

Приложение к рабочей программе дисциплины
Мореходная астрономия

Специальность – 26.05.05 Судовождение
Специализация – Судовождение на морских путях
Учебный план 2019 года разработки.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

1 Назначение фонда оценочных средств (ФОС) по дисциплине

ФОС по учебной дисциплине – совокупность контрольных материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимся установленных результатов обучения, а также и уровня сформированности всех компетенций (или их частей), закрепленных за дисциплиной. ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Задачи ФОС:

- управление процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений, навыков и формированием компетенций, определенных в ФГОС ВО и Конвенции ПДНВ-78 с поправками;
- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины с выделением положительных/отрицательных результатов и планирование предупреждающих/корректирующих мероприятий;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение в образовательный процесс университета инновационных методов обучения;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

2. Структура ФОС и применяемые методы оценки полученных знаний

2.1 Общие сведения о ФОС

В соответствии с требованиями Кодекса ПДНВ Главы II:

- Раздел А-II/1 Обязательные минимальные требования для дипломирования вахтенных помощников капитана судов валовой вместимостью 500 или более:

1. Каждый кандидат на получение диплома должен:

- продемонстрировать компетентность, позволяющую ему принять на себя на уровне эксплуатации задачи, обязанности и ответственность, перечисленные в колонке 1 таблицы А-II/1;
- иметь по меньшей мере надлежащий диплом для выполнения функций по УКВ радиосвязи в соответствии с требованиями Регламента радиосвязи; и
- если он назначен ответственным за радиосвязь во время бедствия, иметь надлежащий диплом, выданный или признаваемый согласно положениям Регламента радиосвязи.

2. Минимальные знание, понимание и профессиональные навыки, требуемые для дипломирования, перечислены в колонке 2 таблицы А-II/1.

3. Уровень знаний по вопросам, перечисленным в колонке 2 таблицы А-II/1, должен быть достаточным для того, чтобы вахтенные помощники капитана могли выполнять свои обязанности по несению вахты.

4. Подготовка и опыт, требующиеся для достижения необходимого уровня теоретических знаний, понимания и профессиональных навыков, должны основываться на разделе А-VIII/2, часть 4-1 – Основные принципы несения ходовой навигационной вахты, и принимать во внимание соответствующие требования настоящей части и руководство, приведенное в части В настоящего Кодекса.

5. Каждый кандидат на получение диплома должен представить доказательство того, что он достиг требуемого стандарта компетентности, в соответствии с методами демонстрации компетентности и критериями оценки компетентности, приведенными в колонках 3 и 4 таблицы А-II/1.

- Раздел А-II/2 Обязательные минимальные требования для дипломирования капитанов и старших помощников капитана судов валовой вместимостью 500 или более:

1. Каждый кандидат на получение диплома капитана или старшего помощника капитана судов валовой вместимостью 500 или более должен продемонстрировать компетентность, позволяющую ему принять на себя на уровне управления задачи, обязанности и ответственность, перечисленные в колонке 1 таблицы А-II/2.

2. Минимальные знание, понимание и профессиональные навыки, требуемые для дипломирования, перечислены в колонке 2 таблицы А-II/2. Этот перечень включает, расширяет и углубляет вопросы, перечисленные в колонке 2 таблицы А-II/1 для вахтенных помощников капитана.

3. Принимая во внимание тот факт, что ответственность за безопасность и охрану судна, его пассажиров, экипажа и груза, а также защиту морской среды от загрязнения с судна в конечном счете несет капитан и что старший помощник капитана должен быть постоянно готов принять на себя эту ответственность, оценка по этим вопросам должна выявить способность кандидатов усвоить всю доступную информацию, влияющую на обеспечение безопасности судна, его пассажиров, экипажа и груза или защиту морской среды.

4. Уровень знаний по вопросам, перечисленным в колонке 2 таблицы А-II/2, должен быть достаточным для того, чтобы кандидат мог работать в должности капитана или старшего помощника капитана.

5. Уровень теоретических знаний, понимания и профