднему времени?
7. Что такое демаркационная линия времени?

*Тема 4.3. Понятие об эталонных системах счета времени.
Календарь и эры. Государственная служба времени
и частоты*

Всемирное координированное время и его связь с всемирным временем. Государственная служба времени и частоты. Радиосигналы точного времени. Понятие об юлианском и григорианском календарях и эрах. Вычисление «юлианских дней» и столетий.

Методические указания

Для получения равномерного времени и равномерной шкалы времени за единицу его измерения в 1960 г. по решению XI Генеральной конференции по мерам и весам вместо средней секунды, равной $1/86400$ части средних суток в качестве эталона принята продолжительность не суток, а тропического года, равного 365,2422 суток. Время, измеряемое таким эталоном, называется всемирным координированным и обозначается UTC или T_k . Государственная служба времени и частоты РФ с 1 января 1972 г. осуществляет передачу радиосигналов точного времени в системе UTC. Это время расходится с всемирным UT1 не более чем 0,7 сек, а разность между UTC и UT1 называется поправкой всемирного координированного времени. При изучении темы 4.3 необходимо разобраться в определении поправки всемирного координированного времени при приеме радиосигналов точного времени по обыкновенным сигналам точного времени.

Календарь – это система счета большого количества средних суток. При автоматизированном вычислении экваториальных координат светил и ИСЗ используется понятие «юлианские дни» – количество средних суток, прошедших от начальной эпохи.

Литература: [1, с. 49-52, 67-69; 2, с.64-66, 242].

Вопросы для самопроверки

1. Дать определение всемирного координированного времени.
2. На какую максимальную величину координированное время отличается от всемирного и почему?
3. Когда и как производится коррекция всемирного координированного времени?
4. Как определить поправку всемирного координированного времени?
5. Что такое календарь и какие календари используются в цивилизованных странах?
6. Как определить номер високосного года?
7. Какой момент времени считается началом «юлианского дня»?

Тема 4.4. Морские измерители времени.

Организация службы времени на судне

Морской механический и кварцевый хронометры, палубные и судовые часы, секундомеры и работа с ними. Поправка хронометра и палубных часов и их определение по радиосигналам точного времени. Суточный ход хронометра (палубных часов) и его вариация. Организация службы времени на судне и судовая документация по службе времени.

Методические указания

Тему 4.4. необходимо изучать на имеющихся судовых измерителях времени в практической работе с ними под наблюдением третьего помощника капитана или в лаборатории кафедры, при этом необходимо помнить, что на любой момент всемирное время на судне должно быть известно с точностью $\pm 0,5$ с. Такая точность может быть обеспечена только при ежедневном определении поправки хронометра по радиосигналам точного времени как по обыкновенной, так и по вещательной программам.

При изучении данной темы особое внимание следует уделить правилам эксплуатации измерителей времени, на мероприятия по обеспечению постоянства их суточного хода и наведение документации по службе времени.

Литература: [1, с. 59-61; 2, с.77-88].

Вопросы для самопроверки

1. Какие технические средства применяются для измерения времени на судне?
2. Какие показатели характеризуют качество и исправность измерителей времени?
3. Что такое суточный ход хронометра и методика его определения?
4. С какой точностью должна определяться поправка хронометра и методика его определения?
5. Кто, как и когда заводит на судне хронометр и морские часы?
6. С какой точностью должно быть известно точное время на судне?
7. Как определить поправку рабочих часов по сравнению с хронометром?
8. Как определить и учесть поправку всемирного координированного времени?

Раздел 5. Морской астрономический ежегодник

Тема 5.1. Теоретическое обоснование и правила расчета часовых углов и склонений светил с помощью морского астрономического ежегодника

Назначение и классификация астрономических ежегодников, устройство морского астрономического ежегодника (МАЕ). Расчет часовых углов точки Овна (звездного времени), звезд, Солнца, планет и Луны.

Методические указания

Изучив последовательно закономерности изменения часовых углов и склонений точки Овна, звезд, Солнца, планет и Луны, разобраться в правилах расчета экваториальных координат этих светил, используя схемы для вычислений формы Ш-8. В результате расчета часовой угол светила всегда получается западного наименования, и если он больше 180° , то его необходимо перевести в практический.

В процессе расчета необходимо постоянно контролировать процесс вычислений.

Литература: [1, с. 69-78; 2, с. 66-71; 5].

Вопросы для самопроверки

1. Для чего предназначен МАЕ?
2. Какие таблицы содержит МАЕ?
3. Что является аргументом для входа в ежедневные таблицы МАЕ, как они вычисляются?
4. Что такое квазиразность, для каких светил она применяется и почему?
5. Какого наименования получается часовой угол светила при его вычислении по МАЕ и как он называется?
6. Почему при вычислении часовых углов звезд вместо прямого восхождения их используется звездное дополнение?
7. Как по МАЕ вычислить прямое восхождение Солнца, планет и Луны?
8. Как по МАЕ определить уравнение времени и видимый полудиаметр Солнца и Луны?

Тема 5.2. Обоснование построения Морского астрономического ежегодника и пользование им.

Расчет звездного времени, часовых углов и склонений звезд, Солнца, планет и Луны. Определение времени кульминации светил, восхода и захода Солнца и Луны. Время начала и конца сумерек

Теоретическое обоснование расчета времени астрономических явлений, связанных с суточным движением Солнца и Луны и методика вычисления времени наступления этих явлений. Схемы для вычисления времени явлений, характеризующих естественную освещенность морского горизонта.

Методические указания

При изучении темы 5.2 необходимо уяснить, что время наступлений астрономических явлений вычисляется через часовой угол данного светила для рассматриваемого явления – восход, заход, сумерки, кульминация. Часовой угол вычисляется по формулам сферической тригонометрии, а для моментов кульминации он равен 0° или 180° . По вычисленному часовому углу и скорости его изменения вычисляется время наступления данного явления.

Таблицы МАЕ составлены для облегчения указанных вычислений с точностью до 1 минуты для высоты глаза наблюдателя 0 м. Чтобы учесть действительную высоту глаза, в вычисленном моменте времени необходимо учесть дополнительную поправку.

Литература: [1, с. 211-219; 2, с. 71-76; 5].

Вопросы для самопроверки

1. Дать определение видимого восхода (захода) Солнца и Луны и чем они отличаются от истинного восхода (захода)?
2. Чему равна высота Солнца и Луны в момент видимого восхода и от каких параметров он зависит?
3. Написать формулу и по ней составить схему вычисления времени восхода (захода) Солнца.
4. Чему равна высота Солнца в момент начала утренних навигационных сумерек?
5. В какой промежуток времени утром и вечером возможны наблюдения звезд навигационным секстаном?
6. Как учесть высоту глаза наблюдателя при расчете времени восхода Солнца?
7. Когда начинаются вечерние навигационные сумерки?

Раздел 6. Звездное небо. Звездный глобус

Тема 6.1. Звезды и созвездия. Оpozнaвание на небесном своде навигационных звезд. Карта звездного неба

Классификация звезд по их блеску и расположению. Созвездия и их опознание на небосводе. Карта звездного неба и ее использование для изучения звездного неба.

Методические указания

Для изучения звездного неба использовать схемы созвездий, которые приведены в [1] и [2], далее рекомендуется составить единую схему расположения созвездий северного полушария и в ясную ночь по ней отыскать основные созвездия и наиболее яркие навигационные звезды.

Литература: [1, с. 356-359; 2, с.89-93; 5].

Вопросы для самопроверки

1. Какое созвездие является исходным для ориентирования на звездном небе?
2. Как на звездном небе отыскать полярную звезду?
3. Какие созвездия относятся к зодиакальным и почему?
4. Какая звезда самая яркая в северном полушарии и как ее отыскать на небосводе?
5. Какое созвездие считается самым красивым в северном полушарии и как это созвездие отыскать на небосводе?

Тема 6.2. Звездный глобус. Работа с глобусом. Задачи, решаемые при помощи звездного глобуса

Устройство звездного глобуса, моделирование основных кругов горизонтной и экваториальной систем сферических координат на нем. Решение задач по подбору светил для наблюдений, по опознаванию неизвестного светила и по расчету времени наступления различных астрономических явлений. Точность решения этих задач.

Методические указания

В этой теме необходимо уяснить, что звездный глобус является математической моделью небесной сферы, а узловыми являются задачи по подбору светил для наблюдений и по определению названия неизвестного светила. Для их решения необходимо установить звездный глобус по широте и по местному звездному времени, используя МАЕ или вычислив его аналитически на предварительно вычисленный или фактический момент наблюдений. На глобус нанесены видимые места только звезд, поэтому для решения задач по планетам, Солнцу и Луне по этим же координатам положение этих светил надо нанести на звездный глобус.

Литература: [1, с. 219-225; 2, с.93-99; 5].

Вопросы для самопроверки

1. Для чего предназначен звездный глобус?
2. Какие светила нанесены на звездный глобус и по каким координатам?

3. Как нанести на звездный глобус положение планеты на данный момент и каким образом получить необходимые координаты?

4. Назвать основные и вспомогательные задачи, решаемые на звездном глобусе.

5. Как проверить звездный глобус?

6. Что является признаком наблюдения планеты?

7. Какова точность решения задач на звездном глобусе по координатам и времени?

8. Как найти северный полюс мира на звездном глобусе?

Раздел 7. Измерение и исправление высот светил

Тема 7.1. Основы теории, устройство и выверки навигационного секстана

Назначение и классификация угломерных астронавигационных приборов и систем, основы теории и принцип устройства навигационного секстана, технические характеристики секстанов СНО-Т и СНО-М. Погрешности секстана и их определение. Методика измерения горизонтальных, вертикальных углов и высот светил.

Методические указания

При изучении темы 7.1 студенту-заочнику необходимо усвоить принцип построения, теорию и устройство навигационного секстана и уяснить, что принцип измерения углов состоит в совмещении прямовидимого и дважды отраженного изображения ориентиров и измеряемый угол будет равен удвоенному углу между зеркалами. Перед наблюдениями секстан должен быть выверен, выверку отработать на секстане, а также уяснить принцип и отработать методику определения поправки индекса всеми тремя способами. Приемы измерения высоты Солнца и звезды изучить под руководством судоводителя на судне или преподавателя в лаборатории.

Литература: [1, с. 92-98; 2, с.99-118].

Вопросы для самопроверки

1. Что такое навигационный секстан?
2. Изобразить принципиальную схему секстана и назвать его основные части.
3. Обосновать причины возникновения и способы получения инструментальной поправки и поправки индекса.
4. Как определить поправку индекса секстана и оценить ее точность?
5. Как уменьшить поправку индекса секстана?
6. С какой периодичностью секстан сдается на проверку?
7. Чем промерный секстан отличается от навигационного?
8. Как быстро приближенно проверить перпендикулярность большого зеркала?

Тема 7.2. Исправление высот светил

Необходимость исправления высот светил, поправки высот за наклонение видимого горизонта, астрономическую рефракцию и параллакс, температуру и давление, за видимый полудиаметр. Приведение высот светил к одному месту и моменту, оценка точности измерения высот светил.

Методические указания

Точность определения места судна по небесным светилам напрямую зависит от точности измерения и исправления высот, поэтому студент-заочник должен четко уяснить источники возникновения погрешностей в высоте, принимать меры по их уменьшению или полному исключению. Наибольшую погрешность в поправках высот дает поправка за наклонение видимого горизонта, поэтому для исправления следует пользоваться не табличным значением этой поправки, а измерять ее наклономером Н-5, с устройством которого и методикой измерения необходимо обязательно ознакомиться.

Точность измерения высот характеризуют профессиональные качества судоводителя и оценивается среднеквадратической погрешностью (СКП), методику вычисления которой необходимо освоить.

Литература: [1, с. 104-112; 2, с. 118-137].

Вопросы для самопроверки

1. Объяснить необходимость исправления высот светил.
2. Дать определение измеренной, видимой, истинной геоцентрической высот светила.
3. Дать определение наклона видимого горизонта и написать формулу, по которой она вычисляется.
4. Почему наклонение видимого горизонта рекомендуется измерять наклономером?
5. Для какой цели учитывается поправка за параллакс светила и для каких светил ее можно не учитывать?
6. Какая особенность исправления высоты Луны?
7. Какова цель и порядок определения и вычисления СКП измерения высоты светила?

Раздел 8. Определение поправки компаса по небесным светилам

Тема 8.1. Принцип и методы определения поправки компаса по небесным светилам

Основы определения поправки компаса астрономическими методами: метод моментов, метод высот и метод высот и моментов. Порядок действий при определении поправки компаса, особенности пеленгования светила, точность определения поправки компаса астрономическими методами, выгодные условия наблюдений.

Методические указания

Навигационная безопасность судна в большой степени зависит от точного определения направления его движения, а эта задача может быть решена, в первую очередь, только при точном учете поправки основного курсоуказателя. В настоящее время основным методом определения этой поправки в открытом море является астрономический, поэтому глубокое изучение данной темы является обязательной в профессиональной подготовке судоводителя. Сущность определения поправки компаса состоит в сравнении истинного и компасного направления на светило: за истинное направление при-

нимается азимут светила в момент наблюдения в круговой системе счета, а компасное направление определяется при наблюдениях. Изучая тему, необходимо установить условия, позволяющие с минимальными погрешностями определить эти направления, а также способы получения этих направлений.

Литература: [1, с. 225-234; 2, с. 138-148].

Вопросы для самопроверки

1. В чем состоит сущность астрономических методов определения поправки компаса?
2. Какие условия считаются наивыгоднейшими при определении поправки компаса?
3. Какие погрешности оказывают наибольшее влияние на точность определения поправки компаса по светилам и как их уменьшить?
4. Назвать способы получения азимута светила и применяемые при этом пособия.
5. В каких широтах и как определяется поправка компаса по Полярной звезде?
6. Как использовать откидное зеркало пеленгатора при пеленговании светил для определения поправки компаса?
7. Как использовать уровень пеленгатора ПГК-2 при пеленговании светил?
8. Какие пособия используются при определении поправки компаса?

Раздел 9. Определение места судна по светилам

Тема 9.1. Определение места судна методом высотных линий положения по одновременным наблюдениям двух, трех и четырех светил

Круги равных высот, обоснование метода высотных линий положения (ВЛП), расчет элементов, прокладка и погрешности ВЛП, методы отыскания вероятного места судна при определении по трем и четырем ВЛП, оценка точности места, использование вычислительной техники для расчета элементов ВЛП.

Методические указания

При изучении темы 9.1 необходимо уяснить, что навигационной изолинией при определении места судна по высотам светил является круг равных высот (КРВ), но нанесение его возможно только на земной глобус большого размера. Нанесение КРВ на карту практически невозможно, поэтому на карту наносят касательные к кругу равных высот в районе точки их пересечения, которые называются высотными линиями положения и прокладываются относительно счислимого места судна. Только после усвоения таких вопросов, как элементы, свойства, уравнение, способы прокладки ВЛП следует приступить к изучению способов вычисления элементов ВЛП табличными и аналитическими методами, анализу погрешностей и методов их исключения (уменьшения) при наличии избыточных линий положения.

Литература: [1, с. 112-120, 156-177; 2, с. 149-193].

Вопросы для самопроверки

1. Что называется кругом равной высоты и по каким элементам он наносится на земной глобус?
2. Дать определение ВЛП и назвать ее элементы.
3. Как выполняют прокладку ВЛП на карте и листе бумаги?
4. Как приводятся высоты светил к одному месту (зениту)?
5. Что означает термин «одновременное наблюдение светил»?
6. Как определить место судна по одновременным наблюдениям двух светил?
7. Как определить место судна по трем и четырем светилам? В чем заключаются преимущества при получении избыточных линий положения?

Тема 9.2. Определение места судна по разновременным наблюдениям светил

Обоснование метода определения места судна по разновременным наблюдениям Солнца и практическое выполнение метода, применение способа перемещенного места при вычислении по таблицам ВАС-58.

Методические указания

При изучении темы 9.2 прежде всего надо уяснить разницу между одновременными и разновременными наблюдениями светил; для получения места судна необходимо не менее двух ВЛП с разностью азимутов 30-50 , однако в светлое время суток имеется возможность наблюдать только одно светило – Солнце. Промежуток времени, за который азимут Солнца изменится на этот угол, в различных условиях составляет до 2-3 часов, а за это время судно пройдет расстояние больше 10 миль, и приведение первой высоты к месту второй придется выполнять с учетом сферичности Земли, что довольно сложно. Другой особенностью определения места судна по разновременным наблюдениям состоит в том, что на точность места будут влиять неизбежные погрешности счисления за время между наблюдениями, поэтому полученное место называется счислимо-обсервованным.

Литература: [1, с. 177-184; 2, с. 193-205].

Вопросы для самопроверки

1. Дать определение разновременных наблюдений светил.
2. Как определить места судна по разновременным наблюдениям Солнца?
3. Как прокладываются разновременные ВЛП?
4. По каким координатам вычисляются элементы второй ВЛП?
5. В чем заключается применение перемещенного места при расчетах элементов ВЛП по таблицам ВАС-58?
6. Как оценивается точность счислимо-обсервованного места и как она обозначается?

Тема 9.3. Частные случаи определения места судна астрономическими методами

Астрономическое определение широты в море, использование обсервованной широты взамен ВЛП: по наибольшей высоте Солнца, по высоте Полярной звезды. Особенности определения места по Солнцу в малых широтах и в тропиках.

Методические указания

Основная цель изучения этой темы заключается в упрощенных способах получения либо линии положения, либо координат места судна, когда обсервованная широта используется взамен одной ВЛП, место судна определяется по соответствующим высотам Солнца или графическим способом. При изучении вопросов темы необходимо учитывать особенности суточного движения и скорость изменения азимута Солнца в малых широтах и тропиках.

Литература: [1, с.189-196; 2, с. 221-234].

Вопросы для самопроверки

1. В чем заключается принцип определения широты по меридиональной и наибольшей высоте Солнца?
2. Каким методом измерить наибольшую высоту Солнца и какие предварительные вычисления следует выполнить?
3. Какие поправки можно не учитывать при исправлении наибольшей высоты?
4. Как определить широту по высоте Полярной звезды?
5. Как определить широту и долготу по соответствующим высотам Солнца?
6. Как влияет погрешность измерения и исправления высот Солнца на точность определения высоты места?

ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Выбор варианта и номера задач контрольных работ

Две контрольные работы предназначены для проверки усвоения студентами-заочниками требований программы учебной дисциплины и заключаются в решении задач по каждому разделу программы. Каждая контрольная работа содержит по 6 задач.

В сборнике имеются 30 вариантов каждой из задач. Номер варианта контрольной работы определяется по двум последним цифрам шифра (номера зачетной книжки студента-заочника). Например, последние цифры шифра –15, вариант – 15.

Если цифры шифра окажутся больше 30, но меньше 60, то для получения номера варианта из этих цифр следует вычесть 30. Например, последние цифры шифра – 45, вариант – 15.

Если цифры шифра окажутся больше 60, но меньше 90, то для получения номера варианта из этих цифр следует вычесть 60. Например, последние цифры шифра – 75, вариант – 15.

Если цифры шифра окажутся больше 90, то для получения номера варианта к этим двум цифрам необходимо прибавить 20, а из результата следует вычесть 90. Например, последние цифры шифра – 95, вариант – 15.

Контрольная работа, выполненная не по соответствующему шифру студента-заочника варианту, к рецензированию не принимается.

После рецензирования, если контрольная работа не допущена к защите, студент-заочник должен исправить ошибки и выслать контрольную работу на повторное рецензирование. Зачет по контрольной работе ставится после собеседования с преподавателем, на котором студент-заочник должен продемонстрировать понимание сущности задач контрольной работы и ответить на вопросы по темам задач.

Все задачи, связанные с использованием морского астрономического ежегодника (МАЕ) приведены для МАЕ 2004 года. Данные ежегодники, так же как и другие необходимые таблицы и астрономические бланки можно получить в навигационной камере кафедры судовождения БГА по предъявлению соответствующего документа, подтверждающего факт обучения студента-заочника на судоводительском факультете БГА.

Каждая контрольная работа выполняется в отдельной ученической тетради, линованной в клеточку. На обложку тетради наклеивается титульный лист, который должен содержать сведения о названии учебного заведения и название кафедры, к которой относится дисциплина. Посередине титульного листа пишутся слова «Контрольная работа № », и далее название дисциплины и номер варианта контрольной работы. Указывается номер группы (шифр), фамилия и инициалы студента-заочника. Перед фамилией ставится подпись. Внизу титульного листа пишется го-

род и указывается год исполнения. Пример оформления титульного листа приведен в приложении.

Все записи в тетради ведутся чернилами одного цвета, чертежи разрешается выполнять карандашом, выделяя сферические координаты чернилами или цветными карандашами. Решение каждой задачи оформляется на отдельной странице тетради и начинается с ее номера из задачника и исходных данных, используя принятые в судовождении условные обозначения. Решения выполняются по схемам вычислений, принятых в мореходной астрономии или на бланках астрономических вычислений формы Ш-8 или Ш-8б, которые вклеиваются в тетрадь. В конце решения после слова «ответ» приводится результат вычислений. На местах текста контрольной работы следует оставлять поля справа шириной 4 см для замечаний рецензента.



КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1

Задача № 1

Расчет сферических координат светил

В следующих задачах на преобразование координат для заданной широты построить перспективный чертеж вспомогательной небесной сферы, нанести на нее видимое место светила и определить:

а) высоту и азимут светила в полукруговой системе отсчета

№ п/п	φ	δ	t	№ п/п	φ	δ	t
1	25°N	20°N	50°E	16	30°S	45°N	20°E
2	60°S	25°S	50°E	17	45°N	20°W	30°E
3	45°N	10°S	25°E	18	55°N	5°S	55°W
4	55°S	45°S	140°W	19	35°N	20°N	50°W
5	30°S	5°S	50°E	20	35°N	25°S	20°W
6	5°S	5°N	55°E	21	10°S	35°S	60°W
7	30°N	30°S	5°W	22	35°N	30°N	50°E
8	35°N	40°N	70°W	23	10°N	7°S	42°W
9	35°N	40°N	20°W	24	90°S	70°S	10°E
10	30°S	45°S	55°W	25	45°S	21°S	14°E
11	15°N	15°N	65°E	26	40°N	55°N	134°W
12	5°S	10°N	40°W	27	30°N	90°N	0°
13	35°N	25°S	60°E	28	15°S	50°N	30°E
14	15°S	15°N	30°W	29	30°S	53°S	96°E
15	10°N	20°S	55°E	30	30°N	50°N	103°E

б) склонение и часовой угол светила

№ п/п	φ	h	A	№ п/п	φ	h	A
1	30°S	30°	65°SE	16	35°S	50°	30°NW
2	20°N	50°	40°SW	17	25°N	15°	55°SW
3	15°N	35°	50°NE	18	40°N	50°	75°NE

Окончание задачи № 1, б

№ п/п	φ	h	A
4	30°N	80°	40°NE
5	30°N	20°	80°SE
6	5°S	20°	45°NW
7	10°S	20°	80°NE
8	25°N	60°	60°NE
9	10°N	45°	30°SE
10	5°S	60°	15°SE
11	40°S	20°	65°SW
12	25°S	40°	20°NW
13	40°N	55°	60°NW
14	25°N	30°	60°NW
15	20°N	45°	55°SW

№ п/п	φ	h	A
19	10°N	25°	60°SE
20	20°W	35°	20°SE
21	25°S	35°	35°SE
22	35°N	30°	55°SE
23	20°N	35°	20°SE
24	35°S	45°	15°NW
25	45°N	50°	40°SE
26	35°N	20°	80°NE
27	20°S	60°	60°NE
28	15°N	35°	50°NE
29	5°S	30°	80°NE
30	5°N	60°	75°NE

Порядок выполнения

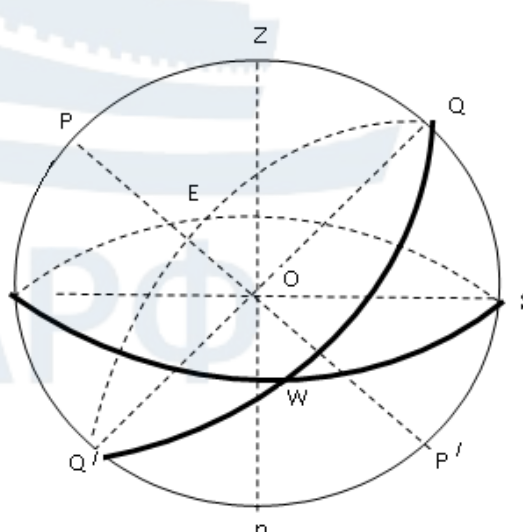
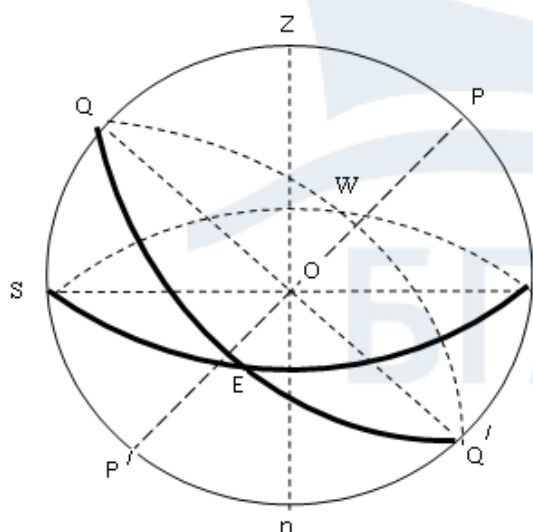
Вспомогательная небесная сфера строится с целью графического определения сферических координат светил (рис. 1).

1. Из произвольно взятой точки 0 радиусом около 5 см проводится окружность – небесный меридиан наблюдателя PZP'n.

Северное полушарие

Светило в E части

Светило в W части



Южное полушарие

Светило в Е части

Светило в W части

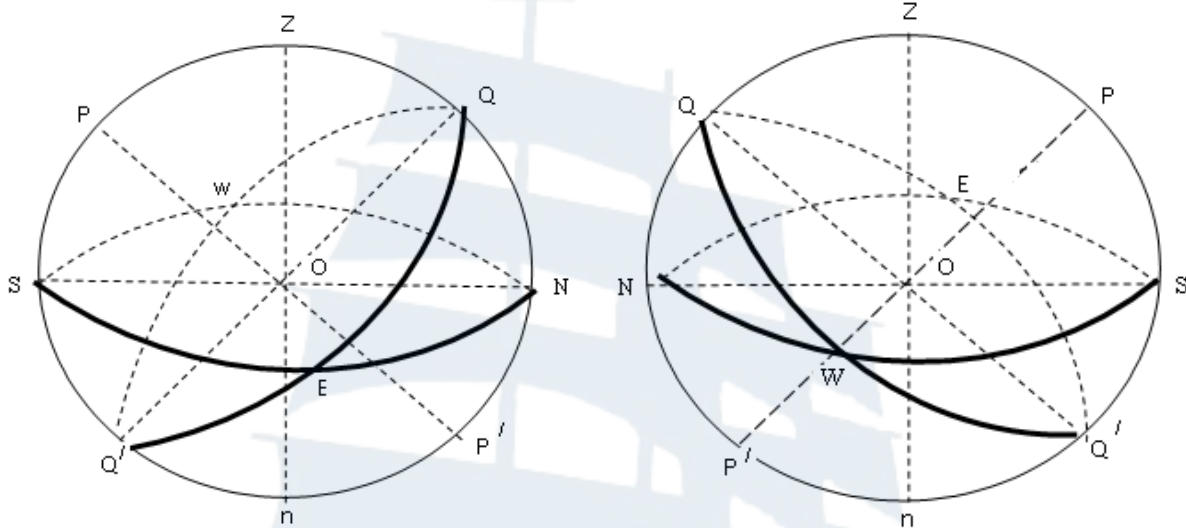


Рис. 1. Виды ВНС при расположении светил в различных частях горизонта

2. Через центр круга проводится вертикальная линия (отвесная), точка ее пересечения с меридианом наблюдателя – зенит (Z) и надир (n).

3. Через центр круга, под прямым углом к отвесной линии Zn провести полуденную линию – NS и истинный горизонт $NESW$ в виде эллипса. Расположение точек N и S определяется по следующему правилу: точка N на полуденной линии наносится справа, при расположении светила в восточной части полусферы, слева – если светило находится в западной части полусферы.

4. Под углом широты φ на небесном меридиане наблюдателя наносится повышенный полюс мира P . Повышенный полюс мира одного наименования с широтой и высота его над плоскостью горизонта равна широте.

5. Соединяется точка местонахождения повышенного полюса мира с центром и линия продолжается до пересечения с небесным меридианом: получим пониженный полюс мира P' и ось мира PP' .

6. Перпендикулярно оси мира проводится ось экватора QQ' и небесный экватор $QWQ'E$ в виде эллипса (точка Q на полуденной

части небесного меридиана наблюдателя). Пересечение небесного экватора и истинного горизонта дает точки E и W.

Пример № 1

Дано: Построить ВНС для наблюдателя, находящегося в точке с $\varphi=40^\circ\text{S}$ и наблюдающего светило на высоте $h=65^\circ$ по азимуту (пеленгу) $A=S60^\circ\text{W}$.

Определить экваториальные координаты светила δ и t .

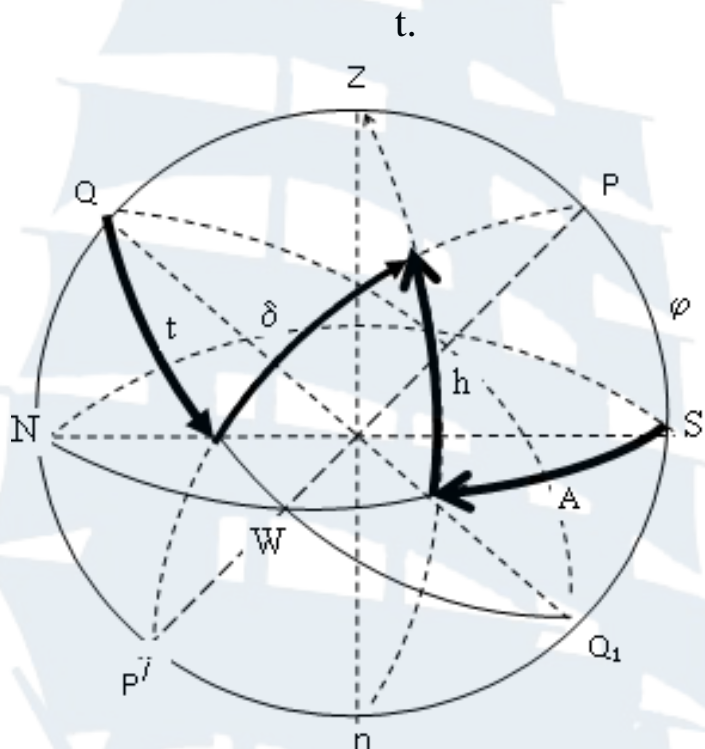


Рис. 2. Перевод координат из горизонтной системы координат в первую экваториальную

Решение:

1. Построить ВНС для широты $\varphi=40^\circ\text{S}$, учитывая, что светило находится в западной части горизонта ($A=S60^\circ\text{W}$) (рис. 2).

2. От точки S в плоскости истинного горизонта в сторону точки W отложить дугу, равную азимуту светила $A=S60^\circ\text{W}$, через конец вектора A провести плоскость вертикала светила и на ней от плоскости истинного горизонта в сторону точки Z отложить высоту светила $h=65^\circ$. Получим место светила «С» на ВНС.

3. Через полученное место светила провести плоскость меридиана светила. Дуга небесного экватора от полуденной части ме-

ридиана наблюдателя (точка Q) до меридиана светила будет часовым углом светила t , а дуга меридиана светила от плоскости небесного экватора до местоположения светила C – склонением светила δ . Оценить на глаз величины дуги и определить $\delta=55^\circ S$, $t=45^\circ W$.

Пример № 2

Дано: Построить ВНС для наблюдателя, находящегося в точке с $\varphi=35^\circ N$ и наблюдающего светило на часовом угле t и E и при склонении $\delta=60^\circ N$.

Определить горизонтные координаты светил A и h .

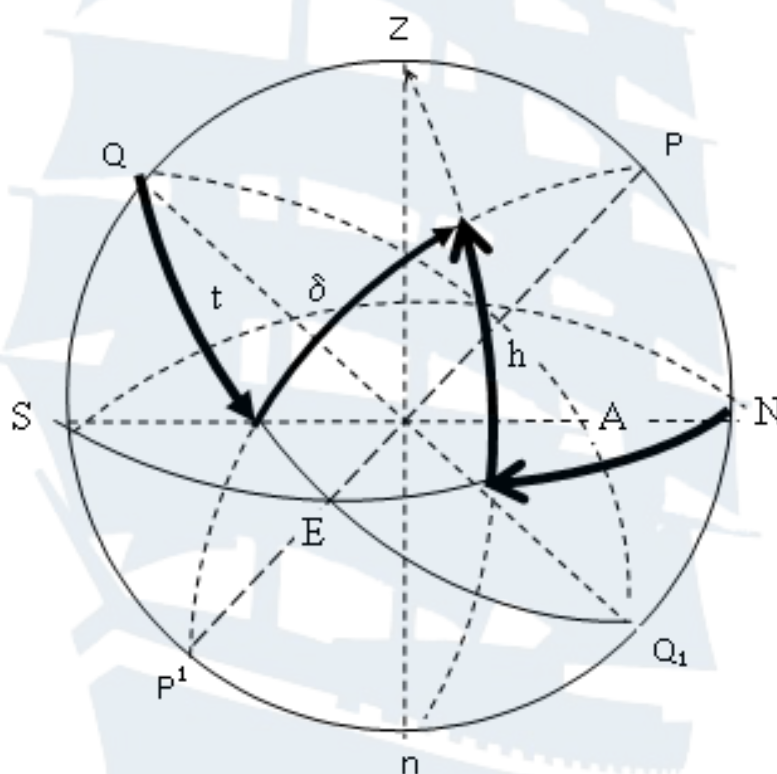


Рис. 3. Перевод координат из первой экваториальной системы координат в горизонтную

Решение:

1. Построить ВНС для широты $\varphi=35^\circ N$, учитывая, что светило находится в восточной части горизонта ($t=45^\circ E$) (рис. 3).

2. От полуденной части меридиана наблюдателя (точка Q) в плоскости небесного экватора в сторону точки E отложить дугу,

равную часовому углу светила $t=45^\circ E$, через конец вектора t провести плоскость меридиана светила и на ней от плоскости небесного экватора в сторону точки P отложить склонение светила $\delta=60^\circ N$. Получим место светила «С» на ВНС.

3. Через полученное место светила провести плоскость вертикала светила. Дуга вертикала от плоскости истинного горизонта до местоположения светила C будет высотой светила h , а дуга истинного горизонта от плоскости меридиана наблюдателя до вертикала светила – азимутом светила A . Оценить на глаз величины дуг и определить $A=N45^\circ E$, $h=60^\circ$.

Литература: [1, с. 16-19; 2, с. 10-13].



Задача №2

В следующих задачах рассчитать экваториальные координаты светил (склонение δ и практический часовой угол t)

а) ЗВЕЗДЫ

№ п/п	Дата на судне	λ_c	Приб. T_c (ч,м)	N	T (ч,м, с)	u (м, с)	Звезда
1	9.10	12 20,0'W	20.20	2W	22.20.30	+01.10	α Возничего
2	11.3	19 20,0E	22.15	2E	20.16.17	-01.07	α М.Медв.
3	10.12	31 14,0W	20.16	2W	22.16.10	+04.10	α Волопаса
4	10.12	19 10,0E	23.10	2E	21.12.20	+01.05	α Близнецов
5	10.12	41 15,0W	00.10	3W	03.12.10	+02.05	α Ю. Рыбы
6	10.12	32 15,0E	23.10	3E	20.19.10	+02.10	α Девы
7	01.05	7 15,4E	04.50	1E	03.49.10	+00.45	α Близнецов
8	10.5	24 10 ,0W	20.44	1W	21.44.40	-00.34	α Льва
9	01.06	12 41,5E	05.33	2E	03.33.55	-00.45	α Ориона
10	10.06	47 30,0W	21.56	2W	23.52.10	+03.40	α Лиры
11	10.03	20 30,0E	07.40	3E	04.41.15	-01.07	α Пегаса
12	20.05	19 25,5E	21.40	4E	17.30.15	+01.35	α Волопаса
13	14.08	6 20,6W	20.33	1W	19.33.17	+00.15	α Орла
14	21.08	3 40,1E	20.08	1E	19.08.09	+00.03	α Орла
15	20.08	4 01,5E	20.11	1E	19.11.19	+00.03	α Волопаса
16	14.08	6 21,6 W	20.45	1W	19.45.06	+00.15	α Лебедя
17	21.08	3 41,1E	20.20	1E	19.20.58	+00.03	α Лебедя
18	16.08	5 17,5W	21.27	1W	20.27.20	-00.05	α Орла
19	18.08	5 20,4W	21.34	1W	20.34.13	-00.05	α Волопаса
20	17.08	4 15,8W	19.36	1W	20.36.15	-00.11	α Орла
21	17.08	5 24,0W	21.41	1W	20.41.40	+00.07	α Лиры
22	16.08	3 10,0W	05.57	2W	03.57.54	+00.07	α Возничего
23	16.08	3 16,0W	06.12	2W	04.12.36	+00.07	α Ориона
24	16.08	5 21,0W	21.27	1W	20.27.35	+00.05	α Орла
25	19.08	6 40,7'E	21.13	2E	19.13.37	+00.02	α Волопаса
26	19.08	6 40,7'E	21.23	2E	19.23.10	+00.02	α Скорпиона
27	16.08	51 7,5'W	21.30	1W	20.38.18	+00.10	α Орла
28	16.08	5 17,5'W	21.34	1W	20.34.05	+00.10	α Волопаса
29	16.08	5 17,5'W	21.34	1W	20.34.13	+00.10	α Лиры
30	14.07	166 46,1'E	20.10	10E	10.10.01	-04.12	α Лебедя
31	31.01	20 07,9'E	08.10	2E	06.10.30	-00.25	α Волопаса
32	04.09	36 20,0'E	21.12	3E	18.12.10	-02.20	α Лиры
33	30.07	43 34,4'W	17.48	3W	20.49.40	+00.07	α Центавра
34	06.06	6 02,0'E	21.08	0	21.06.10	+01.16	α Б. Медв.
35	19.09	36 20,0'E	01.30	3E	22.29.22	+00.30	α Лиры

б) СОЛНЦЕ, ЛУНА И ПЛАНЕТЫ

№ п/п	Дата на судне	λ_c	Приб. T_c (ч,м)	N	T (ч,м, с)	u (м,с)	Светило
1	15.08	0° 23,7' E	20.24	2E	10.24.10	-00.50	Солнце
2	09.10	12° 20,0' E	17.20	2E	15.20.10	+01.10	Солнце
3	11.03	20° 18,0' W	02.45	2W	04.46.12	+01.12	Венера
4	10.12	17° 20,0' E	15.30	2E	13.32.10	-02.05	Солнце
5	15.08	0° 42,3' E	19.53	2E	17.53.05	+00.02	Солнце
6	10.12	46° 10,0' E	16.15	3E	13.16.25	-01.15	Солнце
7	10.12	66° 10,0' W	12.45	4W	16.46.20	-01.10	Солнце
8	14.11	80° 15,0' W	21.35	2W	23.35.10	+02.10	Марс
9	01.07	17° 40,0' E	10.15	3E	07.15.10	-00.08	Солнце
10	15.09	40° 41,5' W	16.32	2W	18.30.50	+01.17	Солнце
11	10.08	14° 15,0' E	12.40	2E	10.42.10	-02.15	Солнце
12	05.10	24° 47,0' W	17.05	1W	18.04.15	+00.32	Солнце
13	01.04	14° 40,0' E	12.20	4E	08.20.17	-00.10	Солнце
14	01.04	14° 40,0' E	15.20	4E	11.20.40	-00.10	Солнце
15	14.12	12° 15,0' W	12.10	1W	11.08.47	-01.04	Солнце
16	14.12	12° 15,0' W	15.43	1W	14.41.54	-01.02	Солнце
17	12.12	13° 19,8' W	11.32	1W	10.31.03	-00.11	Солнце
18	12.12	13° 52,0' W	14.17	1W	13.16.16	-00.11	Солнце
19	14.10	133° 42,0' E	10.52	9E	01.49.36	-00.29	Солнце
20	14.10	132° 09,0' E	14.27	9E	05.25.56	-00.31	Солнце
21	27.07	5° 40,2' E	10.52	1E	09.49.36	-00.29	Солнце
22	27.07	5° 20,4' E	14.27	1E	13.25.58	-00.31	Солнце
23	05.07	13° 17,0' W	11.42	1W	12.40.18	+01.20	Солнце
24	05.07	13° 20,4' W	15.10	1W	16.08.10	+01.25	Солнце
25	05.07	13° 17,0' W	09.42	1W	10.40.18	+01.20	Солнце
26	05.07	13° 20,4' W	13.10	1W	14.08.10	+01.25	Солнце
27	13.02	51° 0,5' E	11.48	1E	10.46.39	-00.15	Солнце
28	13.02	4° 41,8' E	13.52	1E	12.50.51	-00.17	Солнце
29	13.08	5° 10,5' E	11.48	1E	10.46.39	-00.15	Солнце
30	13.08	4° 41,8' E	13.52	1E	12.50.51	-00.17	Солнце
31	18.07	38° 10,4' W	10.20	2W	12.20.10	+00.18	Солнце
32	18.07	39° 00,5' W	13.42	2W	15.40.40	+00.20	Солнце
33	25.12	9° 55,0' W	03.40	1W	04.36.30	+00.20	Луна
34	16.08	52° 1,0' W	21.20	1W	20.21.15	-01.10	Сатурн
35	15.08	47° 30,0' W	05.45	2W	07.47.05	-02.02	Юпитер

БГАРФ

Порядок выполнения (примеры)

а) расчет склонения и местного часового угла звезд (t , δ)

Рассчитать t и δ α Орла на 19.08.2004 г. в $\varphi=48^{\circ}47,2'N$; $\lambda=5^{\circ}21,0'W$ на $T_c=21^h34^m$; $N=IE$; $T=20^h34^m30^s$; $u = -17^s$.

Решение

1. Решение задачи удобно выполнять на астрономическом бланке Ш-8 по показанной ниже схеме. Для ускорения и упрощения процесса решения при заполнении бланка допускается не проставлять значки градусов и минут. Рассчитать приближенное $T_{гр.}$, дату и точное гринвичское время:

$$\text{Приб. } T_{гр.} = T_c - N = 20^h34^m \quad 19.08.2004 \text{ г.}$$

$$T_{гр.} = T + u = 20^h34^m30^s - 17^s = 20^h34^m13^s.$$

2. По целому числу часов (20 ч) из ежедневных таблиц (ЕТ) выбрать табличное значение (t_T) часового угла t Овна:

$$t_T = 268^{\circ}30,1'.$$

3. По числу минут и секунд $T_{гр.}$ (34 мин.13с) из основных интерполяционных таблиц (ОИТ) МАЕ выбрать поправку $\Delta_1 t$:

$$\Delta_1 t = 8^{\circ}34,7'.$$

4. Рассчитать $t_{гр.}$:

$$t_{гр.} = t_T + \Delta_1 t = 268^{\circ}30,1' + 8^{\circ}34,7' = 277^{\circ}04,8'.$$

5. Рассчитать t_M :

$$t_M = t_{гр.} \pm \lambda^E_w = 277^{\circ}04,8' - 5^{\circ}21,0' = 271^{\circ}43,8'.$$

6. Из раздела МАЕ «Список звезд по алфавиту» определить номер звезды α Орла: 146.

7. Из таблицы МАЕ «Звезды. Видимые места» выбрать звездное дополнение (τ^*) и склонение (δ). Эти же значения можно выбрать из ежедневных таблиц МАЕ (раздел «видимые места звезд»). Однако следует помнить, что в ежедневных таблицах приведены значения τ^* и δ не для всех навигационных, а только для наиболее ярких звезд:

$$\tau^* = 62^{\circ}14,7'; \quad \delta = 8^{\circ}52,8'.$$

8. Рассчитать местный часовой угол звезды (t_w):

$$t_w = t_M + \tau^* = 271^{\circ}43,8' + 62^{\circ}14,7' = 333^{\circ}5'.$$

При расчетах следует помнить, что:

- если часовой угол t_W получается меньше 180° , то расчет часового угла на этом заканчивается;

- если часовой угол t_W получается больше 180° , но меньше 360° , то он переводится в практический часовой угол $t_E = 360^\circ - t_W$;

- если часовой угол t_W получается больше 360° , то из результата вычитается 360° и наименование часового угла при этом не изменяется.

В данной задаче (t_W получается больше 180° , но меньше 360°) необходимо перевести часовой угол t_W в практический

$$t_E = 360^\circ - 333^\circ 58,5' = 27^\circ 01,5'.$$

Последовательность расчетов показана на бланке Ш-8.

**б) расчет склонения и местного часового угла
Солнца, планет и Луны**

Рассчитать t и δ Солнца на 19.08.2004г. в $\varphi = 33^\circ 47,0'N$;
 $\lambda = 7^\circ 24,0'W$ на $T_c = 11^h 04^m$; $N = IE$; $T_q = 10^h 04^m 29^s$; $u = -10^c$.

Решение:

1. Рассчитать приближенное $T_{ГР}$, дату и точное гринвичское время:

$$\text{Приб. } T_{ГР} = T_c - N = 11^h 04^m - 1^h = 10^h 04^m \text{ 19.08.2004 г.}$$

$$T_{ГР} = T + u = 10^h 04^m 29^s - 10^c = 10^h 04^m 19^s.$$

2. По целому числу часов $T_{ГР}$ (10^h) из ежедневных таблиц МАЕ выбрать табличные значения δ_T и t_T Солнца (планет, Луны):

$$t_T = 329^\circ 07,0'; \delta_T = 12^\circ 35,8'N.$$

3. Из ежедневных таблиц МАЕ выбрать значения квазиразности (Δ) и суточного изменения склонения (Δ).

Квазиразность и суточное изменение склонения приведены в нижней части левой страницы ЕТ МАЕ для трехсуточного интервала. Эти же величины для Луны, из-за быстрого изменения, приведены в ЕТ для каждого часового интервала.

$$\bar{\Delta} = +1,1'; \Delta = -0,8'.$$

4. По числу минут и секунд $T_{ГР}$ ($04^m 19^s$) из ОИТ МАЕ выбрать поправку $\Delta_1 t = 1^\circ 04,7'$. Из этой же таблицы в колонке «попр.» по значениям $\bar{\Delta}$ и Δ выбрать поправки $\Delta_2 t$ и $\Delta \delta$:

$$\Delta_2 t = +0,1'; \Delta \delta = -0,1'.$$

Знаки поправок $\Delta_2 t$ и $\Delta \delta$ такие же, как знаки $\bar{\Delta}$ и Δ .

5. Рассчитать $t_{гр} = t_T + \Delta_1 t + \Delta_2 t = 329^\circ 07,0' + 1^\circ 04,7' + 0,1' = 330^\circ 11,8'$.

6. Рассчитать местный часовой угол Солнца (t_w):

$$t_w = t_{гр} \pm \lambda^E_w = 330^\circ 11,8' - 7^\circ 24,0' = 322^\circ 47,8'.$$

Поскольку $180^\circ < t_w < 360^\circ$, то перевести t_w в практический часовой угол:

$$t_E = 360^\circ - 322^\circ 47,8' = 37^\circ 12,2'.$$

7. Рассчитать склонение Солнца:

$$\delta = \delta_T + \Delta \delta = 12^\circ 35,8' - 0,1' = 12^\circ 35,7'.$$

Последовательность расчетов примеров а, б на бланке Ш-8

Элементы расчета	α Орла	Солнце
	I линия	II линия
Приб. T_c	21.34	11.04
№ $\frac{O-}{W+}$	1E	1E
Приб. $T_{гр}$	20.34	10.04
Дата	19.08.04	19.08.04
T	20.34.30	10.04.29
u	- 17	- 10
$T_{гр}$	20.34.13	10.04.19
t_T	268.30.1	329.07.0
$\Delta_1 t$	8.34.7	1.04.7
$\Delta_2 t$	-	+ 0.1
$t_{гр}$	277.04.8	330.11.8
$\lambda \frac{O+}{W-}$	-5.21.0	-7.24.0
t_M^y	271.43.8	322.47.8
τ^*	62.14.7	-
t_w	333.58.5	-
t_O	27.01.5	37.12.2
Δ	-	+1.1 / -0.8
δ_T	-	12.35.8 N
$\Delta \delta$	-	-0.1
δ	N 8.52.8	N 12.35.7

СХЕМА РАСЧЕТА СКЛОНЕНИЙ И ЧАСОВЫХ УГЛОВ СВЕТИЛ

Приб.Т _С	Приближенное время по судовым часам с точностью до минут
$N \frac{E -}{W +}$	Номер часового пояса, по которому идут судовые часы
Приб. Т _{Гр.}	Приближенное гринвичское время Приб.Т _{Гр.} = Приб Т _С +N $\frac{E -}{W +}$
Дата	Дата на меридиане Гринвича. Если Приб. Т _С + N > 24 часов –принимать дату следующего дня. Если Приб Т _С +N < 24часов – предшествующего. Если нет перехода через 0 (24 часа) , то дата такая же , как на судне
T	Точное гринвичское время с точностью до секунд с рабочих часов
u	Поправка рабочих часов
Т _{Гр}	Точное гринвичское время наблюдений: Т _{Гр} = Т + u. Для контроля: Т _{Гр} ≈ Приб. Т _{Гр}
t _T	Табличный часовой угол светила – из ежедневных таблиц (ЕТ) на целое число часов Т _{Гр} и гринвичскую дату в столбце соответствующего светила (для звезд – в столбце т. Овна)
Δ _{1t}	Из основных интерполяционных таблиц (ОИТ) на странице минут по минутам и секундам Т _{Гр} в соответствующей колонке: т. Овна – для звезд , Солнце и планеты – для Солнца и планет, Луна – для Луны.
Δ _{2t}	Выбирается только для Солнца, Луны и планет из ОИТ на странице минут Т _{Гр} в колонке «Попр.» по квазиразности Δ. Знак Δ _{2t} одинаков со знаком Δ. Для звезд не рассчитывается
t _{Гр}	Гринвичский часовой угол светила t _{Гр} = t _T + Δ _{1t} + Δ _{2t}
$\lambda \frac{E +}{W -}$	Долгота счислимого места λ _С
t ^γ _М	Местный часовой угол точки Овна (местное звездное время): t ^γ _М = t _{Гр} + λ $\frac{E +}{W -}$. Для Солнца, Луны и планет t ^γ _М не рассчитывается
τ*	Звездное дополнение. Выбирается либо из таблицы «Звезды. Видимые места» (для всех навигационных звезд, при этом данные приведены на первое число каждого месяца), либо из раздела «Звезды. Видимые места» ежедневных таблиц (только для наиболее ярких звезд, при этом данные приведены на середину трехсуточного интервала). Для Солнца, Луны и планет τ* не рассчитывается
t _W	Западный часовой угол. Для звезд t _W = t ^γ _М +τ*, для Солнца, Луны и планет t _W = t _{Гр} ± λ _W ^E - если часовой угол t _W получается меньше 180°, то расчет часового угла на этом заканчивается; - если часовой угол t _W получается больше180° , но меньше 360° , то он переводится в практический часовой угол t _E = 360° – t _W ; - если часовой угол t _W получается больше 360° , то из результата вычитается 360° и наименование часового угла при этом не изменяется (остается t _W !)

Окончание схемы расчета склонений и часовых углов светил

t_E	$T_E = 360^\circ - t_w$. Находится только при $180^\circ < t_w < 360^\circ$
$\bar{\Delta} / \Delta$	$\bar{\Delta}$ – квазиразность, Δ – часовое изменение склонения δ . Для Солнца и планет $\bar{\Delta}$ и Δ выбираются из ЕТ внизу колонки соответствующего светила (вторая строка снизу) на середину трехсуточного интервала, а для Луны – справа от значений $t_{Гр}$ и δ на середину интервала между целыми часами $T_{Гр}$. Для звезд не рассчитывается
δ_T	Табличное значение склонение δ светила и его наименование. Выбирается из ЕТ по целому часу $T_{Гр}$ и дате для соответствующего светила. Для звезд не рассчитывается
$\Delta\delta$	Поправка склонения. Выбирается из ОИТ на странице минут в колонке «Попр.» по Δ . Знак одинаков $\Delta\delta$ со знаком Δ . Для звезд не рассчитывается
δ	Склонение светила. Для Солнца, Луны и планет $\delta = \delta_T + \Delta\delta$. Для звезд δ выбирается либо из таблицы «Звезды. Видимые места» (для всех навигационных звезд, при этом данные приведены на первое число каждого месяца), либо из раздела «Звезды. Видимые места» ежедневных таблиц (только для наиболее ярких звезд, при этом данные приведены на середину трехсуточного интервала)
Примечание: Значение под толстой чертой есть результат алгебраического сложения столбцом вышестоящих чисел до толстой линии	

Литература: [1, с. 70-78; 2, с. 66-71].

Задача № 3

Расчет горизонтных координат светил с помощью таблиц ТВА-52, ТВА-57 и по формулам сферической тригонометрии

В следующих задачах вычислить высоту и азимут светила по таблицам ТВА-52, ТВА-57 и по формулам сферической тригонометрии:

№	φ	δ	t	№	φ	δ	t
1	39°50,5 N	3°49,8 N	18°08,8 W	16	57°32,1 N	56°27,5 N	99°42,1 E
2	39°50,5 N	15°07,8 N	29°52,0 E	17	57°32,1 N	29°00,7 N	92°36,6 E
3	46°44,0 N	45°13,9 N	102°22,6 W	18	48°20,0 N	49°18,7 N	100°18,5 E
4	59°25,0 N	31°55,1 N	82°37,0 E	19	42°20,4 N	22°47,8 N	33°59,7 E
5	59°25,0 N	4°02,5 N	14°04,5 E	20	41°42,7 N	22°47,0 N	17°55,8 W
6	46°44,0 N	61°49,7 N	111°42,0 E	21	54°33,8 N	6°34,2 S	42°04,6 E
7	55°01,0 N	8°49,8 N	27°06,8 E	22	54°33,8 N	6°37,7 S	13°57,6 W
8	55°01,6 N	19°15,2 N	56°43,4 W	23	54°35,8 N	6°38,9 S	46°17,6 E
9	40°20,0 N	8°12,7 S	23°02,4 W	24	54°57,8 N	6°38,9 S	33°58,3 W
10	41°18,0 N	8°45,8 N	21°14,0 E	25	54°35,6 N	6°34,5 S	36°28,3 E
11	55°47,7 N	13°21 0 S	13°46,5 W	26	55°00,8 N	6°39,2 S	36°35,4 W
12	56°12,2 N	14°41,5 N	14°26,7 E	27	54°33,8 N	6°33,9 S	46°20,1 E
13	56°20,9 N	74°12,9 N	19°47,8 W	28	54°33,8 N	6°36,0 S	13°01,2 E
14	56°20,9 N	56°27,5 N	126°17,1 E	29	54°33,8 N	6°34,7 S	32°46,3 E
15	57°32,1 N	28°00,2 N	75°51,3 E	30	54°57,8 N	6°39,2 S	36°41,0 W

Порядок выполнения (примеры)

Пример № 1

Рассчитать h_c и A_c светила, если $\varphi_c=13^\circ24',1N$; $\delta=16^\circ26',1N$; $t=46^\circ05',2W$ (φ_c и δ **одноименны**).

Порядок решения по таблицам ТВА-52, ТВА-57:

При вычислении необходимо руководствоваться следующими правилами:

а) величина x одного наименования δ , причем, если t больше 90° , то и x больше 90° (вход снизу);

б) знак \sim при вычислении u означает **вычитание из большей величины меньшей при одноименных x и φ_c и сложение при разноименных x и φ_c** ;

в) азимут получают в **четвертном счете**, наименование которого определяется такими правилами: первая буква его наименования одноименна с φ_c **только при одноименных x и φ_c и при $x > \varphi_c$** . Во всех остальных случаях первая буква наименования азимута **разноименна с φ_c** . Вторая буква наименования азимута **всегда одного наименования с t** ;

г) если $y > 180^\circ$ (это означает, что светило под горизонтом), то в таблицы входят с величиной $y=360^\circ-y$.

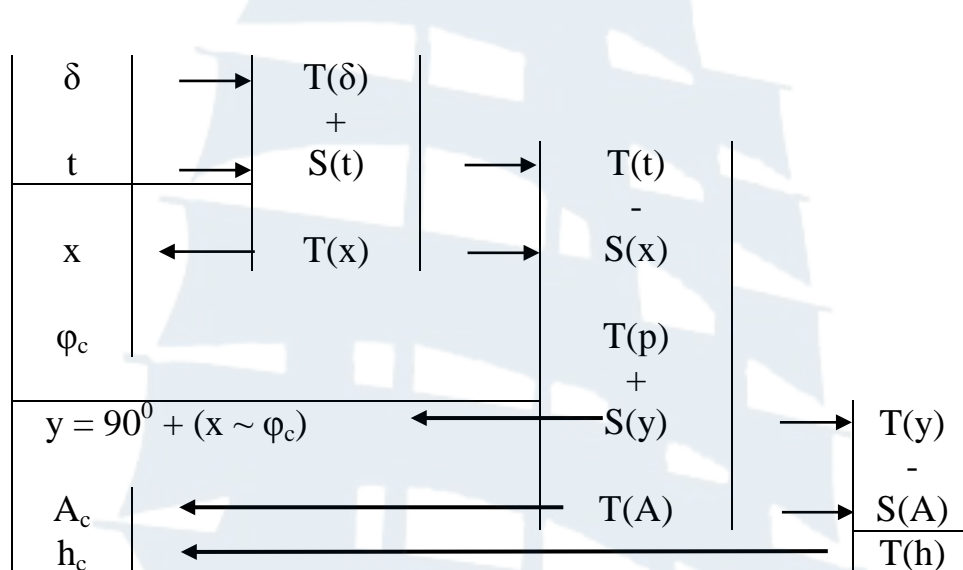


Схема расчета высоты и азимута по таблицам ТВА - 52, ТВА-57

1. В схему вписываются значения склонения δ , местного часового угла t и числимой широты φ_c .

2. По аргументам δ и t из таблиц выбираются значения функций $T(\delta)$, $S(t)$ и $T(t)$:

$$T(\delta)=60121; \quad S(t) = 3178; \quad T(t) = 71055.$$

3. Значения функций $T(\delta)$, $S(t)$ складываются и по полученной величине $T(x)$ обратным входом выбираются значения x и $S(x)$:

$$T(x) = 63299, \text{ следовательно, } x=23^\circ 02', 4N; S(x)=722.$$

4. Рассчитывается величина $y=90^\circ+(x \sim \varphi_c)$ и по ее значению из таблицы выбирается функция $T(y)$:

$$y = 99^\circ 38', 3, \text{ следовательно, } S(y)=15523.$$

5. По разности $T(t) - S(x)$ определяется величина $T(p)$, к которой прибавляется значение функции $S(y)$; в результате получается функция $T(A)$:

$$T(p)=70333; T(A)=85856.$$

6. По функции $T(A)$ из таблицы выбираются значения азимута A_c и функции $S(A)$:

$$A_c=NW80^{\circ}03',9; S(A)=15263.$$

7. По разности $T(y) - S(A)$ определяется функция $T(h)$ и по ее значению из таблицы выбирается счислимая высота h_c :

$$T(h)=70862, \text{ следовательно, } h_c=45^{\circ}27',2.$$

Примечание. При азимутах, меньших 75° , разность табличных значений $S(A)$, соответствующих изменению азимута на $1'$, составляет меньше 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.

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

Решение примера № 1

$\delta = 16^{\circ}26',1N$	$T(\delta)$	60121				
	+					
$t = 46^{\circ}05',2W$	$S(t)$	3178	$T(t)$	71055		
			-			
$x = 23^{\circ}02',4N$	$T(x)$	63299	$S(x)$	722		
$\varphi_c = 13^{\circ}24',1N$			$T(p)$	70333		
			+			
$y = 90^{\circ} + (x - \varphi_c) = 99^{\circ}38',3$			$S(y)$	15523	$T(y)$	86125
					-	
$A_c = NW 80^{\circ}03',9$			$T(A)$	85856	$S(A)$	15263
$h_c = 45^{\circ}27',2$					$T(h)$	70862
$A_{KP} = 279,9^{\circ}$						

Порядок решения по формулам сферической тригонометрии

Горизонтные координаты можно вычислить, решая сферический треугольник по формулам сферической тригонометрии.

При использовании обычного микрокалькулятора классические формулы сферического треугольника удобно заменить формулами, составленными методом представления обычного сферического треугольника двумя прямоугольными сферическими треугольниками:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} x &= \operatorname{tg} \delta / \cos t; \\ \operatorname{tg} A_c &= \operatorname{tg} t \cos x / (\sin(x \sim \varphi_c)); \\ \operatorname{tg} h_c &= \cos A_c / \operatorname{tg}(x \sim \varphi_c). \end{aligned}$$

Нахождение значений тригонометрических функций можно производить либо вручную по таблицам МТ-75, МТ-2000, либо с помощью микрокалькулятора:

$$\begin{aligned} \delta &= 59^{\circ}24',3S; t = 104^{\circ}12',2E; x = 98^{\circ}15',3S; x - \varphi_c = 60^{\circ}48',3; \\ A_c &= SE 33^{\circ}01',1 \quad h_c = 25^{\circ}06',4. \end{aligned}$$

Пример № 2

Рассчитать h_c и A_c светила, если $\varphi_c = 16^{\circ}35',0N$; $\delta = 35^{\circ}25',4S$; $t = 27^{\circ}36',7E$ (φ_c и δ разноименны).

Решение примера № 2

$\delta = 35^{\circ}25',4S$	T(δ)	67766				
	+					
$t = 27^{\circ}36',7E$	S(t)	1050	T(t)	65096		
			-			
$x = 38^{\circ}45',2S$	T(x)	68816	S(x)	2160		
$\varphi_c = 16^{\circ}35',0N$			T(p)	62936		
			+			
$y = 90^{\circ} + (x + \varphi_c) = 145^{\circ}20',2$			S(y)	1698	T(y)	67521
					-	
$A_c = SE 26^{\circ}22',7$			T(A)	64634	S(A)	955
$h_c = 31^{\circ}46',6$					T(h)	66566
$A_{KP} = 153,^0_6$						

Литература: [1, с. 86-92; 2, с.15-17].

Задача № 4

Расчет истинных высот светил

В следующих задачах рассчитать истинные высоты светил. Для отыскания инструментальной поправки секстана S использовать приведенный ниже учебный аттестат навигационного секстана:

а) звезды

№	ОС	e (м.)	t_b	B_b	i
1	26°17,2'	16,2	+15°	771	+2,0'
2	39°59,6'	7,2	+5°	740	+2,2'
3	49°05,2'	5,6	-15°	755	-1,1'
4	56°46,3'	10,2	-5°	770	-3,8'
5	64°11,2'	6,8	+25°	759	+2,7'
6	57°26,4'	8,3	+15°	730	+3,1'
7	20°46,2'	7,5	-6°	751	+4,1'
8	39°18,4'	11,5	-5°	760	+2,2'
9	47°51,6'	6,5	+15°	765	-1,7'
10	18°49,9'	10,0	+10°	770	+2,8'
11	50°25,2'	10,5	+25°	750	+0,4'
12	56°11,2'	6,5	-1°	755	+0,4'
13	38°46,9'	6,0	+1°	730	-2,6'
14	47°40,5'	11,5	+5°	740	-1,2'
15	48°43,2'	10,5	+10°	739	+4,1'
16	48°23,7'	8,5	-12°	769	-0,2'
17	56°40,5'	7,0	+30°	747	-3,3'
18	28°13,1'	9,5	-15°	750	+1,9'
19	39°43,8'	6,3	-10°	755	-2,7'
20	62°23,2'	14,5	+5°	770	+3,1'
21	35°53,9'	13,5	+12°	740	-0,2'
22	38°44,3'	12,0	-11°	756	+2,2'
23	47°33,8'	6,5	+5°	769	-3,3'
24	36°49,9'	8,5	+18°	750	+2,2'
25	57°43,8'	6,0	+12°	756	+3,1'
26	47°13,5'	7,5	-10°	760	-4,1'
27	43°16,6'	5,2	-12°	750	+3,2'
28	16°01,3'	12,9	+12°	738	+2,6'
29	25°12,5'	10,1	+23°	768	-1,1'
30	27°43,8'	4,9	+7°	770	-3,2'

б) солнце

№	OC	Дата	$e(m.)$	t_b	V_b	OC ₁	OC ₂	Край Солнца
1	44°30,6'	12.05	16,2	+15°	771	360°30,5'	359°34,1'	нижний
2	36°48,2'	26.06	7,2	+19°	750	360°29,8'	359°26,2'	верхний
3	41°39,8'	20.07	5,6	+25°	755	360°29,9'	359°26,7'	нижний
4	56°46,3'	11.03	10,2	+5°	760	360°33,0'	359°29,0'	верхний
5	64°11,2'	02.08	6,8	+25°	750	360°25,4'	359°29,4'	нижний
6	57°26,4'	09.04	8,3	+10°	740	360°31,0'	359°25,8'	верхний
7	25°46,2'	12.02	7,5	-6°	751	360°34,2'	359°29,0'	нижний
8	39°18,4'	24.01	11,5	-5°	735	360°35,4'	359°31,8'	верхний
9	47°51,6'	22.06	6,5	+15°	770	360°30,4'	359°27,2'	нижний
10	18°49,9'	17.09	10,0	+10°	750	360°30,4'	359°33,6'	верхний
11	50°25,2'	12.12	10,0	-15°	730	360°29,6'	359°33,6'	нижний
12	36°43,2'	23.10	8,5	+15°	755	360°32,0'	359°37,2'	верхний
13	31°23,7'	15.02	11,5	-10°	753	360°31,6'	359°27,6'	нижний
14	58°42,1'	11.10	9,5	+15°	748	360°32,7'	359°29,9'	верхний
15	39°27,2'	28.10	10,0	+5°	739	360°30,6'	359°27,2'	нижний
16	48°47,7'	29.05	6,0	+18°	756	360°29,0'	359°26,0'	верхний
17	33°58,3'	19.12	6,9	-5°	772	360°28,9'	359°23,7'	нижний
18	38°44,9'	07.01	9,4	-15°	760	360°27,0'	359°31,8'	верхний
19	39°23,1'	23.05	8,0	+15°	746	360°29,4'	359°27,8'	нижний
20	47°43,2'	29.06	14,0	+15°	776	360°31,4'	359°32,2'	верхний
21	57°48,6'	09.07	11,5	+15°	750	360°35,4'	359°32,0'	нижний
22	43°23,7'	19.09	6,4	+12°	743	360°32,2'	359°27,0'	верхний
23	35°12,2'	28.06	10,5	+18°	735	360°30,2'	359°26,8'	нижний
24	38°43,2'	20.06	13,0	+28°	747	360°31,5'	359°28,1'	верхний
25	58°41,9'	23.07	6,5	+30°	750	360°28,1'	359°23,2'	нижний
26	32°41,8'	12.09	11,6	+20°	769	360°30,6'	359°27,2'	верхний
27	34°32,9'	11.06	10,2	+10°	748	360°25,4'	359°29,4'	нижний
28	28°46,4'	23.05	6,4	+10°	739	360°30,5'	359°34,1'	верхний
29	47°12,8'	17.01	5,8	-10°	774	360°28,9'	359°23,7'	нижний
30	21°11,3'	20.02	11,1	-8°	765	360°35,4'	359°32,0'	верхний
31	56°47,2'	12.10	7,5	+10°	780	360°30,6'	359°27,2'	нижний
32	44°49,9'	18.12	5,9	-12°	750	360°29,6'	359°33,6'	верхний
33	51°31,1'	05.02	9,9	-17°	739	360°30,4'	359°27,2'	нижний
34	33°51,1'	12.13	12,6	+9°	760	360°30,6'	359°27,2'	верхний
35	59°42,9'	11.07	10,2	+30°	750	360°33,0'	359°29,0'	нижний

БГАРФ

в) планеты

№	OC	Дата	e (м.)	t_B	B_B	i	Планета
1	26°17,2'	11.03	16,2	+5°	771	+2,2'	Марс
2	39°59,6'	24.09	7,2	+15°	740	+2,5	Венера
3	45°05,2'	23.07	5,6	+25°	760	-1,1'	Юпитер
4	57°46,3'	14.02	10,2	-15°	735	-3,8'	Сатурн
5	64°11,5'	03.01	6,8	-10°	775	+2,2'	Марс
6	47°26,4'	18.05	8,3	+18°	750	+3,1'	Венера
7	24°46,2'	16.02	7,5	-6°	751	+4,1'	Юпитер
8	39°18,4'	01.03	11,5	-5°	755	+2,2'	Сатурн
9	47°58,6'	10.10	6,5	+13°	770	-1,7'	Марс
10	18°49,9'	06.02	10,5	-10°	747	+2,8'	Венера
11	50°25,2'	12.02	10,0	-15°	759	+0,4'	Юпитер
12	38°43,2'	07.07	6,0	+25°	745	+0,4'	Сатурн
13	54°12,2'	23.06	12,5	+30°	739	-3,7'	Марс
14	35°47,1'	23.12	9,2	-8°	750	-0,2'	Венера
15	55°43,6'	11.03	6,1	-4°	760	+1,4'	Юпитер
16	39°21,8'	23.09	11,5	+15°	758	-4,2'	Сатурн
17	52°13,2'	05.06	8,0	+18°	776	-3,9'	Марс
18	57°13,6'	12.06	6,5	+22°	768	+5,2'	Венера
19	38°28,6'	14.01	6,0	-11°	735	-4,2'	Юпитер
20	47°13,8'	16.05	12,5	+19°	745	+0,7'	Сатурн
21	44°43,2'	26.07	9,6	+17°	749	+1,3'	Сатурн
22	59°18,5'	22.06	6,9	+27°	753	-2,9'	Венера
23	61°43,2'	29.10	14,5	-9°	751	-4,8'	Юпитер
24	28°47,4'	14.12	9,5	-15°	750	+2,2'	Сатурн
25	53°22,2'	11.05	6,7	+18°	760	+2,7'	Марс
26	50°45,3'	12.03	7,9	+5°	735	-4,0'	Венера
27	24°26,7'	04.09	4,8	+10°	745	-2,1'	Юпитер
28	43°28,5'	28.11	12,1	+4°	780	+2,6'	Сатурн
29	46°47,9'	24.09	8,9	+10°	750	-0,6'	Марс
30	32°22,8'	12.02	6,3	-20°	765	-3,2'	Венера
31	45°36,5'	23.02	11,4	-14°	739	-4,1'	Юпитер
32	47°32,6'	15.05	12,8	+22°	775	+2,5'	Сатурн
33	28°28,8'	12.10	6,0	+6°	763	+1,5'	Марс
34	49°29,7'	05.06	7,0	+28°	783	+5,0'	Венера
35	58°26,4'	12.10	12,5	+12°	780	-1,9'	Юпитер

г) луна

№	OC	Дата	e(м.)	t _в	B _в	i	Край Луны
1	34°17,2'	16.01	16,2	-15°	771	+0,2'	нижний
2	39°59,6'	12.05	7,2	+15°	740	-2,2'	верхний
3	45°05,2'	14.09	5,6	+18°	755	+4,7'	нижний
4	56°46,3'	18.01	10,2	-12°	759	+2,2'	верхний
5	64°11,2'	15.10	6,8	+5°	737	+2,0'	нижний
6	57°26,4'	19.01	8,3	-15°	768	-0,2'	верхний
7	28°46,2'	20.02	7,5	-6°	751	3,5'	нижний
8	39°18,4'	13.12	11,5	-5°	755	+2,7'	верхний
9	47°51,6'	14.05	6,5	+15°	759	-1,7'	нижний
10	28°49,9'	19.01	10,0	+10°	770	+4,2'	верхний
11	50°25,2'	26.06	10,5	+18°	750	-3,6'	нижний
12	56°43,1'	15.01	16,5	-8°	760	+1,5'	верхний
13	38°43,2'	11.10	9,5	+11°	740	-2,9'	нижний
14	39°11,5'	17.07	6,0	+30°	756	+2,4'	верхний
15	47°12,8'	05.07	12,5	+25°	768	+0,2'	нижний
16	35°23,2'	12.02	8,0	-7°	746	-1,9'	верхний
17	56°47,8'	28.12	14,5	-4°	751	+2,6'	нижний
18	62°23,2'	13.11	11,5	+5°	750	-1,9'	верхний
19	51°13,2'	24.12	6,5	-15°	770	+2,8'	нижний
20	35°45,8'	11.12	6,0	-10°	768	-0,2'	верхний
21	48°27,4'	08.04	12,0	+5°	755	+2,2'	нижний
22	28°43,2'	01.02	12,5	-8°	750	+2,8'	верхний
23	66°16,7'	27.07	6,5	+25°	750	-2,2'	нижний
24	58°23,9'	23.01	6,9	-14°	741	-2,5'	верхний
25	38°49,6'	11.05	9,5	+15°	770	-1,2'	нижний
26	45°29,7'	12.09	12,3	+9°	745	+3,6'	верхний
27	23°46,2'	17.03	5,8	+13°	736	-2,6'	нижний
28	32°34,3'	25.01	9,6	-17°	776	-0,8'	верхний
29	56°21,6'	16.11	4,1	-2°	740	+2,9'	нижний
30	21°39,2'	06.02	7,7	-12°	769	+3,2'	верхний

Учебный аттестат навигационного секстана

Отсчет	S	Отсчет	S
0°	+0,1'	50°	+1,5'
10°	+0,5'	60°	+1,2'
20°	+1,1'	70°	+1,2'
30°	+1,5'	80°	+1,3'
40°	+2,0'	90°	+1,0'

Порядок решения

Расчет истинных высот светил производится по следующим формулам:

$$\begin{aligned}h_{\text{ист}}(\text{звезд, планет}) &= \text{OC} + (i+S) + \Delta h_d + \Delta h_p + \Delta h_t + \Delta h_\beta; \\h_{\text{ист}}(\text{Солнца}) &= \text{OC} + (i+S) + \Delta h_d + \Delta h_{p+p} + \Delta h_t + \Delta h_\beta \pm R; \\h_{\text{ист}}(\text{Венеры и Марса}) &= \text{OC} + (i+S) + \Delta h_d + \Delta h_p + \Delta h_t + \Delta h_\beta + \Delta h_r; \\h_{\text{ист}}(\text{Луны}) &= \text{OC} + (i+S) + \Delta h_d + \Delta h_l + \Delta h_t + \Delta h_\beta,\end{aligned}$$

где OC – отсчет, снимаемый с лимба секстана;

i – поправка индекса, определяемая перед наблюдениям по Солнцу, звезде или удаленному ориентиру;

S – инструментальная поправка, выбирается из аттестата секстана;

Δh_d – поправка за наклонение горизонта, выбирается из таблицы «Поправка за наклонение» по высоте глаза e или измеряется наклономером;

Δh_p – поправка за рефракцию, выбирается из таблицы «Поправка высоты за рефракцию и параллакс» по $h_{\text{вид}}$ (для звезд и планет);

Δh_{p+p} – поправка за рефракцию и параллакс, выбирается из таблицы «Поправка высоты за рефракцию и параллакс» по $h_{\text{вид}}$ (для Солнца);

Δh_t , Δh_β – поправки за температуру и давление, выбираются из таблиц «Поправка высоты за температуру» и «Поправка высоты за давление»;

Δh_r – дополнительная поправка за параллакс для Венеры и Марса. Значение параллакса (p_o) выбирается из МАЕ по дате наблюдений. Значение поправки Δh_r выбирается из таблицы «Дополнительные поправки для Венеры и Марса». Входными аргументами служат параллакс и $h_{\text{вид}}$;

Δh_l – общая поправка Луны, выбирается из таблицы «Общая поправка Луны». Входными аргументами служат параллакс (p_o) и $h_{\text{вид}}$. Значение параллакса выбирается из МАЕ по дате наблюдений.

Пример № 1

Расчет истинных высот звезд

Рассчитать $h_{\text{ист}}$ α Орла, если $OC=36^{\circ}18,4'$; $i=0,2'$; $S=+0,1'$; $e=14$ м; $t=17^{\circ}$; $\beta=750$ мм рт.ст.

Отсчет		$36^{\circ}18,4'$
$i+S$		$+0,3$
Изм. h		$36^{\circ}18,7'$
Δh_d		$-6,6'$
Вид. H		$36^{\circ}11,8'$
поправки	Δh_p	$-1,3'$
	Δh_t	$0,0'$
	Δh_{β}	$0,0'$
Ист. h		$36^{\circ}10,5'$

Пример № 2

Расчет истинных высот Солнца

Рассчитать $h_{\text{ист}}$ нижнего края Солнца на 17.08.2004 г., если $OC=57^{\circ}56,6'$; $e=13,2$ м; $t=+15^{\circ}$; $\beta=760$ мм; $OC_1=360^{\circ}34,2'$; $OC_2=359^{\circ}31,8'$; $S = -0,2$.

Отсчет		$57^{\circ}56,6'$
$i+S$		$-3,2'$
Изм. h		$57^{\circ}53,4'$
Δh_d		$-6,4'$
Вид. H		$57^{\circ}47,0'$
поправки	Δh_{p+p}	$-0,5'$
	$\Delta h_{t+\beta}$	$0,0'$
	R	$+15,8'$
Ист. h		$58^{\circ}02,3'$

Примечания

1. Перед решением задачи необходимо сначала рассчитать значение поправки индекса i :

$$i=360^{\circ} - OC_{cp}=360^{\circ} - (OC_1+OC_2)/2=360^{\circ} - (360^{\circ}34,2'+359^{\circ}31,8')/2=-3,0'$$

2. Значения поправок Δh_p и Δh_r в таблицах даны в виде суммарной поправки Δh_{p+r} .

3. Значения поправок Δh_t и Δh_β выбираются отдельно, а в астрономический бланк записываются в виде суммы $\Delta h_{t+\beta}$.

Пример № 3

Расчет истинных высот планет

Рассчитать $h_{\text{ист}}$ планеты Венера на 28.09.2004, если $OC=34^\circ 18,5'$; $i=+0,2$; $S=+0,1$; $t=15^\circ$; $\beta=745$ мм; $e=8,5$ м.

Отсчет		$34^\circ 18,5'$
$i+S$		$+0,3'$
Изм. h		$34^\circ 18,8'$
Δh_d		$-4,5'$
Вид. H		$34^\circ 14,3'$
поправки	Δh_{p+r}	$-1,1'$
	Δh_t	$0,0'$
	Δh_β	$0,0'$
Ист. h		$34^\circ 13,2'$

Примечание. Значения поправок Δh_p и Δh_r выбираются отдельно, а в астрономический бланк записываются в виде суммы Δh_{p+r} .

Пример № 4

Расчет истинных высот Луны

Рассчитать $h_{\text{ист}}$ нижнего края Луны на 06.06.2004 г., если $T_{\text{гр}}=21^{\text{ч}} 42^{\text{м}}$; $OC=27^\circ 52,3'$; $i=+0,2$; $S=-1,4'$; $e=4,6$ м; $t=21^\circ$; $\beta=744$ мм.

Отсчет		$27^\circ 52,3'$
$i+S$		$-1,2'$
Изм. h		$27^\circ 51,1'$
Δh_d		$-3,8'$
Вид. H		$27^\circ 47,3'$
поправки	Δh_d	$+1^\circ 07,4'$
	Δh_t	$+0,2$
	Δh_β	$0,0$
Ист. h		$28^\circ 54,9'$

Примечания

1. Значение параллакса p_o выбирается из МАЕ по заданной дате и заданному гринвичскому времени. В МАЕ приведены значения параллакса p_o на 00^h00^m гринвичского времени каждых суток, поэтому выбираем значения параллакса p_o на 00^h00^m 06.06.2004 г. ($p_o=60,5'$), и на 00^h00^m 06.06.2004 г. ($p_o=59,7'$). Интерполируя эти значения, находим параллакс p_o на 21^h42^m 06.06.2004 г. ($p_o=59,8'$).

2. Для нахождения общей поправки Луны $\Delta h_{\text{л}}$ из таблиц входными аргументами служат $h_{\text{вид}}$ ($27^\circ47,3'$) и параллакс ($59,8'$). Значение $\Delta h_{\text{л}}$ для этих входных аргументов находится путем интерполяции:

для $h=27^\circ$ и $p_o=59,0'$: $\Delta h_{\text{л}}=+66,8'$, а для $h=28^\circ$ и $p_o=59,0'$: $\Delta h_{\text{л}}=+66,4'$;

для $h=27^\circ$ и $p_o=60,0'$: $\Delta h_{\text{л}}=+67,9'$, а для $h=28^\circ$ и $p_o=60,0'$: $\Delta h_{\text{л}}=+67,5'$.

Тогда:

для $h=27^\circ$ и $p_o=59,8'$: $\Delta h_{\text{л}}=+67,7'$, а для $h=28^\circ$ и $p_o=59,8'$: $\Delta h_{\text{л}}=+67,3'$;

для $h=27^\circ47,3'$ и $p_o=59,8'$: $\Delta h_{\text{л}}=+67,4'=1^\circ07,4'$.

Литература: [1, с.104-112; 2, с. 118-130].



Задача № 5

Оценка астронавигационной обстановки в районе плавания

В следующих задачах с помощью морского астрономического ежегодника рассчитать время восхода и захода Солнца, начала утренних и вечерних навигационных сумерек:

№	Дата	φ_c	λ_c	N
1	2	3	4	6
1	01.01	63°56,1'N	52°16,3'W	3W
2	01.02	69°43,8'N	24°13,2'E	1E
3	01.03	65°11,7'N	16°18,7'E	2E
4	01.04	69°19,3'N	40°20,0'E	3E
5	01.05	40°03,2'N	60°11,2'W	2W
6	01.06	41°18,2'N	50°10,2'E	2E
7	01.07	44°48,0'N	10°17,4'W	1W
8	01.08	49°17,0'N	30°15,0'E	2E
9	01.09	42°24,0'N	74°11,0'W	5W
10	01.10	48°45,0'N	120°18,0'E	10E
11	01.11	40°01,0'N	110°16,0'W	8W
12	01.12	44°24,0'N	46°11,0'E	4E
13	15.01	51°20,0'N	2°14,0'W	0
14	15.02	56°40,0'N	120°17,0'E	7E
15	15.03	59°00,0'N	64°35,0'W	4W
16	15.04	39°50,5'N	18°30,1'W	1W
17	15.05	55°01,0'N	19°04,0'E	4E
18	15.06	46°44,0'N	8°23,0'W	2W
19	15.07	59°25,0'N	21°48,0'E	2E
20	15.08	40°20,0'N	12°17,0'W	2W
21	15.09	41°18,0'N	36°27,0'E	2E
22	15.10	42°42,0'N	10°17,0'W	1W
23	15.11	48°12,0'N	52°28,0'E	4E
24	15.12	45°42,0'N	41°21,0'W	3W
25	07.08	48°20,0'N	4°17,0'E	0
26	11.06	44°20,0'N	1°48,0'W	0
27	13.09	50°09,0'N	43°16,0'E	3E
28	17.05	48°15,0'N	62°26,0'W	4W
29	23.04	49°41,0'N	31°20,0'E	2E
30	12.03	56°48,0'N	12°17,0'W	1W

Порядок выполнения (пример)

12 мая 2004 года судно находится в точке с координатами:
 $\varphi_c=57^{\circ}20,0'N$; $\lambda_c=17^{\circ}45,0'E$; $N=1E$; $ИК=45^{\circ}$.

Рассчитать судовое время восхода и захода Солнца, начала утренних и вечерних сумерек.

Расчет судового времени астрономических явлений (восхода и захода Солнца и Луны, начала утренних и вечерних сумерек) удобно производить по прилагаемой схеме.

Схема расчета судового времени астрономических явлений

Элемент расчета	Наименование явления		Пояснения
		$\Delta\Delta$	
T_T	Восход Солнца Заход Солнца Начало утренних навигационных сумерек		Табличное время наступления явления. Выбирается из ежедневных таблиц МАЕ по дате и широте, ближайшей меньшей к заданной
ΔT_ϕ	Начало вечерних навигационных сумерек Восход Луны		Поправка за широту. Выбирается из таблицы А приложения I МАЕ по табличному интервалу широт, табличным разностям моментов Δ для соседних широт и разности широт $\Delta\phi$
ΔT_λ	Заход Луны		Поправка за долготу. Выбирается из таблицы Б приложения I МАЕ по долготе и суточным изменениям Δ к E от Гринвича - к предыдущим, к W - к последующим
ΔT_c			Суточное изменение. Рассчитывается как 1/3 разности времени наступления явлений между серединами соседних трехсуточных интервалов
T_M			$T_M = T_T + \Delta T_\phi + \Delta T_\lambda + \Delta T_c$
$\lambda \frac{-E}{+W}$			Долгота места. Снимается с карты и переводится во временную меру с помощью приложения 3 МАЕ
$T_{гр}$			$T_{гр} = T_M \pm \lambda$
$N \frac{+E}{-W}$			Номер часового пояса, по которому идут судовые часы
T_c			$T_c = T_{гр} \pm N$

1. Выбираем из ежедневных таблиц МАЕ значение T_T на середину трехсуточного интервала для каждого явления по дате середины трехсуточного интервала (13 мая) и широте, ближайшей меньшей к заданной ($56^\circ N$): для восхода Солнца $T_T=03^h50^m$.

2. Рассчитываем по ежедневным таблицам МАЕ значения табличного интервала широт, разности широт $\Delta\varphi$ и разности моментов Δ для соседних широт:

- табличный интервал широт: $58^\circ-56^\circ=2^\circ$;
- разность широт $\Delta\varphi=57^\circ20,0-56^\circ=1^\circ20,0$;
- табличные разности моментов для соседних широт (для 58° и 56°):
- для восхода Солнца $\Delta=03^h39^m - 03^h50^m = -11^m$;
- захода Солнца $\Delta=20^h15^m-20^h03^m= +12^m$;
- утренних навигационных сумерек $\Delta=01^h11^m - 01^h47^m= -36^m$;
- вечерних навигационных сумерек $\Delta=21^h10^m-20^h53^m=+17^m$.

Элемент расчета	Восход Солнца		Заход Солнца		Начало утренн. навиг. сумерек		Начало вечерних навиг. сумерек	
		Δ		Δ		Δ		Δ
T_T	03^h50^m		20^h03^m		01^h47^m		20^h53^m	
ΔT_φ	-7^m	-11^m	$+8^m$	$+12^m$	-23^m	-36^m	$+11^m$	$+17^m$
ΔT_λ	0^m	-1^m	0^m	$+2^m$		-3^m		$+2^m$
ΔT_c	-1^m		$+2^m$		-3^m		$+2^m$	
T_M	03^h42^m		20^h13^m		01^h21^m		21^h05^m	
$\lambda \frac{-E}{+W}$	-1^h11^m		-1^h11^m		-1^h11^m		-1^h11^m	
$T_{гр}$	02^h29^m		19^h02^m		00^h10^m		19^h54^m	
$N \frac{+E}{-W}$	$+1^h$		$+1^h$		$+1^h$		$+1^h$	
T_c	03^h29^m		20^h02^m		01^h10^m		20^h54^m	

3. Выбираем из таблицы А приложения I МАЕ по табличному интервалу широт, по разности широт $\Delta\varphi$ и по табличным разностям моментов Δ для соседних широт значения ΔT_φ :

- для восхода Солнца $\Delta T_\varphi= -7^m$;
- захода Солнца $\Delta T_\varphi=+8^m$;
- утренних навигационных сумерек $\Delta T_\varphi= -23^m$;
- вечерних навигационных сумерек $\Delta T_\varphi=+11^m$.

4. Рассчитываем суточные изменения времени наступления явлений. В ежедневных таблицах МАЕ время астрономических явлений приведено на середину трехсуточного интервала, следовательно для определения суточных изменений необходимо выбрать время наступления явления на середину трехсуточного интервала для заданной даты, а затем для последующего или предыдущего интервала. Полученную разность времени необходимо разделить на 3:

- для восхода Солнца на 13 мая $T_T = 03^h 50^m$, на 10 мая

$T_T = 03^h 46^m$; $\Delta T_c = (03^h 46^m - 03^h 50^m)/3 \cong -1^m$;

- захода Солнца на 13 мая $T_T = 20^h 03^m$, на 10 мая

$T_T = 19^h 58^m$; $\Delta T_c = (20^h 03^m - 19^h 58^m)/3 \cong +2^m$;

- утренних сумерек на 13 мая $T_T = 01^h 47^m$, на 10 мая

$T_T = 01^h 58^m$; $\Delta T_c = (0^h 47^m - 01^h 58^m)/3 \cong -3^m$;

- вечерних сумерек на 13 мая $T_T = 20^h 53^m$, на 10 мая

$T_T = 20^h 46^m$; $\Delta T_c = (20^h 53^m - 20^h 46^m)/3 \cong +2^m$.

Примечание. В целях экономии времени без значительного влияния на точность вычислений суточные изменения для утренних и вечерних сумерек допускается не вычислять, а выбирать моменты начала явлений на середину трехсуточного интервала без интерполяции на заданную дату.

5. Рассчитываем местное время явлений $T_M = T_T + \Delta T_\phi + \Delta T_\lambda + \Delta T_c$.

6. Снимаем с морской навигационной карты долготу места λ и переводим ее во временную меру с помощью приложения 3 МАЕ:

$$17^\circ 45,0'E = 1^h 11^m.$$

7. Рассчитываем гринвичское время явлений:

$$T_{гр} = T_M \pm \lambda.$$

9. Рассчитываем судовое время явлений:

$$T_c = T_{гр} \pm N.$$

Литература: [1, с.213-219; 2, с. 73-77].

Задача № 6

Подбор и опознание светил на момент наблюдений с помощью звездного глобуса

1. На время начала утренних навигационных сумерек, рассчитанных в предыдущей задаче, подобрать группу из трех светил для наблюдений с составлением планшета астрономических наблюдений и опознать неизвестное светило, находящееся по азимуту $A=82^\circ$ и на высоте $h=51^\circ$.

2. В следующих задачах выставить звездный глобус и опознать неизвестное светило:

№	Дата	φ_c	λ_c	Tc	N	A	h
1	2	3	4	5	6	7	8
1	10.04.04	42°16,7'N	1°40,0'E	05.25	0	154°	54°
2	20.04.04	49°20,4'N	20°14,0'E	22.16	1E	231°	44°
3	20.04.04	54°48,0'N	17°01,0'W	06.30	1W	123°	39°
4	30.04.04	58°43,0'N	40°20,0'E	23.48	2E	208°	42°
5	05.05.04	40°03,2'N	60°11,2'W	02.20	2W	214°	33°
6	10.05.04	41°18,2'N	50°10,2'E	01.40	2E	330°	29°
7	20.05.04	44°48,0'N	10°17,4'W	05.10	1W	289°	21°
8	29.05.04	49°17,0'N	30°15,0'E	00.30	2E	74°	52°
9	10.06.04	42°24,0'N	74°11,0'W	01.20	5W	211°	58°
10	15.06.04	48°45,0'N	120°18,0'E	15.40	10E	243°	59°
11	21.06.04	40°01,0'N	110°16,0'W	22.50	8W	175°	63°
12	27.06.04	44°24,0'N	46°11,0'E	02.10	4E	73°	58°
13	10.07.04	51°20,0'N	2°14,0'W	04.40	0	288°	39°
14	15.07.04	56°40,0'N	120°17,0'E	12.50	7E	241°	28°
15	20.07.04	59°00,0'N	64°35,0'W	19.55	4W	208°	48°
16	01.07.04	39°50,5'N	18°30,1'W	02.43	1W	213°	56°
17	10.07.04	55°01,0'N	19°04,0'E	01.36	4E	144°	39°
18	14.08.04	46°44,0'N	8°23,0'W	04.40	2W	313°	25°
19	20.12.04	59°25,0'N	21°48,0'E	20.42	2E	78°	30°
20	20.10.04	40°20,0'N	12°17,0'W	03.45	2W	230°	33°
21	21.06.04	41°18,0'N	36°27,0'E	00.10	2E	148°	54°
22	21.06.04	42°42,0'N	10°17,0'W	21.40	1W	138°	53°
23	16.06.04	48°12,0'N	52°28,0'E	09.20	4E	167°	45°
24	20.05.04	45°42,0'N	41°21,0'W	02.50	3W	331°	29°
25	25.06.04	48°20,0'N	4°17,0'E	22.15	0	72°	50°
26	30.06.04	44°20,0'N	1°48,0'W	05.20	0	117°	30°
27	26.06.04	50°09,0'N	43°16,0'E	23.56	3E	142°	43°
28	02.07.04	48°15,0'N	62°26,0'W	01.20	4W	231°	45°
29	20.08.04	49°41,0'N	31°20,0'E	23.15	2E	215°	45°
30	16.04.04	56°48,0'N	12°17,0'W	06.15	1W	335°	35°

Порядок выполнения (пример)

1. Вращая звездный глобус относительно азимутального кольца (рис. 4), установить повышенный полюс мира над плоскостью истинного горизонта на угол, равный широте места φ_c . Наименование повышенного полюса мира всегда совпадает с наименованием широты. Если широта северная, то повышенный полюс мира выставляется над N, если южная, то над S. Для установки звездного глобуса по широте на меридиане наблюдателя имеется специальная оцифровка от 0 до 90 градусов.

2. Используя МАЕ рассчитать на момент начала утренних навигационных сумерек местное звездное время $S_M = t_M^\gamma$ на $T_{гр} = 00ч.10м.$:

$$S_M = t_M^\gamma = 250^\circ 21,5'$$

$T_{гр}$	00.10
t_T	230.06.1
$\Delta_1 t$	2.30.4
$\Delta_2 t$	-
$t_{гр}$	232.36.5
$\lambda \begin{matrix} O+ \\ W- \end{matrix}$	+17°45.0
t_M^γ	250.21.5

3. Вращая глобус вокруг оси мира, установить под меридиан наблюдателя рассчитанное значение $S_M = t_M^\gamma = 250^\circ 21,5'$.

4. Подбор группы из 2-4 светил для наблюдений выполняется при соблюдении следующих требований:

- желательно выбирать наиболее яркие звезды. Яркость звезд показана непосредственно на звездном глобусе соответствующими значками;

- высота светил должна быть в пределах от 20° до 70° ;

- разность азимутов подобранных светил в группе должна быть:

- для 2 или 4 светил близкой к 90° ;

- 3 светил близкой к 120° .

Одновременно на звездном глобусе можно подобрать несколько различных групп светил.

5. Выбрать на звездном глобусе наиболее яркую и легко узнаваемую на небосводе навигационную звезду.

6. Подвести к светилу крестовину вертикалов, и снять с крестовины вертикалов высоту h , а с азимутального кольца азимут светила A .

7. Развернуть крестовину вертикалов на угол, равный 90° (для 2 или 4 светил) или 120° (для 3 светил), и вблизи крестовины вертикалов подобрать второе светило, снять его высоту и азимут.

8. Аналогичным образом подобрать третье, а при необходимости и четвертое светило:

Светило	h	A
Полярная	57°	0°
α Орла	30°	124°
α Волопаса	45°	231°

9. Подбранную группу светил нанести на планшет астрономических наблюдений (рис. 5).

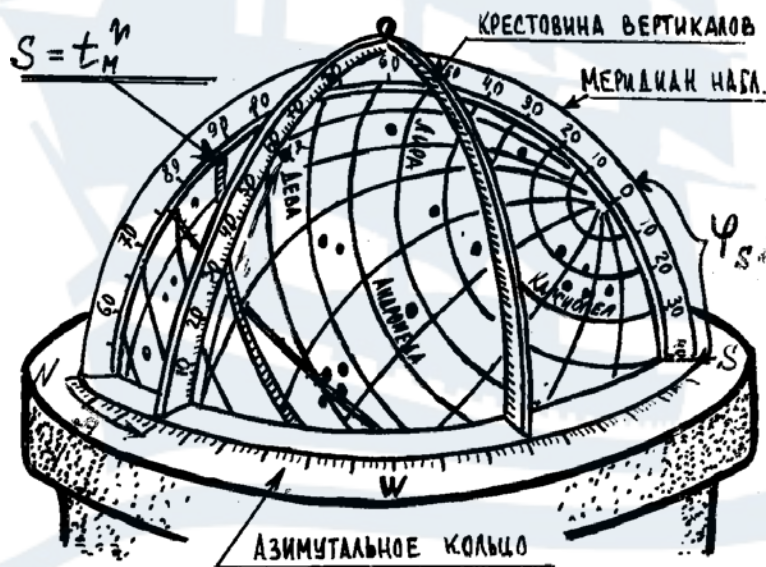


Рис. 4. Установка звездного глобуса

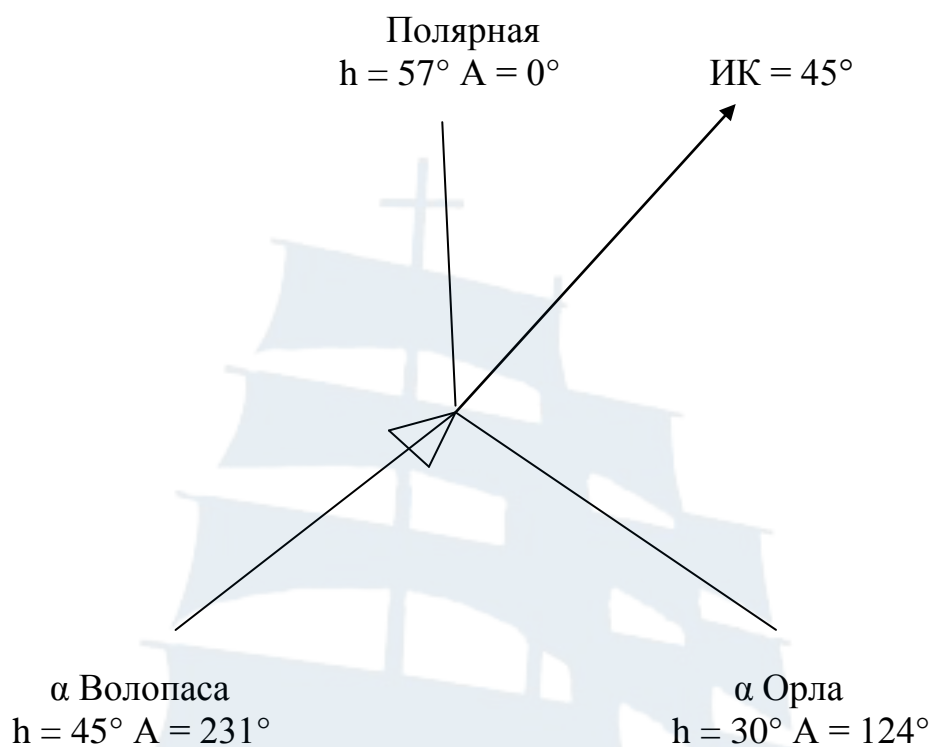


Рис. 5. Планшет астрономических наблюдений

Опознавание светил выполняется в том случае, когда по каким-то причинам (как правило, из-за сильной облачности) не удастся опознать светило визуально. Для опознания необходимо в процессе наблюдений, помимо высоты, измерить либо пеленг ($A=P$) на светило, либо его курсовой угол ($A=ПУ+КУ$). Для опознания светила необходимо:

а) нанести планеты на звездный глобус и установить его по широте и звездному времени;

б) крестовину вертикалов своей оцифрованной стороной установить на отсчет горизонтального кольца, равный азимуту светила ($A=255^\circ$). Индекс на крестовине вертикалов установить на отсчет, равный высоте светила ($h=40^\circ$). Неопознанная звезда (планета) должна находиться вблизи индекса. Снять с глобуса ее название:

α Льва.

Литература: [1, с. 219-225; 2, с. 93-99].

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

Задача № 1

Определение места судна по высотам двух звезд

В следующих задачах найти обсервованные координаты места судна φ_0, λ_0

№ п/п	Дата, Тс (ч,м)	N е (м.)	ПУ° V(уз)	Широта, долгота	Светило	T (ч,м,с)	u (м,с)	Отсчет секстанта	i+S	t° В мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	01.07.04 02.43	1W 9,0	144,0 12,0	39°50,5'N 18°30,1'W	α Орла α Пегаса	03.40.17 03.42.10	+0,50 +0,50	55°01,8' 54°34,4'	-0,4' -0,4'	+20 750
2	14.08.04 04.40	2W 8,5	220,0 14,0	46°44,0'N 8°23,0'W	α Лебедя α Б.Медв.	06.35.47 06.41.21	-1,19 -1,19	24°23,1' 31°38,5'	-1,6' -1,5'	+28 770
3	10.07.04 01.36	4E 12,0	180,0 12,0	55°01,0'N 19°04,0'E	α Орла α Волопаса	21.30.15 21.33.50	+1,45 +1,45	39°00,7' 34°23,8'	-0,3' -0,3'	+10 760
4	20.12.04 20.42	2E 11,0	260,0 12,0	59°25,0'N 21°48,0'E	α Близн. α Кита	18.39.28 18.41.30	+0,24 +0,24	31°02,3' 33°48,1'	-0,8' -0,8'	-20 745
5	20.10.04 03.45	2W 12,0	170,0 18,0	40°20,0'N 12°17,0'W	β Ориона α Льва	05.40.18 05.44.20	+1,20 +1,20	36°56,9' 38°40,2'	-1,4' -1,2'	+10 750
6	21.06.04 00.10	2E 6,0	30,0 14,0	41°18,0'N 36°27,0'E	α Орла α Лебедя	22.05.16 22.10.12	+1,08 +1,08	52°47,9' 66°21,3'	+2,1' +2,6'	+28 745
7	21.06.04 21.40	1W 14,0	40,0 16,0	42°42,0'N 10°17,0'W	α Змеенос. α Лебедя	22.35.44 22.39.50	+0,10 +0,10	53°07,3' 41°13,8'	+1,2' +0,8'	+22 750
8	16.06.04 09.20	4E 10,0	150,0 16,0	48°12,0'N 52°28,0'E	α Кита α Вознич.	05.10.20 05.18.12	+1,37 +1,37	45°09,4' 61°44,6'	-1,8' -0,5'	+25 745
9	20.05.04 02.50	3W 10,0	130,0 14,0	45°42,0'N 41°21,0'W	α Б.Медв. α Кассиоп.	05.45.27 05.49.58	+1,02 +1,02	28°43,1' 43°50,9'	-1,2' -0,2'	+18 745
10	25.08.04 22.15	0 10,0	0,0 14,0	48°20,0'N 04°17,0'E	α Персея α Пегаса	22.09.07 22.14.03	+0,23 +0,23	29°54,8' 46°50,8'	+1,2' +0,3'	+30 770
11	30.06.04 05.20	0 14,0	60,0 12,0	44°20,0'N 01°48,0'W	α Кита α Пегаса	05.12.18 05.18.10	+1,48 +1,48	30°29,1' 59°41,0'	-2,0' -0,4'	+25 750
12	26.06.04 23.56	3E 10,0	100,0 16,0	50°09,0'N 43°16,0'E	α Орла α Волопаса	20.49.20 20.55.10	+0,50 +0,50	43°15,0' 34°41,4'	-1,2' -0,8'	+20 775
13	02.07.04 01.20	4W 12,0	120,0 14,0	48°15,0'N 62°26,0'W	α Змеенос. α Пегаса	05.11.40 05.18.20	+1,35 +1,35	45°14,7' 38°44,1'	+1,4' +1,0'	+28 745
14	20.08.04 23.15	2E 12,0	100,0 16,0	49°41,0'N 31°20,0'E	α Орла α Андром.	21.09.18 21.15.30	-0,27 -0,27	45°59,0' 52°02,7'	-0,8' -0,8'	+15 745
15	16.04.04 06.15	1W 10,0	130,0 14,0	56°48,0'N 12°17,0'W	α Б.Медв. α Змеенос.	07.10.08 07.15.02	-0,19 -0,19	34°00,3' 37°27,0'	+0,8' -0,2'	+5 760
16	14.09.04 02.02	4E 14,0	160,0 16,0	42°20,0'N 68°14,0'E	α Кита α Вознич.	22.00.01 22.01.40	+0,25 +0,25	49°51,0' 56°33,6'	-1,2' -1,0'	+20 770
17	01.06.04 05.17	2W 15,0	270,0 12,0	40°12,0'N 15°07,0'W	α Лебедя α Пегаса	07.10.15 07.16.20	+0,30 +0,30	65°59,7' 65°04,2'	-1,2' -1,3'	+16 745
18	02.09.04 03.10	5E 9,0	90,0 16,0	49°45,0'N 92°14,0'E	α Кита α Близнец.	22.05.10 22.10.30	-1,25 -1,25	44°27,8' 37°44,7'	+1,6' +1,2'	+8 770
19	20.07.04 21.30	0 14,0	50,0 16,0	14°20,0'N 02°16,0'W	α Волопаса α Змеенос.	21.24.40 21.29.40	+0,15 +0,15	46°49,9' 61°01,9'	-1,2' -0,7'	+30 770
20	10.06.04 08.05	2E 8,0	10,0 20,0	48°42,0'N 36°15,0'E	α Близнец. α Кита	06.00.10 06.04.15	+0,50 +0,50	24°27,9' 42°36,5'	+1,6' +0,8'	+17 750

Окончание задачи № 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
21	10.07.04 23.45	2E 10,0	180,0 12,0	54°47,0'N 19°30,0'E	α Б. Медв. α Змеенос.	21.40.10 21.44.17	+0,22 +0,22	39°39,7' 47°01,8'	-0,4' -0,3'	+10 760
22	18.07.86 23.56	2E 7,0	0,0 10,0	55°03,0'N 19°30,1'E	α Пегаса α Орла	21.50.14 21.56.45	+1,20 +1,20	28°34,3' 43°02,2'	-0,3' -0,2'	+18 765
23	25.07.04 05.50	4E 6,0	130,0 14,0	55°03,0'N 19°03,1'E	α Орла α Пегаса	01.44.10 01.48.30	+1,20 +1,20	28°53,2' 50°09,5'	-0,2' -0,3'	+12 750
24	27.07.04 20.26	0 5,0	160,0 14,0	47°20,4'N 06°18,5'W	α Волопаса α Орла	20.19.40 20.24.47	+0,38 +0,38	52°25,4' 31°51,9'	+0,2' +0,2'	+20 765
25	15.07.04 04.46	1W 12,0	200,0 16,0	42°16,0'N 02°21,0'W	α Вознич. α Кита	05.40.12 05.46.05	+1,18 +1,18	46°03,0' 44°42,5'	+0,5' +0,4'	+30 750
26	27.07.86 23.46	2E 10,0	90,0 12,0	55°40,0'N 10°25,0'E	α Орла α Андром.	21.40.50 21.46.15	-0,45 -0,45	41°31,4' 29°32,7'	+0,4' +0,3'	+15 765
27	25.05.04 05.15	2W 6,0	50,0 18,0	40°15,0'N 20°48,0'W	α Персея α Пегаса	07.09.17 07.15.25	+0,34 +0,34	34°46,0' 61°55,3'	+0,2' +1,8'	+20 745
28	01.05.04 23.56	3E 10,0	105,0 20,0	43°48,0'N 51°17,0'E	α Девы α Змеенос.	20.50.10 20.56.42	-0,35 -0,35	31°31,7' 44°49,3'	-1,0' -0,2'	+10 750
29	10.05.04 20.18	2W 15,0	90,0 18,0	45°20,0'N 20°47,0'W	α Лебедя α С.Корон.	22.10.29 22.17.50	+0,9 +0,9	11°13,6' 45°45,2'	-1,0' -0,1'	+20 745
30	20.05.04 08.20	0 10,0	25,0 14,0	44°50,0'N 02°49,0'E	α Кита α Пегаса	08.11.40 08.20.15	-0,30 -0,30	35°24,5' 56°06,4'	+1,5' +0,8'	+20 742

Порядок выполнения (пример)

16.06.2004 г. в $T_c = 09^h 19^m$, с судна, имеющего координаты $\varphi_c = 48^\circ 12,0' N$; $\lambda_c = 52^\circ 28,0' E$, произвели наблюдения (сериями из 3-х измерений h) двух светил:

- α Кита: $T = 05^h 11^m 20^s$; $OC = 45^\circ 13,9'$; $i+s = -1,8'$;

- α Возничего: $T = 05^h 19^m 12^s$; $OC = 61^\circ 51,0'$; $i+s = -1,2'$;

$N=4E$; $e = 13$ м; $t_B = +20^\circ$; $B_B = 742$ мм.рт.ст.; $u = +37^\circ$; $ПУ = 25,0^\circ$;

$V = 14$ уз.

Найти φ_0 и λ_0 .

а) расчет горизонтных координат светил h_c и A_c и истинных высот светил $h_{ист.}$

1. Рассчитываем экваториальные координаты светил t и δ .
2. Рассчитываем горизонтные координаты светил h_c и A_c .
3. Рассчитываем истинные высоты светил $h_{ист.}$

б) приведение высот к одному моменту

Приведение высот к одному моменту производится путем расчета поправки Δh_z , учитывающей изменение высоты светила за время между наблюдениями. Высоты светил всегда приводятся к моменту последних наблюдений. Поскольку в данной задаче

две линии положения, то первая линия положения приводится к моменту вторых наблюдений.

Расчет Δh_z производится на бланке Ш-8,

	1 линия	2 линия	3 линия	4 линия
<i>A</i> . круг.	165,8°			
<i>ПУ</i>	25,0°			
<i>A-ПУ</i>	140,8°			
Δh	-0,18'			
ΔT	7,9			
Δh_z	-1,4			

Расчет поправки Δh_z на бланке Ш-8

где *A* круг – счислимый азимут первой звезды, переведенный в круговой счет ($A_c = N165,8^\circ E = 165,8^\circ$);

ПУ – путевой угол судна ($ПУ = КК + \Delta GK + \alpha + \beta$);

A-ПУ – разность A_c и путевого угла судна;

Δh – изменение высоты в 1 минуте. Выбирается из таблицы «Приведение высот к одному зениту» по аргументам ($A_c - ПУ$) и скорости судна;

ΔT – разность времени между вторыми и первыми наблюдениями в минутах. Поскольку время наблюдений представлено в часах, минутах и секундах, то полученную разницу необходимо из минут и секунд перевести в минуты и десятые доли минуты:

$$\Delta T = 05^h 18^m 12^s - 05^h 10^m 20^s = 7^m 52^s \approx 7,9^m;$$

Δh_z – поправка за приведение высот светил к одному моменту:

$$\Delta h_z = \Delta h \cdot \Delta T = -0,18 \cdot 7,9 = -1,82 \approx -1,4'$$

в) построение ВЛП на бланке и нахождение обсервованных координат:

1. Находим элементы высотных линий положения (ВЛП):

1) $h - h_c = +2,0$; $A_c = N165,8^\circ E$;

2) $h - h_c = -2,0$; $A_c = N78,1^\circ W$.

2. Строим угловой масштаб для заданной широты, для чего под углом, равным широте места судна проводим наклонную ли-

нию. Оцифровываем наклонную (шкала $h-h_c$, $\Delta\varphi$, C) и горизонтальную (шкала $\Delta\lambda$) линии. Масштаб оцифровки выбирается таким, чтобы все построения уместились на астрономическом бланке (рис. 6).

3. Приняв счислимое место судна в центре бланка, используя его наружную оцифровку, проводим счислимые азимуты обеих линий положения. Для этого достаточно приложить линейку таким образом, чтобы она прошла через центр бланка и цифру, равную счислимому азимуту светила. Направления азимутов показываются стрелкой и обозначаются как A_{c1} и A_{c2} .

4. По направлениям азимутов A_{c1} и A_{c2} откладываем значения переносов $h-h_{c1}$ и $h-h_{c2}$. Значения переносов снимаются с наклонной линии углового масштаба, при этом если $h-h_c$ имеет знак «+», то он откладывается в сторону стрелки, а если знак «-», то в противоположную.

5. Через полученные точки проводим линии, перпендикулярные азимутам, которые и будут являться высотными линиями положения. В точке их пересечения получим наблюдаемое место \odot .

6. Снимем с бланка величины $\Delta\varphi$ и $\Delta\lambda$. Для того чтобы снять $\Delta\varphi$, необходимо измерителем измерить расстояние между горизонтальной линией, проходящей через центр бланка и наблюдаемым местом, и, не меняя раствора измерителя, снять это расстояние с наклонной линии углового масштаба. Чтобы снять $\Delta\lambda$, необходимо измерителем измерить расстояние между вертикальной линией, проходящей через центр бланка и наблюдаемым местом, и, не меняя раствора измерителя, снять это расстояние с горизонтальной линии углового масштаба. Если φ_c северная и наблюдаемое место получилось к северу от счислимого, то $\Delta\varphi$ имеет знак «+», если к югу, то «-», в Южном полушарии наоборот. Если λ_c восточная, а наблюдаемое место получилось к западу, то $\Delta\lambda$ имеет знак «-», к востоку «+», в западном полушарии наоборот:

$$\Delta\varphi = +2,6'; \quad \Delta\lambda = -2,7'.$$

7. Для того чтобы вычислить наблюдаемые координаты, необходимо к координатам счислимым прибавить значения $\Delta\varphi$ и $\Delta\lambda$ со своими знаками:

$$\varphi_0 = 48^\circ 14,6'N; \quad \lambda_0 = 52^\circ 25,3'E.$$

Расчет элементов высотных линий положения на бланке Ш-8

16 июня 2004 г. $\varphi_1 = 48^\circ 12.0'N$ ОЛ1= $\varphi_2 =$ $e = 13$ метров $t\epsilon = +20^\circ$
 Район _____ $\lambda_1 = 52^\circ 28.0'E$ ОЛ2= $\lambda_2 =$ $V = 14$ уз $B\epsilon = 742$ мм

		α Кита	α Возн.	Арг.	Задан.	Табл.	Задан-Табл.	h	45.10.2	A	N165.8E
		1 линия	2 линия	φ N	48.12.0	48	+12.0	Δh_φ	-21.6	ΔA_φ	-
Приб. Тс		09.10		δ N	4.04.6	4	+6.4	Δh_δ	+6.3	ΔA_δ	-
N_{w+}^E		-4		t E	10.21.3	10	+21.3	Δh_t	-3.5	ΔA_t	-
Приб. Тгр		05.10		q	9			Δh_q	-	$\Sigma \Delta A$	-
Дата		16.06						$\Sigma \Delta h$	-8.8	A_c	N165.8E
T	05.11.20	05.19.12	φ и δ одно(разно) именные				h_c	45.01.4	$A_c - \Delta A_t/2$		
u	+37	+37	Арг.	Задан.	Табл.	Задан-Табл	h	61.38.5	A	N78.1E	
Тгр	05.11.57	05.19.49	φ N	48.12.0	48	+12.0	Δh_φ	+2.5	ΔA_φ	-	
t_T	339.48.3	339.48.3	δ N	46.00.2	46	+0.2	Δh_δ	+0.1	ΔA_δ	-	
$\Delta_1 t$	2.59.7	4.58.1	t E	42.00.1	42	+0.1	Δh_t	-0.1	ΔA_t	-	
Δ_{2t}	-	-	q	71				Δh_q	-	$\Sigma \Delta A$	-
tгр	342.48.0	344.46.4					$\Sigma \Delta h$	+2.5	A_c	N78.1E	
λ_{w+}^E	+52.28.0	+52.28.0	φ и δ одно(разно) именные				h_c	61.41.0	$A_c - \Delta A_t/2$		
$t_M^{\gamma\varphi}$	395.16.0	397.14.4	Арг.	Задан.	Табл.	Задан-табл	h		A		
τ^*	314.22.7	280.45.5	φ				Δh_φ		ΔA_φ		
t_W	349.38.7	317.59.9	δ				Δh_δ		ΔA_δ		
t_E	10.21.3	42.00.1	t				Δh_t		ΔA_t		
Δ	-	-	q					Δh_q		$\Sigma \Delta A$	
δT	-	-					$\Sigma \Delta h$		A_c		
$\Delta \delta$	-	-	φ и δ одно(разно) именные				h_c		$A_c - \Delta A_t/2$		
δ	4.06.4 N	46.00.2 N	Арг.	Задан.	Табл.	Задан-Табл	h		A		
Отсчет	45.13.9	36.51.4	φ				Δh_φ		ΔA_φ		
$i+s$	-1.8	-1.2	δ				Δh_δ		ΔA_δ		
Изм. h	45.12.1	61.49.4	t				Δh_t		ΔA_t		
Δh_d	-6.4	-6.4	q					Δh_q		$\Sigma \Delta A$	
Вид. H	45.05.7	61.43.3					$\Sigma \Delta h$		A_c		
Поправ.	Δh_p	-1.0	φ и δ одно(разно) именные				h_c		$A_c - \Delta A_t/2$		
	Δh_t	0	Полярная			1 линия	2 линия	3 линия	4 линия		
	Δh_b	+0.1	1 попр.		A круг	165.8					
Ист. h	45.04.8	61.43.0	2 попр.		ПУ	25					
Δh_z	-1.4	-	3 попр.		A-ПУ	140.8					
Прив. h	45.03.4	61.43.0	Σ		Δh	-0.18					
h_c	45.01.4	61.41.0	Прив. h		ΔT	7.9					
$h - h_c$	+2.0	-2.0	φ_0		Δh_z	-1.4					

Примечания. 1. A_c – первая буква наименования одноименна с широтой, вторая – с местным часовым углом
 2. Аргумент $A_c - \Delta A_t/2$ используется только при расчете h_c с максимальной точностью

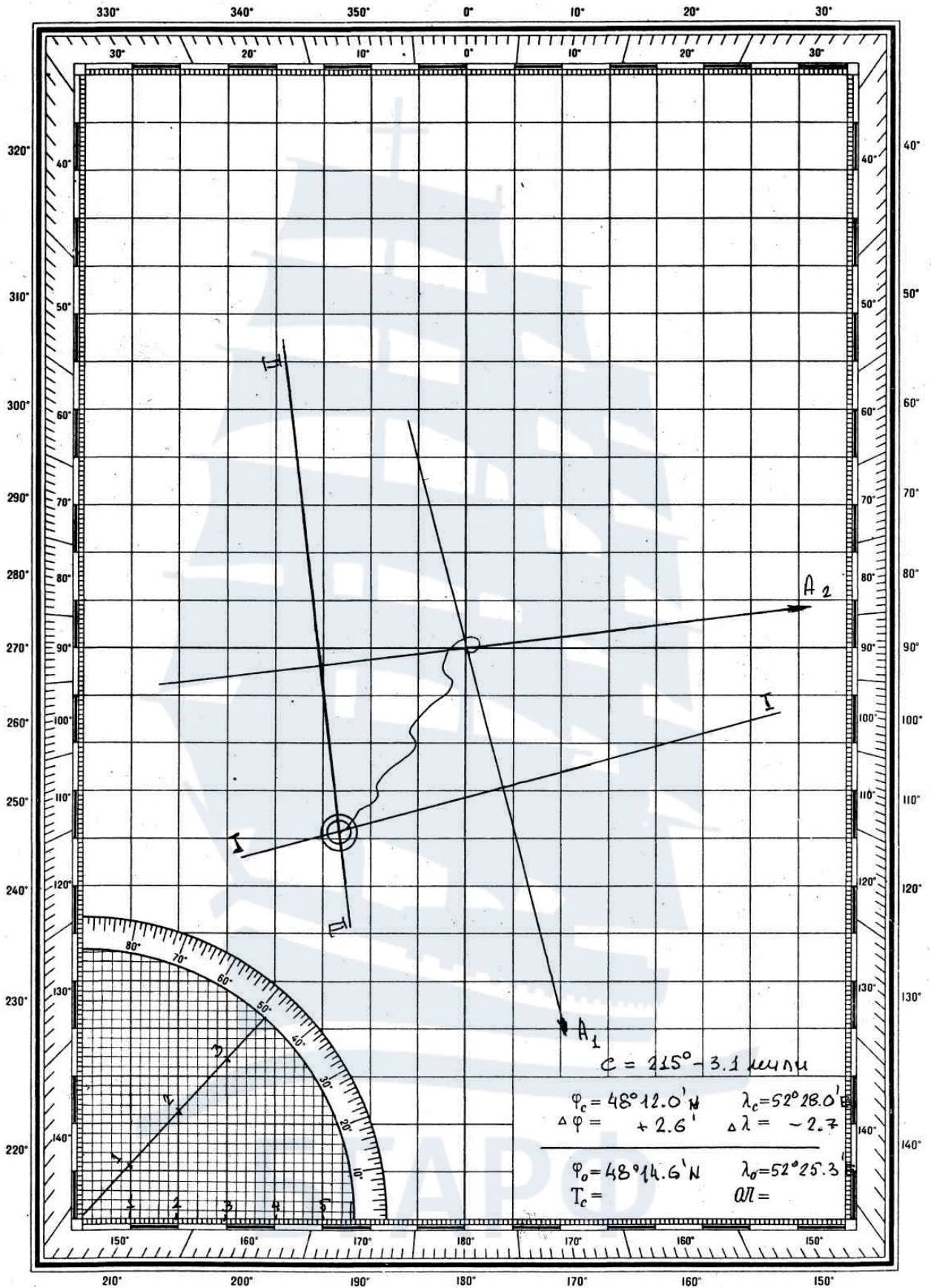


Рис. 6. Нахождение obserвованного места судна по одновременно измеренным высотам двух звезд

8. Снимаем с бланка значение невязки. Для того чтобы определить направление невязки, достаточно приложить линейку таким образом, чтобы она прошла через центр бланка и обсервованное место, и по наружной оцифровке бланка снять направление невязки в градусах. Чтобы определить величину невязки, необходимо измерителем измерить расстояние между центром бланка и обсервованным местом, и, не меняя раствора измерителя, снять это расстояние с наклонной линии углового масштаба:

$C = 214^\circ - 3,3$ мили.

Литература: [1, с.156-166; 2, с. 182-183].



Задача № 2

Определение места судна по высотам трех звезд

б) в следующих задачах рассчитать и построить элементы высотных линий положения, найти вероятнейшее место судна в треугольнике погрешностей:

№ п/п	Дата, Тс (ч,м)	N е(м.)	ПУ° V(уз)	Широта, долгота	Светило	T (ч,м,с)	u (м,с)	Отсчет секстана	i+s	t° В мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°10,6'N 01°53,5'W	α Волопаса	15.06.23	-1,12	14°05,2'	+0,2'	+15 759
					α Кассиоп.	15.10.06	-1,12	30°07,6'	+0,3'	
					α Ориона	15.16.00	-1,12	37°47,5'	+0,3'	
2	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°15,2'N 01°55,0'W	α Волопаса	15.06.23	-1,12	14°05,2'	-2,1'	+15 759
					α Кассиоп.	15.10.06	-1,12	30°07,6'	-2,0'	
					α Ориона	15.16.00	-1,12	37°47,5'	-2,2'	
3	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°13,2'N 01°43,4'W	α Волопаса	15.06.23	-1,12	14°05,2'	-1,4'	+15 759
					α Кассиоп.	15.10.06	-1,12	30°07,6'	-1,5'	
					α Ориона	15.16.00	-1,12	37°47,5'	-1,6'	
4	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°14,1'N 01°56,2'W	α Волопаса	15.06.23	-1,12	14°05,2'	+0,2'	+15 759
					α Кассиоп.	15.10.06	-1,12	30°07,6'	+0,1'	
					α Ориона	15.16.00	-1,12	37°47,5'	+0,0'	
5	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°12,2'N 01°51,2'W	α Волопаса	15.06.23	-1,12	14°05,2'	-0,6'	+15 759
					α Кассиоп.	15.10.06	-1,12	30°07,6'	-0,9'	
					α Ориона	15.16.00	-1,12	37°47,5'	-0,9'	
6	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°11,6'N 01°54,6'W	α Волопаса	15.06.23	-1,12	14°05,2'	+1,4'	+15 759
					α Кассиоп.	15.10.06	-1,12	30°07,6'	+1,6'	
					α Ориона	15.16.00	-1,12	37°47,5'	+1,5'	
7	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°13,1'N 01°47,8'W	α Волопаса	15.06.23	-1,12	14°05,2'	-0,9'	+15 759
					α Кассиоп.	15.10.06	-1,12	30°07,6'	-0,8'	
					α Ориона	15.16.00	-1,12	37°47,5'	-0,8'	
8	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°12,2'N 01°49,2'W	α Волопаса	15.06.23	-1,12	14°05,2'	+0,2'	+15 759
					α Кассиоп.	15.10.06	-1,12	30°07,6'	+0,5'	
					α Ориона	15.16.00	-1,12	37°47,5'	+0,7'	
9	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°11,8'N 01°43,5'W	α Волопаса	15.06.23	-1,12	14°05,2'	+0,2'	+15 759
					α Кассиоп.	15.10.06	-1,12	30°07,6'	+0,4'	
					α Ориона	15.16.00	-1,12	37°47,5'	+0,6'	
10	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°16,8'N 01°52,6'W	α Волопаса	15.06.23	-1,12	14°05,2'	-0,8'	+15 759
					α Кассиоп.	15.10.06	-1,12	30°07,6'	-0,9'	
					α Ориона	15.16.00	-1,12	37°47,5'	-0,7'	
11	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°09,8'N 01°46,7'W	α Волопаса	15.06.23	-1,12	14°05,2'	+0,4'	+15 759
					α Кассиоп.	15.10.06	-1,12	30°07,6'	+0,5'	
					α Ориона	15.16.00	-1,12	37°47,5'	+0,6'	
12	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°16,8'N 01°44,5'W	α Волопаса	15.06.23	-1,12	14°05,2'	+0,4'	+15 759
					α Кассиоп.	15.10.06	-1,12	30°07,6'	+0,7'	
					α Ориона	15.16.00	-1,12	37°47,5'	+0,8'	
13	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°08,3'N 01°48,5'W	α Волопаса	15.06.23	-1,12	14°05,2'	-0,4'	+15 759
					α Кассиоп.	15.10.06	-1,12	30°07,6'	-0,6'	
					α Ориона	15.16.00	-1,12	37°47,5'	-0,6'	
14	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°11,3'N 01°47,5'W	α Волопаса	15.06.23	-1,12	14°05,2'	+0,9'	+15 759
					α Кассиоп.	15.10.06	-1,12	30°07,6'	+0,7'	
					α Ориона	15.16.00	-1,12	37°47,5'	+0,6'	

Окончание задачи № 2, б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№ п/п	Дата, Тс (ч,м)	N е(м.)	ПУ° V(уз)	Широта, долгота	Светило	T (ч,м,с)	и (м,с)	Отсчет секстанга	i+s	t° В мм
15	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°12,6'N 01°54,5'W	α Волопаса α Кассиоп. α Ориона	15.06.23 15.10.06 15.16.00	-1,12 -1,12 -1,12	14°05,2' 30°07,6' 37°47,5'	-0,2' -0,3' -0,6'	+15 759
16	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°11,6'N 01°48,6'W	α Волопаса α Кассиоп. α Ориона	15.06.23 15.10.06 15.16.00	-1,12 -1,12 -1,12	14°05,2' 30°07,6' 37°47,5'	+0,9' +0,5' +0,4'	+15 759
17	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°11,8'N 01°47,6'W	α Волопаса α Кассиоп. α Ориона	15.06.23 15.10.06 15.16.00	-1,12 -1,12 -1,12	14°05,2' 30°07,6' 37°47,5'	-0,7' -0,9' -0,9'	+15 759
18	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°12,6'N 01°48,1'W	α Волопаса α Кассиоп. α Ориона	15.06.23 15.10.06 15.16.00	-1,12 -1,12 -1,12	14°05,2' 30°07,6' 37°47,5'	+0,2' +0,4' +0,5'	+15 759
19	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°12,9'N 01°47,5'W	α Волопаса α Кассиоп. α Ориона	15.06.23 15.10.06 15.16.00	-1,12 -1,12 -1,12	14°05,2' 30°07,6' 37°47,5'	-0,8' -0,2' -0,4'	+15 759
20	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°13,8'N 01°56,0'W	α Волопаса α Кассиоп. α Ориона	15.06.23 15.10.06 15.16.00	-1,12 -1,12 -1,12	14°05,2' 30°07,6' 37°47,5'	+0,9' +0,7' +0,5'	+15 759
21	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°16,5'N 01°47,9'W	α Волопаса α Кассиоп. α Ориона	15.06.23 15.10.06 15.16.00	-1,12 -1,12 -1,12	14°05,2' 30°07,6' 37°47,5'	-0,2' -0,6' -0,7'	+15 759
22	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°16,5'N 01°46,2'W	α Волопаса α Кассиоп. α Ориона	15.06.23 15.10.06 15.16.00	-1,12 -1,12 -1,12	14°05,2' 30°07,6' 37°47,5'	-0,9' -0,6' -0,7'	+15 759
23	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°10,1'N 01°49,3'W	α Волопаса α Кассиоп. α Ориона	15.06.23 15.10.06 15.16.00	-1,12 -1,12 -1,12	14°05,2' 30°07,6' 37°47,5'	+0,1' -0,3' -0,2'	+15 759
24	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°08,7'N 01°58,6'W	α Волопаса α Кассиоп. α Ориона	15.06.23 15.10.06 15.16.00	-1,12 -1,12 -1,12	14°05,2' 30°07,6' 37°47,5'	+0,4' -0,1' -0,2'	+15 759
25	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°12,7'N 01°58,7'W	α Волопаса α Кассиоп. α Ориона	15.06.23 15.10.06 15.16.00	-1,12 -1,12 -1,12	14°05,2' 30°07,6' 37°47,5'	+0,3' -0,7' -0,8'	+15 759
26	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°10,4'N 02°01,5'W	α Волопаса α Кассиоп. α Ориона	15.06.23 15.10.06 15.16.00	-1,12 -1,12 -1,12	14°05,2' 30°07,6' 37°47,5'	+0,1' +0,2' +0,3'	+15 759
27	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°12,0'N 01°48,9'W	α Волопаса α Кассиоп. α Ориона	15.06.23 15.10.06 15.16.00	-1,12 -1,12 -1,12	14°05,2' 30°07,6' 37°47,5'	-1,2' -1,6' -1,7'	+15 759
28	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°12,8'N 01°42,7'W	α Волопаса α Кассиоп. α Ориона	15.06.23 15.10.06 15.16.00	-1,12 -1,12 -1,12	14°05,2' 30°07,6' 37°47,5'	+1,0' +1,2' +1,2'	+15 759
29	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°05,2'N 01°44,0'W	α Волопаса α Кассиоп. α Ориона	15.06.23 15.10.06 15.16.00	-1,12 -1,12 -1,12	14°05,2' 30°07,6' 37°47,5'	-0,9' -1,1' -1,6'	+15 759
30	09.06.04 19.15	4E 19,5	255,0 14,0	50°16,7'N 01°48,0'W	α Волопаса α Кассиоп. α Ориона	15.06.23 15.10.06 15.16.00	-1,12 -1,12 -1,12	14°05,2' 30°07,6' 37°47,5'	+1,2' +1,6' +1,8'	+15 759

Порядок выполнения (примеры)

09.06.2004 г. в $T_c=19^h15^m$ с судна, следовавшего ПУ= $255,0^\circ$ скоростью 14,0 узлов и имеющего координаты $\varphi_c=50^\circ12,2'N$, $\lambda_c=1^\circ50,6'W$ произвели наблюдения (сериями из 3-х измерений h) трех светил:

- α Волопаса: $T=15^h06^m23^s$; $u=-1^m12^s$; $OC=14^\circ05,2' i+s +1,4'$;

- α Кассиопеи: $T=15^h10^m06^s$; $u=-1^m12^s$; $OC=30^\circ07,6' i+s =+1,5'$;

- α Ориона: $T=15^h16^m00^s$; $u=-1^m12^s$; $OC=37^\circ45,5' i+s =+1,7'$;

$e=19,5m$; $t_b=+15^\circ$; $V_b=759$ мм.рт.ст.; $N=4E$.

Найти вероятнейшие координаты места судна φ_b, λ_b .

а) расчет и прокладка на астрономическом бланке элементов высотных линий положения

1. Рассчитываем экваториальные координаты светил t и δ .
2. Рассчитываем горизонтные координаты светил h_c и A_c .
3. Рассчитываем истинные высоты светил $h_{ист}$.
4. Осуществляем приведение высот к одному моменту путем расчета поправок Δh_z для первой и второй линий положения и получаем элементы высотных линий положения:

$$h-h_{c1}=+1,3', A_{c1}=N76,8^\circ E;$$

$$h-h_{c2}=-1,4', A_{c2}=N35,5^\circ W;$$

$$h-h_{c3}=+1,3', A_{c3}=N132,7^\circ W.$$

5. Прокладываем на астрономическом бланке рассчитанные элементы высотных линий положения.

б) нахождение вероятнейшего места судна в фигуре погрешностей

При определении места судна по трем светилам, в отличие от двух, линии положения, как правило, из-за наличия в измерениях и расчетах случайных и систематических погрешностей, не будут пересекаться в одной точке, образуя так называемую фигуру погрешностей (в данном случае треугольник). Для наиболее точного нахождения вероятнейших координат места судна в фигуре погрешностей желательно знать соотношение проявления в астрономических наблюдениях случайных и систематических погрешностей.

Процесс нахождения вероятнейших координат места судна в фигуре погрешностей должен начинаться с анализа полученной фигуры на «освещенность». Для этого необходимо отметить те стороны линий положения, составляющих треугольник погрешностей, куда направлен азимут светила («освещенные» стороны обращены к своим полюсам освещенности).

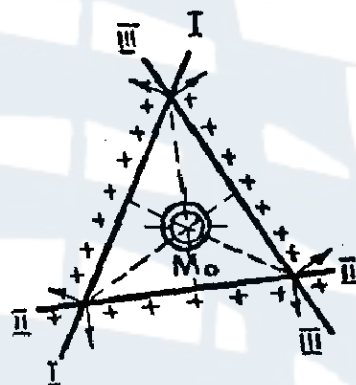


Рис. 7. Нахождение вероятнейшего места судна в треугольнике погрешностей при расположении светил по всему горизонту

Если все стороны треугольника погрешностей «освещены» одинаково (либо внутрь, либо наружу треугольника), то вероятное место судна всегда, независимо от соотношения случайных и систематических погрешностей, будет находиться внутри треугольника, на пересечении биссектрис его внутренних углов (рис. 7). Такая фигура погрешностей, как правило, получается, если измеряемые светила находятся по всему горизонту (смежные $\Delta A > 90^\circ$).

Если измеряемые светила находятся по одну сторону горизонта (смежные $\Delta A < 90^\circ$), то стороны треугольника погрешностей, как правило, «освещены» неодинаково (две стороны внутрь, одна наружу, или наоборот). Вероятное место судна в таком случае находится следующим образом (рис. 8):

- находится точка M_{O1} внутри треугольника, на пересечении биссектрис его внутренних углов;

- находится точка M_{O2} вне треугольника погрешностей с той его стороны, которая «освещена» отлично от двух других на пересечении биссектрис одного внутреннего и двух внешних углов треугольника;

– отрезок $M_{O1}M_{O2}$ делится в соотношении, равном соотношению случайных и систематических погрешностей. Если это соотношение неизвестно, то предполагается что вероятность проявления случайных и систематических погрешностей одинакова (50% случайных и 50% систематических погрешностей). В этом случае отрезок $M_{O1}M_{O2}$ делится пополам, полученная точка M_O и будет вероятнейшим местом судна.

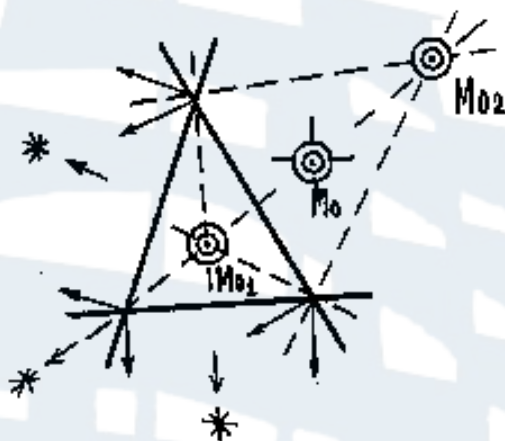


Рис. 8. Нахождение вероятнейшего места судна в треугольнике погрешностей при расположении светил по одну сторону горизонта

В данной задаче все стороны треугольника погрешностей «освещены» одинаково, следовательно вероятнейшее место судна будет находится внутри треугольника погрешностей на пересечении биссектрис его внутренних углов (рис. 9).

в) нахождение координат вероятнейшего места судна

Снимаем с бланка значения $\Delta\varphi$ и $\Delta\lambda$, прибавляем их со своими знаками к счислимым координатам и получаем координаты вероятнейшего места судна, снимаем направление и величину невязки:

Ответ: $\varphi_B = 50^\circ 10,2'N$; $\lambda_B = 01^\circ 50,6'W$; $C = 150^\circ - 2,3$ мили.

Литература: [1, с.166-173; 2, с. 169-177, 182-183].

Расчет элементов высотных линий положения на бланке Ш-8

09 июня 2004 г.
Район _____

$\varphi_1 = 50^\circ 12.2'N$
 $\lambda_1 = 01^\circ 50.6'W$

ОЛ1=
ОЛ2=

$\varphi_2 =$
 $\lambda_2 =$

$e = 19.5$ м $t\theta = +15^\circ$
 $V = 14$ уз $B\theta = 759$ мм

	α Волоп.	α Кассиоп	α Ориона	Арг.	Задан.	Табл.	Задан-Табл.	h	13.48.9	A	N76.8E	
	1 линия	2 линия	3 линия	φ N	50.12.2	50	+12.2	Δh_φ	+2.9	ΔA_φ	-	
Приб. Тс			19.15	δ N	19.09.6	19	+9.6	Δh_δ	+7.3	ΔA_δ	-	
N^{E-w+}			-4	t E	91.11.8	91	+11.8	Δh_t	-7.4	ΔA_t	-	
Приб. Тгр			15.15	q	41			Δh_δ	-	$\Sigma \Delta A$	-	
Дата			09.06					$\Sigma \Delta h$	+2.8	A_c	N76.8E	
T	15.06.23	15.10.06	15.16.00	φ и δ одно(разно) именные				h_c	13.51.7	$A_c - \Delta A_t/2$		
u	-1.12	-1.12	-1.12	Арг.	Задан.	Табл.	Задан-Табл.	h	29.38.2	A	N35.5W	
Тгр	15.05.11	15.08.54	15.14.48	φ N	50.12.2	50	+12.2	Δh_φ	+10.0	ΔA_φ	-	
t_T	123.18.9	123.18.9	123.18.9	δ N	56.33.4	56.30	+3.4	Δh_δ	+2.5	ΔA_δ	-	
$\Delta_1 t$	01.18.0	02.13.9	03.42.6	t W	113.31.3	114	-28.7	Δh_t	+10.8	ΔA_t	-	
$\Delta_2 t$	-	-	-	q	43			Δh_δ	-	$\Sigma \Delta A$	-	
tгр	124.36.9	125.32.8	127.01.5					$\Sigma \Delta h$	+23.3	A_c	N35.5W	
λ^{E-w-}	-01.50.6	-01.50.6	-01.50.6	φ и δ одно(разно) именные				h_c	30.01.5	$A_c - \Delta A_t/2$		
t_M^{γ}	338.16.5	339.37.4	340.57.7	Арг.	Задан.	Табл.	Задан-Табл.	h	37.33.2	A	N132.6W	
τ^*	146.01.9	349.49.1	271.09.3	φ N	50.12.2	50	+12.2	Δh_φ	-8.3	ΔA_φ	-	
t_W	268.48.2	113.31.3	36.20.2	δ N	07.24.5	07	+24.5	Δh_δ	+21.6	ΔA_δ	-	
t_E	91.11.8			t W	36.20.2	36	+20.2	Δh_t	-9.6	ΔA_t	-	
Δ	-	-	-	q	28			Δh_δ	-	$\Sigma \Delta A$	-	
δT	-	-	-					$\Sigma \Delta h$	+3.7	A_c	N132.6W	
$\Delta \delta$	-	-	-	φ и δ одно(разно) именные				h_c	37.36.9	$A_c - \Delta A_t/2$		
δ	19.09.6 N	56.33.4 N	07.24.5 N	Арг.	Задан. N	Табл.	Задан-Табл.	h		A		
Отсчет	14.05.2	30.07.6	37.45.5	φ				Δh_φ		ΔA_φ		
$i+s$	+1.6	+1.5	+1.7	δ				Δh_δ		ΔA_δ		
Изм. h	14.06.8	30.09.1	37.47.2	t				Δh_t		ΔA_t		
Δh_d	-7.8	-7.8	-7.8	q				Δh_δ		$\Sigma \Delta A$		
Вид. H	13.59.0	30.01.3	37.39.4					$\Sigma \Delta h$		A_c		
Поправ.	Δh_p	-3.8	-1.7	-1.2	φ и δ одно(разно) именные				h_c		$A_c - \Delta A_t/2$	
	Δh_t	0	0	0	Полярная			1 линия	2 линия	3 линия	4 линия	
	Δh_b	0	0	0	1 попр.		A круг	76.8	324.5			
Ист. h	13.55.2	30.00.1	37.38.2	2 попр.		ПУ	255	255				
Δh_z	-2.2	+0.5	-	3 попр.		A-ПУ	181.8	69.5				
Прив. h	13.53.0	30.00.1	37.38.2	Σ		Δh	-0.23	+0.08				
h_c	13.51.7	30.01.5	37.36.9	Прив. h		ΔT	9.6	5.9				
$h - h_c$	+1.3	-1.4	+1.3	φ_0		Δh_z	-2.2	+0.5				

- Примечания.** 1. A_c - первая буква наименования одноименна с широтой, вторая- с местным часовым углом
2. Аргумент $A_c - \Delta A_t/2$ используется только при расчете h_c с максимальной точностью

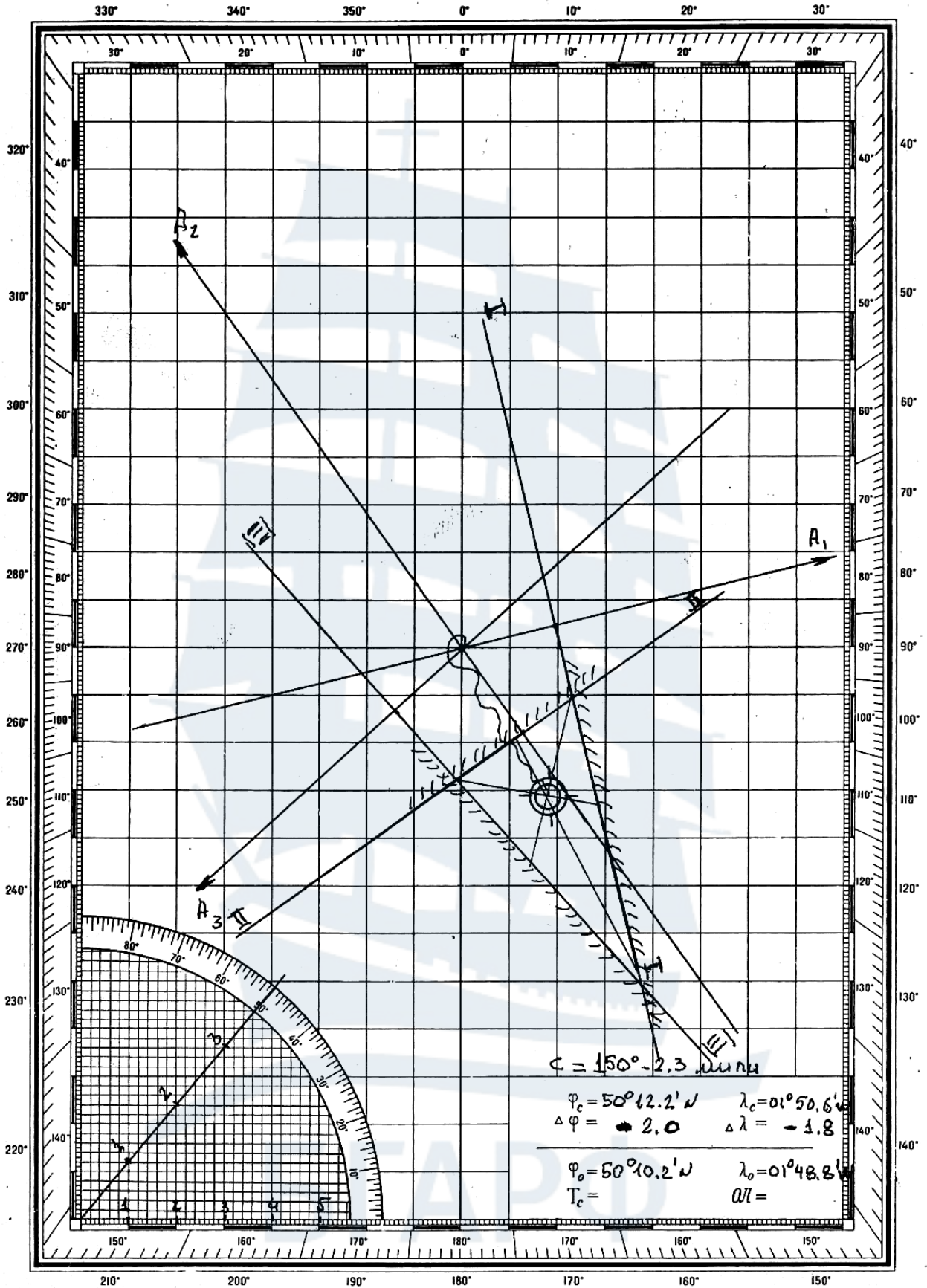


Рис. 9. Нахождение вероятнейшего места судна в фигуре погрешностей

Задача № 3

Определение обсервованной широты места судна по меридиональной высоте Солнца и высоте Полярной

а) в следующих задачах рассчитать обсервованную широту места судна по меридиональной высоте Солнца:

№ п/п	Дата	Тгр (ч,м)	Отсчет секстана	i+s	ПУ°	V (уз)	e (м)	t°	B мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	23.04	11.58	47°15,0'	+0,2'	235	10	12,7	+18	765
2	17.05	11.56	25°12,5'	-1,6'	34	12	7,6	+20	760
3	19.09	11.53	38°35,2'	-2,8'	45	6	16,7	+10	745
4	16.01	12.09	26°12,8'	+2,1'	28	15	5,3	-15	771
5	28.06	12.03	36°34,7'	-0,5'	356	14	12,9	+30	756
6	22.08	12.02	44°12,6'	+3,2'	306	18	10,5	+36	739
7	02.09	11.59	37°15,9'	+2,1'	34	22	16,0	+24	781
8	17.11	11.45	29°35,9'	-2,4'	18	20	5,9	+7	756
9	27.12	12.01	28°43,7'	-3,1'	26	18	11,9	-12	742
10	06.07	12.04	36°37,6'	-2,2'	298	12	9,0	+25	741
11	26.07	12.06	46°12,9'	-0,6'	345	14	3,2	+18	756
12	17.09	11.54	55°11,8'	+3,5'	321	16	21,0	+15	740
13	13.07	12.05	43°12,5'	-4,2'	19	15	20,1	+25	769
14	23.03	12.06	33°45,5'	+2,1'	39	24	12,0	-1	776
15	11.10	11.47	28°36,9'	+2,6'	0	20	11,6	-2	750
16	22.11	11.45	28°12,5'	-1,9'	175	19	13,8	-5	745
17	06.05	11.56	33°56,4'	-1,5'	154	23	12,2	+9	762
18	23.10	11.44	31°34,8'	+2,5'	241	22	6,4	+5	760
19	11.04	12.00	42°12,6'	-0,3'	220	17	9,0	+12	780
20	24.06	12.02	30°23,8'	+4,2'	210	6	7,3	+19	759
21	13.07	12.05	29°36,9'	+2,1'	200	9	12,6	+27	740
22	11.09	11.56	43°11,6'	-2,4'	170	12	6,2	+4	751
23	23.05	11.56	42°18,9'	+2,1'	155	11	19,4	+17	774
24	18.10	11.45	29°56,4'	-4,2'	10	18	9,0	0	745
25	13.12	11.54	26°16,7'	+1,6'	230	19	12,5	-14	775
26	05.03	12.11	32°26,7'	-3,2'	120	16	4,9	-1	770
27	15.09	11.55	45°23,5'	+2,6'	230	4	17,2	+16	752
28	27.07	12.06	52°17,7'	-2,4'	355	17	23,2	+22	739
29	16.02	12.14	25°46,8'	+2,2'	18	19	12,2	-19	764
30	11.07	12.05	48°45,5'	+1,0'	342	22	11,6	+20	745

б) в следующих задачах рассчитать обсервованную широту места судна по высоте Полярной

№ п/п	Дата	Тгр (ч,м)	Отсчет секстана	i+s	e (м)	t°	B мм
1	2	3	4	5	6	7	8
1	23.04	01.58	47°15,0'	+0,2'	12,7	+18	765
2	17.05	06.56	25°12,5'	-1,6'	7,6	+20	760
3	19.09	03.53	38°35,2'	-2,8'	16,7	+10	745
4	16.01	22.09	26°12,8'	+2,1'	5,3	-15	771
5	28.06	02.03	36°34,7'	-0,5'	12,9	+30	756
6	22.08	02.02	44°12,6'	+3,2'	10,5	+36	739
7	02.09	01.59	37°15,9'	+2,1'	16,0	+24	781
8	17.11	05.45	29°35,9'	-2,4'	5,9	+7	756
9	27.12	08.01	28°43,7'	-3,1'	11,9	-12	742
10	06.07	05.04	36°37,6'	-2,2'	9,0	+25	741
11	26.07	06.06	46°12,9'	-0,6'	3,2	+18	756
12	17.09	06.54	55°11,8'	+3,5'	21,0	+15	740
13	13.07	09.05	43°12,5'	-4,2'	20,1	+25	769
14	23.03	02.06	33°45,5'	+2,1'	12,0	-1	776
15	11.10	06.47	28°36,9'	+2,6'	11,6	-2	750
16	22.11	09.45	28°12,5'	-1,9'	13,8	-5	745
17	06.05	07.56	33°56,4'	-1,5'	12,2	+9	762
18	23.10	03.44	31°34,8'	+2,5'	6,4	+5	760
19	11.04	10.00	42°12,6'	-0,3'	9,0	+12	780
20	24.06	02.02	30°23,8'	+4,2'	7,3	+19	759
21	13.07	02.05	29°36,9'	+2,1'	12,6	+27	740
22	11.09	07.56	43°11,6'	-2,4'	6,2	+4	751
23	23.05	06.56	42°18,9'	+2,1'	19,4	+17	774
24	18.10	08.45	29°56,4'	-4,2'	9,0	0	745
25	13.12	22.54	26°16,7'	+1,6'	12,5	-14	775
26	05.03	23.11	32°26,7'	-3,2'	4,9	-1	770
27	15.09	21.55	45°23,5'	+2,6'	17,2	+16	752
28	27.07	22.06	52°17,7'	-2,4'	23,2	+22	739
29	16.02	22.14	25°46,8'	+2,2'	12,2	-19	764
30	11.07	22.05	48°45,5'	+1,0'	11,6	+20	745

Порядок выполнения (на примерах)

а) определение обсервованной широты места судна по меридиональной высоте Солнца

23.03.2004 г. в $T_{гр}=11^ч46^м$ по $A \approx 180^\circ$ произвели измерение меридиональной высоты нижнего края Солнца:

OC=26°27,6'; $i+s=+1,5'$; $e=10,5\text{м}$; $t_b=+10^\circ$; $V_b=760$ мм.рт.ст.,
 $V=20,0$ уз, ПУ=180°.

Рассчитать обсервованную широту φ_o .

Решение

1. Выбираем из МАЕ на гринвичскую дату (23.03.2004 г.) и время наблюдений ($T_{гр}=11^{\text{ч}}46^{\text{м}}$) значение склонения Солнца δ° :

$$\delta^\circ=1^\circ16,0'N.$$

2. Рассчитываем истинную высоту Солнца на момент наблюдений:

Отсчет	26.27.6	
$i+S$	+1.5	
Изм. h	26.29.1	
Δh_d	-5.7	
Вид. H	26.23.4	
Попр.	Δh_{p+p}	-1.9
	$\Delta h_{t+\theta}$	0
	R	+16.1
Ист. h	26.09.4	

3. Рассчитываем широту места судна φ_h для неподвижного судна ($+\delta^\circ$ берется при одноименных φ и δ° , а $-\delta^\circ$ – при разноименных φ и δ°):

$$\varphi_h=90^\circ-\text{Ист.}h\pm\delta^\circ=90^\circ-26^\circ09,4'+1^\circ16,0=65^\circ06,6'N.$$

4. Рассчитываем аргументы для выборки из таблицы 3.44 МТ-2000 (таблицы 19 МТ-75) поправки $\Delta\varphi$, учитывающей движение судна. Такими аргументами являются $(v-\psi)$ и $(\text{tg}\varphi-\text{tg}\delta)$.

5. v – часовое изменение склонения. Выбирается из МАЕ как разница между двумя соседними значениями склонения на целое количество часов:

на 23.03.2004 г. для $T_{гр}=11^{\text{ч}}$ $\delta^\circ=1^\circ15,2'N$, для $T_{гр}=12^{\text{ч}}$ $\delta^\circ=1^\circ16,2'N$, следовательно:

$$v=+1,0'/\text{час}.$$

6. ψ – часовое изменение широты места судна, имеющее знак «+» при разности широт одноименной φ , и знак «-» при разности широт разноименной φ . Значение ψ можно снять с морской навигационной карты, либо рассчитать аналитически:

$$\psi=V\cos\text{ПУ}=20\cos180^\circ=-20,0'/\text{час};$$

$$(v-\psi)=+21,0'/\text{час}, \text{tg}\varphi-\text{tg}\delta=\text{tg}(26^\circ09,4')-\text{tg}(1^\circ16,0')=+2,12.$$

7. Выбираем по полученным аргументам ($\nu-\psi$) и ($\text{tg}\varphi-\text{tg}\delta$) из таблицы 3.44 МТ-2000 (таблицы 19 МТ-75) поправку $\Delta\varphi$, учитывающую движение судна:

$$\Delta\varphi = -2,0'$$

8. Рассчитываем наблюдаемую широту места судна φ_0 для движущегося судна:

$$\varphi_0 = \varphi_h + \Delta\varphi = 65^\circ 06,6' - 2,0' = 65^\circ 04,6'$$

Примечание: В широтах $\varphi < 40^\circ$, при значениях ПУ, близких к 90° или 270° , или если скорость судна V очень мала, расчетом поправки $\Delta\varphi$ можно пренебречь ввиду ее малости. Тогда для упрощения расчетов можно принять:

$$\varphi_0 = \varphi_h = 90^\circ - \text{Ист.} h \pm \delta^\circ.$$

б) Определение наблюдаемой широты места судна по высоте Полярной

18.07.2004 г. в $T_{\text{гр}} = 07^{\text{ч}} 00^{\text{м}} 01^{\text{с}}$ произвели измерения высоты Полярной:

$OC = 47^\circ 15,0'$; $u = +10^\circ$; $i+s = +0,2'$; $e = 20,5\text{м}$; $t_b = +10^\circ$; $B_b = 768 \text{ мм.рт.ст.}$

Рассчитать наблюдаемую широту φ_0 .

Решение

1. Рассчитываем для Полярной на бланке Ш-8 местный часовой угол точки Овна t_m^γ :

T	07.00.11
u	+10
$T_{\text{гр}}$	07.00.11
t_T	41.25.7
$\Delta_1 t$	0.02.8
$\Delta_2 t$	-
$t_{\text{гр}}$	41.28.5
$\lambda^{\text{E}+}_{\text{W}-}$	-07.20.0
t_m^γ	34.08.5

2. Рассчитываем для Полярной на бланке Ш-8 истинную высоту светила $h_{ист}$:

Отсчет	47.15.0	
$i+S$	+0.2	
Изм. h	47.15.2	
Δh_d	-8.0	
Вид. H	47.07.2	
Поправ.	Δh_p	-0.9
	Δh_t	0
	Δh_B	0
Ист. h	47.06.3	

3. Находим из Морского астрономического ежегодника (раздел «широта по высоте Полярной») три поправки:

- первую – по аргументу местный часовой угол точки Овна t_m^γ ;

- вторую – по аргументам местный часовой угол точки Овна t_m^γ и высоте $h_{ист}$;

- третью – по аргументам местный часовой угол точки Овна t_m^γ и дате.

Исправляем полученными поправками значение $h_{ист}$ и получаем наблюдаемую широту места судна $\varphi_0=46^\circ 23,3'$.

Полярная	
1 попр.	-42.6
2 попр.	0
3 попр.	-0.4
Σ	-43.0
Прив. h	47.06.3
φ_0	46.23.3

Литература: [1, с.189-196; 2, с.221-226].

Задача № 4

Определение места судна по разновременным высотам Солнца

В следующих задачах найти обсервованные координаты места судна φ_0, λ_0 по разновременным высотам Солнца:

№ п/п	Дата T _{C1}	Широта 1 Долгота 1	T ₁ (ч,м,с) u ₁	Отсчет ₁ i+s	Дата T _{C2}	Широта 2 Долгота 2	T ₂ (ч,м,с) u ₂	Отсчет ₂ i+s	N	t°, В мм	e (м)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	14.12.04 12.10	47°12,6'N 12°15,0'W	11.08.47 -1м04с	16°12,6' +2,0'	14.12.04 15.43	46°39,5'N 11°46,7'W	14.40.54 -1м02с	15°05,6' +2,1'	1E	-3° 745	12,0
2	12.12.04 11.31	48°32,5'W 13°19,8'W	10.31.03 -11с	12°02,9' +0,3'	12.12.04 14.17	47°51,6'N 13°52,0'W	13.16.16 -11с	18°40,2' +0,2'	1E	-4° 750	9,3
3	13.02.04 11.46	56°12,3'N 05°10,5'E	10.46.39 -15с	18°51,2' -3,4'	13.02.04 13.51	55°47,7'N 04°41,8'E	12.50.51 -17с	19°41,6' -2,6'	1E	-10° 740	
4	13.08.04 11.46	56°12,2'N 05°10,5'E	10.46.39 -15с	46°56,4' -4,4'	13.08.04 13.51	55°47,7'N 04°41,8'E	12.50.51 -17с	48°44,0' -4,5'	1E	+10° 740	8,6
5	05.07.04 11.40	42°20,4'N 13°17,0'W	12.40.18 +1м20с	69°54,1' -0,6'	05.07.04 15.10	41°42,7'N 13°20,4'W	16.08.10 +1м25с	45°50,7' -0,9'	1W	18° 765	11,5
6	05.07.04 09.40	42°20,4'N 13°17,0'W	10.40.18 +1м20с	55°31,6' -0,3'	05.07.04 13.10	41°42,7'N 13°20,4'W	14.08.10 +1м25с	65°42,4' -0,5'	1W	+18° 765	11,5
7	18.07.04 10.20	42°10,8'N 38°10,4'W	12.20.10 +18с	53°36,6' +1,4'	18.07.04 13.41	42°51,4'N 39°00,5'W	15.40.40 +20с	64°42,5' +0,9'	2W	+18° 765	14,0
8	14.06.04 8.20	44°20,0'N 62°15,0'W	12.19.49 +10с	38°59,3' -1,6'	14.06.04 11.10	44°53,6'N 63°01,2'W	15.10.02 +10с	64°50,2' -0,4'	4W	+26° 775	15,0
9	21.06.04 12.40	48°43,0'N 10°17,0'E	11.40.50 -18с	64°10,2' +1,3'	21.06.04 15.55	48°45,0'N 11°01,0'E	14.55.20 -18с	40°28,5' +0,9'	1E	+18° 780	8,0
10	21.06.04 13.20	48°12,2'N 01°44,0'W	13.18.20 +1м35с	61°20,4' -1,7'	21.06.04 16.03	48°00,3'N 02°05,7'W	16.03.15 +1м35с	37°50,3' -0,4'	0	+25° 770	10,0
11	30.08.04 10.01	47°16,0'N 12°20,0'E	09.00.50 +1м05	42°42,4' -1,4'	30.08.04 13.24	47°45,0'N 12°49,4'E	13.24 +1м05с	47°39,3' -1,0'	1E	+20° 760	12,0
12	15.09.04 14.20	41°47,0'N 04°15,0'W	14.20.50 -45с	41°28,3' -1,1'	15.09.04 17.07	42°02,4'N 04°00,1'W	17.07.30 -45с	13°38,6' -2,3'	0	+10° 750	8,0
13	25.07.04 13.05	48°38,0'N 26°17,0'E	11.04.20 -8с	59°30,5' -1,4'	25.07.04 16.12	48°52,0'N 26°00,5'E W	14.12.08 -8с	35°40,0' -0,5'	2E	+10° 760	10,0
14	10.07.04 08.20	40°49,0'N 14°11,0'W	10.18.15 +1м15с	51°43,7' +1,3'	10.07.04 11.36	41°05,0'N 14°23,0'W	13.34.40 +1м15с	69°42,2' +1,0'	2W	+10° 760	12,0
15	16.09.04 11.40	44°20,0'N 20°48,0'E	09.40.28 - 16с	49°27,8' +1,3'	16.09.04 14.38	44°38,0'N 21°01,0'E	12.38.01 -16с	39°12,2' +0,6'	2W	+20° 747	8,0
16	25.09.04 07.50	48°20,0'N 10°05,0'W	09.49.20 +41с	29°16,7' -1,2'	25.09.04 11.04	48°38,0'N 10°44,0'W	13.03.50 +41с	39°40,8' -1,6'	2W	+25° 760	10,0
17	14.10.04 10.49	40°39,5'N 133°42,0'E	01.49.36 -29с	38°52,9' +2,1'	14.10.04 14.25	41°18,6'N 132°09,0'E W W	05.25.58 -31с	29°44,1' +0,3'	9E	+10° 765	8,6

Окончание задачи № 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18	11.02.04 09.56	41°37,4'N 11°32,0'W	09.55.41 +9с	19°42,0' +0,6'	11.02.04 12.18	41°13,4'N 11°09,5'W	12.18.15 -13с	33°43,0' -0,3'	0	-5° 745	11,5
19	07.06.04 07.38	49°30,0'N 10°18,0'W	08.38.05 +2м09с	36°19,8' +0,7'	07.06.04 09.42	49°11,3'N 09°28,2'W	10.43.06 +2м09с	55°30,0' +1,1'	1W	+15° 749	8,0
20	21.07.04 12.05	55°40,5'N 02°12,0'W	11.05.16 +6с	52°11,0' -1,5'	21.07.04 14.04	55°32,5'N 01°55,5'W	13.03.07 +6с	53°27,3' -1,2'	1E	+20° 761	9,4
21	09.07.04 09.18	55°11,2'N 19°30,0'E	07.17.17 - 8с	39°09,8' +0,6'	09.07.04 14.12	55°12,3'N 19°45,3'E	12.12.18 -6с	53°15,4' +0,6'	2E	+21° 770	12,0
22	10.07.04 10.40	56°40,0'N 19°20,0'E	06.40.15 - 10с	33°30,4' -0,8'	10.07.04 15.00	56°24,0'N 19°00,0'E	11.00.10 -10с	55°36,4' -0,5'	4E	+20° 765	10,0
23	10.07.04 08.40	57°00,0'N 05°40,0'E	07.40.15 -10с	34°08,2' -0,4'	10.07.04 12.00	56°40,0'N 05°20,0'E	11.00.10 -10с	54°22,2' -0,8'	1E	+20° 765	10,0
24	01.09.04 14.10	56°10,0'N 19°40,0'E	10.10.20 -10с	41°24,8' -0,7'	01.09.04 17.40	56°30,0'N 19°50,0'E	13.40.20 -10с	30°07,1' -0,8'	4E	+10° 760	8,0
25	01.09.04 14.10	55°30,0'N 16°10,0'E	10.10.20 - 10с	41°31,8' +0,7'	01.09.04 17.40	55°40,5'N 16°40,5'E	13.40.20 -10с	31°50,4' -0,4'	4E	+10° 760	8,0
26	16.08.04 12.47	49°47,8'N 04°15,8'W	10.47.20 +1с	48°53,1' +1,4'	16.08.04 15.08	49°47,4'N 04°15,8'W	13.08.38 -1с	52°19,7' +1,9'	1W	+18° 765	11,5
27	18.07.04 10.20	42°40,8'N 38°10,4'W	12.20.10 +18с	53°34,0' +3,6'	18.07.04 13.40	42°51,4'N 39°00,5'W	15.40.40 +20с	64°35,3' +3,5'	2E	+18° 765	14,0
28	26.08.04 13.14	47°24,0'N 16°04,0'E	12.14.18 -15с	49°20,6' -1,5'	26.08.04 14.55	47°24,0'N 16°04,0'E	13.55.20 -15с	37°13,9' -1,7'	1E	+20° 760	13,5
29	10.10.04 10.44	54°33,8'N 18°37,0'E	07.44.18 +3с	19°13,8' -0,7'	10.10.04 14.28	54°33,8'N 18°37,0'E	11.28.24 +3с	27°21,4' -1,1'	3E	+16° 750	6,1
30	10.10.04 10.26	54°35,8'N 18°41,0'E	07.26.37 +36с	17°23,3' +1,2'	10.10.04 15.49	54°57,8'N 18°19,5'E	12.49.03 +36с	21°47,7' +1,9'	3E	+17° 750	15,8

Порядок выполнения (пример)

10.06.2004 г. в $T_c=15^h15^m$, с судна, имеющего координаты $\varphi_{ca}=55^\circ38,3'N$; $\lambda_c=17^\circ58,4'E$, произвели первые наблюдения (сериями из 3-х измерений h) Солнца: $T=11^h15^m39^s$; $OC=56^\circ49,5'$; $i=-0,5'$; $s=+0,2'$,

10.06.2004 г. в $T_c=17^h56^m$, с судна, имеющего координаты $\varphi_c=55^\circ36,1'N$; $\lambda_c=17^\circ22,2'E$, произвели вторые наблюдения (сериями из 3-х измерений h) Солнца: $T=13^h55^m52^s$; $OC=42^\circ47,8'$; $i=-0,6'$; $s=+0,3'$

$N=4E$; $e=14$ м; $t_b=+14^\circ$; $V_b=748$ мм рт. ст.; $u = -1^\circ$; $K_c=1,32$.

Найти обсервованные координаты места судна φ_0 и λ_0 .

Решение

а) расчет горизонтных координат светил h_c и A_c и истинных высот светил $h_{ист.}$

1. Рассчитываем экваториальные координаты светил t и δ .

При расчете экваториальных координат светил следует помнить, что первая высотная линия положения, в отличие от решения задачи по звездам, рассчитывается с координатами судна на момент первых наблюдений φ_{c1} и λ_{c1} , а вторая – с координатами судна на момент вторых наблюдений φ_{c2} и λ_{c2} .

2. Рассчитываем горизонтные координаты светил h_c и A_c .

3. Рассчитываем истинные высоты светил $h_{ист}$.

При расчете истинных высот Солнца следует помнить, что приводить высоты к одному моменту (путем вычисления и учета поправки Δh_z), в отличие от решения задачи по звездам, не нужно. Кроме того, следует помнить, что в отличие от решения задачи по звездам необходимо дополнительно учесть поправку R , учитывающую радиус Солнца.

б) построение ВЛП на бланке и нахождение обсервованных координат

1. Находим элементы высотных линий положения (ВЛП):

$$1) h-h_c = -2,1, \quad A_c = N 169,9^\circ W;$$

$$2) h-h_c = -2,0, \quad A_c = N 115,2^\circ W.$$

2. Прокладываем высотные линии положения на астрономическом бланке (рис. 10) точно так же, как это выполняется по звездам.

3. При нахождении обсервованных координат следует помнить, что при решении задачи по Солнцу центру астрономического бланка присваиваются координаты места судна на момент *вторых* наблюдений φ_{c2} и λ_{c2} , и вычисление обсервованных координат производится на момент *вторых* наблюдений:

$$\Delta\varphi = +1,8'; \quad \Delta\lambda = +2,4'.$$

Для того чтобы вычислить обсервованные координаты, необходимо к *вторым* координатам счислимым прибавить значения $\Delta\varphi$ и $\Delta\lambda$ со своими знаками:

$$\varphi_o = 55^\circ 37,9' N; \quad \lambda_o = 17^\circ 22,6' E; \quad C = 38^\circ - 2,3 \text{ мили.}$$

При прокладке высотных линий положения (ВЛП) на морской навигационной карте ВЛП прокладываются из счислимого места судна на момент *вторых* наблюдений.

Литература: [1, с.177-184; 2, с. 193-199].

Расчет элементов высотных линий положения на бланке Ш-8

10 июня 2004 г. $\varphi_1 = 55^\circ 38,7'N$ ОЛ1= $\varphi_2 = 55^\circ 36,1'N$ $e = 14$ метров $t\theta = +14^\circ$
 Район _____ $\lambda_1 = 17^\circ 58,4'E$ ОЛ2= $\lambda_2 = 17^\circ 20,2'E$ $V =$ $B\theta = 748$ мм

	☉.	☉.	Арг.	Задан.	Табл.	Задан-Табл	h	56.35.9	A	N169.9W	
	1 линия	2 линия	φ N	55.38.7	56	-21.3	Δh_φ	+21.0	ΔA_φ	-	
Приб. T_c	15.15	17.56	δ N	23.03.4	23	+3.4	Δh_δ	+3.2	ΔA_δ	-	
N_{E-W}^+	-4	-4	t W	7.00.8	7	+0.8	Δh_t	-0.1	ΔA_t	-	
Приб. $T_{гр}$	11.15	13.56	q	7			Δh_ϱ	-	$\Sigma \Delta A$	-	
Дата	10.06	10.06	φ и δ одно(разно) именные				$\Sigma \Delta h$	+24.1	A_c	N169.9W	
T	11.15.39	13.55.52					h_c	57.00.0	$A_c - \Delta A t / 2$		
u	-1	-1	Арг.	Задан.	Табл.	Задан-Табл	h	42.57.7	A	N115.2W	
$T_{гр}$	11.15.38	13.55.51	φ N	55.36.1	56	-23.9	Δh_φ	+10.1	ΔA_φ	-	
t_T	345.08.1	15.07.7	δ N	23.03.9	23	+3.9	Δh_δ	+3.3	ΔA_δ	-	
$\Delta_1 t$	3.54.2	13.56.8	t W	46.25.4	46	+25.4	Δh_t	-13.2	ΔA_t	-	
Δ_{2t}	+0.2	+0.7	q	33			Δh_ϱ	-	$\Sigma \Delta A$	-	
$t_{гр}$	349.02.4	29.05.2					$\Sigma \Delta h$	+0.1	A_c	N115.2W	
λ_{E-W}^+	+17.58.4	+17.20.2	φ и δ одно(разно) именные				h_c	42.57.8	$A_c - \Delta A t / 2$		
$t_M^{\gamma\theta}$	-	-	Арг.	Задан.	Табл.	Задан-Табл	h		A		
τ^*	-	-	φ				Δh_φ		ΔA_φ		
t_W	7.00.8	46.25.4	δ				Δh_δ		ΔA_δ		
t_E			t				Δh_t		ΔA_t		
Δ	+0.8 +0.2	+0.8 +0.2	q				Δh_ϱ		$\Sigma \Delta A$		
δT	23.03.3 N	23.03.7 N	φ и δ одно(разно) именные				$\Sigma \Delta h$		A_c		
$\Delta \delta$	+0.1	+0.2					h_c		$A_c - \Delta A t / 2$		
δ	23.03.4 N	23.03.9 N	Арг.	Задан.	Табл.	Задан-Табл	h		A		
Отсчет	56.49.5	42.47.8	φ				Δh_φ		ΔA_φ		
$i+S$	-0.3	-0.3	δ				Δh_δ		ΔA_δ		
Изм. h	56.49.2	42.47.5	t				Δh_t		ΔA_t		
Δh_d	-6.6	-6.6	q				Δh_ϱ		$\Sigma \Delta A$		
Вид. H	56.42.6	42.40.9	φ и δ одно(разно) именные				$\Sigma \Delta h$		A_c		
Поправ.	Δh_{p-p}	-0.5	-1.0	φ и δ одно(разно) именные				h_c		$A_c - \Delta A t / 2$	
	Δh_{e-b}	0	0	Полярная			1 линия	2 линия	3 линия	4 линия	
	R	+15.8	+15.8	1 попр.		A круг					
Ист. h	56.57.9	42.55.8	2 попр.		ПУ						
Δh_z	-	-	3 попр.		A-ПУ						
Прив. h	56.57.9	42.55.8	Σ		Δh						
h_c	57.00.0	42.57.8	Прив. h		ΔT						
$h - h_c$	-2.1	-2.0	φ_0		Δh_z						

Примечания. 1. A_c – первая буква наименования одноименна с широтой, вторая – с местным часовым углом.

2. Аргумент $A_c - \Delta A t / 2$ используется только при расчете h_c с максимальной точностью

Задача № 5

Определение поправки курсоказания по небесным светилам способом моментов

а) в следующих задачах рассчитать поправку курсоказания ΔK по результатам пеленгования звезды:

№ п/п	Дата	Tс (ч,м)	N	Широта	Долгота	Светило	T (ч,м,с)	u (м,с)	KП
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	25.08.04	22.15	0	48°20,0'N	4°17,0'E	α Персея	22.09.07	+23	49,3°
2	14.08.04	04.40	2W	46°44,0'N	8°23,0'W	α Лебеда	06.35.47	-1,19	307,2°
3	10.07.04	01.36	4E	55°01,0'N	19°04,0'E	α Орла	21.30.15	+1,45	141,4°
4	20.12.04	20.42	2E	59°25,0'N	21°48,0'E	α Близнецов	18.39.28	+24	81,6°
5	20.10.04	03.45	2W	40°20,0'N	12°17,0'W	β Ориона	05.40.18	+1,20	206,3°
6	10.07.04	01.36	4E	55°01,0'N	19°04,0'E	α Волопаса	21.33.50	+1,45	254,7°
7	16.04.04	06.15	1W	56°48,0'N	12°17,0'W	α Змееносца	07.15.02	-19	227,2°
8	20.12.04	20.42	2E	59°25,0'N	21°48,0'E	α Кита	18.41.30	+24	165,3°
9	20.05.04	02.50	3W	45°42,0'N	41°21,0'W	α Б.Медвед.	05.45.27	+1,02	233,1°
10	14.08.04	04.40	2W	46°44,0'N	8°23,0'W	α Б.Медв.	06.41.21	-1,19	33,2°
11	30.06.04	05.20	0	44°20,0'N	1°48,0'W	α Кита	05.12.18	+1,48	119,6°
12	26.06.04	23.56	3E	50°09,0'N	43°16,0'E	α Орла	20.49.20	+50	149,9°
13	02.07.04	01.20	4W	48°15,0'N	62°26,0'W	α Пегаса	05.18.20	+1,35	111,2°
14	20.10.04	03.45	2W	40°20,0'N	12°17,0'W	α Льва	05.44.20	+1,20	106,4°
15	16.04.04	06.15	1W	56°48,0'N	12°17,0'W	α Б.Медв.	07.10.08	-19	338,2°
16	10.06.04	08.05	2E	48°42,0'N	36°15,0'E	α Кита	06.04.15	+50	156,3°
17	26.06.04	23.56	3E	50°09,0'N	43°16,0'E	α Волопаса	20.55.10	+50	261,3°
18	02.09.04	03.10	5E	49°45,0'N	92°14,0'E	α Близнецов	22.10.30	-1,25	84,6°
19	20.07.04	21.30	0	14°20,0'N	2°16,0'W	α Волопаса	21.24.40	+15	251,4°
20	10.06.04	08.05	2E	48°42,0'N	36°15,0'E	α Близнецов	06.00.10	+50	72,6°
21	10.07.04	23.45	2E	54°47,0'N	19°30,0'E	α Б. Медв.	21.40.10	+22	323,2°
22	18.07.86	23.56	2E	55°03,0'N	19°30,1'E	α Пегаса	21.50.14	+1,20	106,3°
23	25.07.04	05.50	4E	55°03,0'N	19°03,1'E	α Орла	01.44.10	+1,20	242,1°
24	27.07.04	20.26	0	47°20,4'N	6°18,5'W	α Орла	20.24.47	+38	115,5°
25	15.07.04	04.46	1	42°16,0'N	2°21,0'W	α Кита	05.46.05	+1,18	137,1°
26	27.07.86	23.46	2E	55°40,0'N	10°25,0'E	α Андром.	21.46.15	-45	77,2°
27	25.05.04	05.15	2W	40°15,0'N	20°48,0'W	α Пегаса	07.09.17	+34	146,3°
28	01.05.04	23.56	3E	43°48,0'N	51°17,0'E	α Девы	20.50.10	-35	203,6°
29	10.05.04	20.18	2W	45°20,0'N	20°47,0'W	α Лебеда	22.10.29	+9	37,1°
30	20.05.04	08.20	0	44°50,0'N	2°49,0'E	α Кита	08.11.40	-30	126,3°

БГАРФ

б) В следующих задачах рассчитать поправку курсоуказания ДК по результатам пеленгования Солнца:

№ п/п	Дата	T _c	Широта	Долгота	T (ч,м,с)	u	N	КП
1	14.12.04	12.10	47°12,6'N	12°15,0'W	11.08.47	-1м04с	1E	159,2°
2	12.12.04	11.31	48°32,5'N	13°19,8'W	10.31.03	-11с	1E	146,2°
3	13.02.04	11.48	56°12,3'N	05°10,5'E	10.46.39	-15с	1E	159,8°
4	13.08.04	07.47	56°12,2'N	05°10,5'E	06.46.39	-15с	1E	95,7°
5	14.12.04	15.43	46°39,5'N	11°46,7'W	14.40.54	-1м02с	1E	210,0°
6	12.12.04	10.16	47°51,6'N	13°52,0'W	12.16.16	-11с	2W	170,2°
7	13.02.04	08.52	55°47,7'N	04°41,8'E	09.50.51	-17с	1W	149,5°
8	13.08.04	06.52	55°47,7'N	04°41,8'E	05.50.51	-17с	1E	81,5°
9	16.12.04	12.43	46°39,5'N	11°46,7'W	14.42.54	-02с	2W	208,9°
10	03.08.04	06.51	55°47,7'N	04°41,8'E	05.50.51	-17с	1E	81,4°
11	04.12.04	09.10	47°12,6'N	12°15,0'W	11.08.47	-1м04с	2W	158,2°
12	10.12.04	09.31	48°32,5'N	13°19,8'W	10.31.03	-11с	1W	149,9°
13	13.02.04	10.47	56°12,3'N	05°10,5'E	10.46.34	-10с	0	160,9°
14	13.08.04	07.47	56°12,2'N	05°10,5'E	06.46.29	-05с	1E	93,2°
15	02.12.04	11.16	47°51,6'N	13°52,0'W	13.16.46	-41с	2W	174,2°
16	03.02.04	11.51	55°47,7'N	04°41,8'E	09.50.41	-07с	2E	148,6°
17	24.08.04	06.47	56°12,2'N	05°10,5'E	06.46.09	+15с	0	98,5°
18	14.12.04	09.10	47°12,6'N	12°15,0'W	11.07.47	-04с	2W	157,5°
19	02.02.04	12.52	55°47,7'N	04°41,8'E	12.51.01	-07с	0	191,8°
20	04.12.04	13.42	46°39,5'N	11°46,7'W	14.41.54	-02с	1W	207,9°
21	24.12.04	11.09	47°12,6'N	12°15,0'W	11.09.07	-1м24с	0	154,6°
22	22.12.04	09.31	48°32,5'N	13°19,8'W	10.31.53	-41с	1W	146,9°
23	12.11.04	10.46	56°12,3'N	05°10,5'E	10.46.29	-05с	0	169,5°
24	09.12.04	12.42	46°39,5'N	11°46,7'W	14.42.14	-1м22с	2W	206,8°
25	29.12.04	13.17	47°51,6'N	13°52,0'W	13.16.46	-41с	0	170,7°
26	13.08.04	06.52	55°47,7'N	4°41,8'E	05.50.51	-17с	1E	81,6°
27	16.12.04	09.09	47°12,6'N	12°15,0'W	11.08.57	-1м14с	2W	158,8°
28	19.12.04	13.41	46°39,5'N	11°46,7'W	14.40.53	-1м01с	1W	206,1°
29	14.12.04	10.10	48°12,6'N	12°15,0'W	11.09.47	-04с	1W	156,0°
30	17.12.04	12.42	46°39,5'N	11°46,7'W	14.42.54	-02с	2W	207,0°

Порядок выполнения (на примерах)

а) Расчет поправки курсоказания ΔK по результатам пеленгования звезды

10.05.2004 г. в $T_c=20^{\text{ч}}10^{\text{м}}$, с судна, имеющего координаты $\varphi_c=45^{\circ}20,0'N$; $\lambda_c=20^{\circ}47,0'W$, измерили пеленг на светило α Лебедя (серией из 3-х измерений) $T=22^{\text{ч}}10^{\text{м}}29^{\text{с}}$; $KП=35,1^{\circ}$; $N=2W$; $u=+9^{\circ}$.

Рассчитать поправку курсоказания ΔK .

Решение

1. Рассчитываем экваториальные координаты светил t и δ .
2. Рассчитываем счислимого азимута светила A_c , при этом следует помнить, что наиболее точно счислимый азимут рассчитывается с помощью таблиц ТВА-52, ТВА-57 или с помощью вычислительной техники по формулам сферической тригонометрии:

$$A_c = 33,6^{\circ}.$$

3. Рассчитываем поправку курсоказания ΔK по формуле:

$$\Delta K = A_c - KП = 35,1^{\circ} - 33,6^{\circ} = +1,5^{\circ}.$$

б) расчет поправки курсоказания ΔK по результатам пеленгования Солнца

14.12.2004 г. в $T_c=10^{\text{ч}}10^{\text{м}}$, с судна, имеющего координаты $\varphi_c=48^{\circ}12,6'N$; $\lambda_c=12^{\circ}15,0'W$, измерили пеленг на Солнце (серией из 3-х измерений) $T=11^{\text{ч}}09^{\text{м}}47^{\text{с}}$; $KП=156,0^{\circ}$; $N=1W$; $u = -04^{\circ}$.

Рассчитать поправку курсоказания ΔK .

Решение

1. Рассчитываем экваториальные координаты светил t и δ .
2. Рассчитываем счислимого азимута светила A_c , при этом следует помнить, что наиболее точно счислимый азимут рассчитывается с помощью таблиц ТВА-52, ТВА-57 или с помощью вычислительной техники по формулам сферической тригонометрии:

$$A_c = 157,6^{\circ}.$$

3. Рассчитываем поправку курсоказания ΔK по формуле:

$$\Delta K = A_c - KП = 156,0^{\circ} - 157,6^{\circ} = -1,6^{\circ}.$$

Литература: [1, с.225-231; 2, с.142-146].

Задача № 6

Определение поправки курсоуказания по Полярной и по видимому восходу и заходу Солнца

а) в следующих задачах рассчитать поправку курсоуказания ΔK по результатам пеленгования Полярной:

№ п/п	Дата	T_C	Широта	Долгота	T (ч,м,с)	u	N	КП
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	14.12.04	02.10	47°12,6'N	12°15,0'W	01.08.47	-1м04с	1E	357,1°
2	12.12.04	01.31	48°32,5'N	13°19,8'W	00.31.03	-11с	1E	357,7°
3	13.02.04	01.48	56°12,3'N	05°10,5'E	00.46.39	-15с	1E	358,2°
4	13.08.04	03.47	56°12,2'N	05°10,5'E	04.46.39	-15с	1E	003,0°
5	14.12.04	23.43	46°39,5'N	11°46,7'W	22.40.54	-1м02с	1E	002,4°
6	12.12.04	00.16	47°51,6'N	13°52,0'W	02.16.16	-11с	2W	358,5°
7	13.02.04	08.52	55°47,7'N	04°41,8'E	09.50.51	-17с	1W	003,7°
8	13.08.04	04.52	55°47,7'N	04°41,8'E	03.50.51	-17с	1E	002,1°
9	16.12.04	03.43	46°39,5'N	11°46,7'W	05.42.54	-02с	2W	356,1°
10	03.08.04	05.51	55°47,7'N	04°41,8'E	04.50.51	-17с	1E	003,2°
11	04.12.04	02.10	47°12,6'N	12°15,0'W	04.08.47	-1м04	2W	002,9°
12	10.12.04	04.31	48°32,5'N	13°19,8'W	05.31.03	-11с	1W	356,3°
13	13.02.04	23.47	56°12,3'N	05°10,5'E	23.46.34	-10с	0	002,2°
14	13.08.04	06.47	56°12,2'N	05°10,5'E	05.46.29	-05с	1E	358,6°
15	02.12.04	04.16	47°51,6'N	13°52,0'W	06.16.46	-41с	2W	357,5°
16	03.02.04	05.51	55°47,7'N	04°41,8'E	03.50.41	-07с	2E	003,2°
17	24.08.04	06.47	56°12,2'N	05°10,5'E	06.46.09	+15с	0	356,7°
18	14.12.04	03.10	47°12,6'N	12°15,0'W	05.07.47	-04с	2W	002,0°
19	02.02.04	02.52	55°47,7'N	04°41,8'E	02.51.01	-07с	0	357,8°
20	04.12.04	03.42	46°39,5'N	11°46,7'W	04.41.54	-02с	1W	001,5°
21	24.12.04	01.09	47°12,6'N	12°15,0'W	01.09.07	-1м24с	0	003,6°
22	22.12.04	06.31	48°32,5'N	13°19,8'W	07.31.53	-41с	1W	355,7°
23	12.11.04	04.46	56°12,3'N	05°10,5'E	04.46.29	-05с	0	002,7°
24	09.12.04	00.42	46°39,5'N	11°46,7'W	02.42.14	-1м22с	2W	356,0°

Окончание задачи № 6, а

1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	29.12.04	03.17	47°51,6'N	13°52,0'W	03.16.46	-41с	0	357,5°
26	13.08.04	05.52	55°47,7'N	4°41,8'E	04.50.51	-17с	1E	002,0°
27	16.12.04	07.09	47°12,6'N	12°15,0'W	09.08.57	-1м14с	2W	357,6°
28	19.12.04	03.41	46°39,5'N	11°46,7'W	04.40.53	-1м01с	1W	357,2°
29	14.12.04	02.10	48°12,6'N	12°15,0'W	03.09.47	-04с	1W	001,1°
30	17.12.04	02.42	46°39,5'N	11°46,7'W	44.42.54	-02с	2W	001,0°

б) в следующих задачах рассчитать поправку курсоуказания ΔK по видимому восходу и заходу Солнца:

№ п/п	Дата	T_c ч, м	Широта	Долгота	Явление	N	KП
1	2	3	4	5	6	7	8
1	10.04.04	02.10	04°46,0'N	79°49,0'W	Восход	5W	105,5°
2	09.10.04	17.19	73°38,0'N	78°20,0'E	Заход	5E	252,0°
3	18.01.04	04.34	45°34,1'N	59°31,2'W	Восход	4E	114,2°
4	26.06.04	18.31	06°02,1'N	86°29,9'W	Заход	6W	296,0°
5	12.03.04	06.37	69°16,2'N	03°15,3'E	Восход	0	296,2°
6	30.10.04	17.50	41°56,0'N	136°42,8'E	Заход	9E	289,4°
7	16.11.04	05.10	12°36,0'N	56°33,5'E	Восход	4E	277,7°
8	08.04.04	17.32	41°14,0'S	177°56,8'W	Заход	12W	277,5°
9	31.08.04	05.18	63°54,4'N	174°56,8'W	Восход	12W	70,6°
10	20.02.04	19.14	37°35,0'S	129°36,9'E	Заход	9E	253,1°
11	15.09.04	06.44	47°42,8'N	148°14,0'E	Восход	10E	94,8°
12	24.11.04	17.57	12°13,0'S	131°41,9'W	Заход	9W	239,3°
13	26.10.04	05.40	30°42,2'N	127°14,1'E	Восход	9E	88,2°
14	16.08.04	17.56	34°52,2'S	51°52,8'W	Заход	4W	284,5°
15	14.10.04	08.16	69°54,2'N	43°36,1'E	Восход	3E	114,3°
16	16.05.04	16.21	42°38,1'S	143°42,0'W	Заход	10W	294,2°
17	06.03.04	06.01	44°46,0'S	160°53,1'E	Восход	11E	100,3°
18	08.12.04	17.05	29°36,5'N	61°31,2'W	Заход	4W	245,5°
19	03.08.04	05.10	56°07,0'N	149°20,5'E	Восход	10E	66,2°
20	27.01.04	19.39	48°41,2'S	117°26,0'W	Заход	8W	214,6°
21	06.11.04	05.35	18°37,2'S	40°52,1'E	Восход	8E	116,1°

Окончание задачи № 6, б

1	2	3	4	5	6	7	8
22	14.12.04	18.02	37°08,2'N	130°25,3'W	Заход	9W	246,8°
23	10.06.04	04.04	49°43,1'N	48°16,9'W	Восход	3W	69,4°
24	25.04.04	21.18	69°50,1'N	37°12,2'E	Заход	2E	312,7°
25	08.06.04	07.26	37°58,1'S	108°33,5'W	Восход	9W	40,6°
26	16.02.04	18.55	31°23,1'S	13°48,8'E	Заход	1E	258,0°
27	06.09.04	05.26	31°19,0'N	122°58,1'E	Восход	8E	86,8°
28	24.05.04	19.11	34°28,8'N	46°54,8'W	Заход	3W	294,2°
29	12.08.04	06.17	25°02,0'S	93°10,7'E	Восход	6E	91,5°
30	25.03.04	18.09	26°43,0'S	166°07,2'W	Заход	11W	268,5°

Порядок выполнения (примеры)

а) определение поправки курсоуказания по небесным светилам по Полярной

05.06.2004 г. в $T_c=11^h48^m$, с судна, имеющего координаты $\varphi_c=43^\circ52,6'N$; $\lambda_c=31^\circ05,3'E$, измерили пеленг на светило Полярную (серией из 3-х измерений) $T=10^h48^m29^s$; $KП=358,1^\circ$; $N=1E$; $u=-4^\circ$.

Рассчитать поправку курсоуказания ΔK .

Решение

1. Рассчитываем для Полярной на бланке Ш-8 местный часовой угол точки Овна t_M^{γ} :

T	10.48.29
u	-04
$T_{гр}$	10.48.25
t_T	44.10.0
$\Delta_1 t$	12.08.2
$\Delta_2 t$	-
$t_{гр}$	56.18.2
λ^{E+}_{W-}	+31.05.3
t_M^{γ}	87.23.5

2. Из таблицы «Азимут полярной» МАЕ по значениям $\varphi_c=43^\circ52,6'N$ и рассчитаному $t_M^{\gamma}=87^\circ23,5'$ находим значение числимого азимута:

$$A_c = 0^\circ45'NW = 359^\circ15' = 359,8^\circ.$$

3. Рассчитываем поправку курсоуказания ΔK по формуле:

$$\Delta K = A_c - КП = 359,8^\circ - 358,1^\circ = +1,7^\circ.$$

б) Определение поправки курсоуказания по небесным светилам по видимому восходу и заходу Солнца

05.12.2004 г. в $T_c = 12^{\text{ч}}30^{\text{м}}$ с судна, имеющего координаты $\varphi_c = 64^\circ 00,0'N$, $\lambda_c = 50^\circ 50,0'W$, измерили пеленг захода нижнего края Солнца $КП = 212,5^\circ$; $e = 8,0\text{м}$; $t_B = +10^\circ$; $B_B = 760$ мм.рт.ст.; $N = 1W$.

Рассчитать поправку курсоуказания ΔK .

Решение

1. Выбираем из МАЕ или таблицы 3.7 МТ-2000 склонение Солнца δ° на заданную дату 05.12.2004 г. и гринвичское время $T_{\text{гр}} = T_c \pm N = 12^{\text{ч}}30^{\text{м}} + 1^{\text{ч}} = 13^{\text{ч}}30^{\text{м}}$:

$$\delta^\circ = 22^\circ 27,2'S.$$

2. Выбираем таблицы 3.37б МТ-2000 для разноименных табличных аргументов $\varphi_T = 64^\circ 00'$ и $\delta_T = 22^\circ 18'$ табличный азимут A_T в полукруговом счете:

$$A_T = N148,3W.$$

3. Выбираем таблицы 3.37б МТ-2000 интерполяционную поправку азимута ΔA :

$$\text{на } \Delta\delta = 22^\circ 27,2' - 22^\circ 18' = +9,2' \rightarrow \Delta A = +1,5^\circ : 22' \cdot 9,2' = +0,6^\circ.$$

4. Рассчитываем азимут захода Солнца A_c :

$$A_c = A_T + \Delta A = N148,3W + 0,6^\circ = N148,9^\circ W = 211,1^\circ.$$

5. Рассчитываем поправку курсоуказания ΔK по формуле:

$$\Delta K = A_c - КП = 211,1^\circ - 212,5^\circ = -1,4.$$

Литература: [1, с. 231-234; 2, с.146-149].

БГАРФ

Приложение

Образец оформления титульного листа контрольной работы

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота
Кафедра судовождения

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1 по дисциплине
«Мореходная астрономия»

Вариант 15

Выполнил студент-заочник И.И. Иванов
Шифр Сзс-6415

Проверил

П.П. Петров



Николай Олегович Кириллов

МОРЕХОДНАЯ АСТРОНОМИЯ

Методические указания и контрольные задания
для студентов специальности 26.05.05 «Судовождение»
заочной формы обучения
(2-е издание, переработанное и дополненное)

*Ведущий редактор О.В. Напалкова
Младший редактор Г.В. Деркач*

Лицензия № 021350 от 28.06.99.

*Компьютерное редактирование
И.В. Леонова*

Печать офсетная.

*Подписано в печать 19.08.2019 г.
Усл. печ. л. 6,1. Уч.-изд. л. 6,0.*

Формат 60 x 90 1/16.

Заказ № 1511. Тираж 10 экз.

Доступ к архиву публикации и условия доступа к нему:
<http://bgarf.ru/academy/biblioteka/elektronnyj-katalog/>

БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»

Издательство БГАРФ,
член Издательско-полиграфической ассоциации высших учебных заведений
236029, Калининград, ул. Молодежная, 6.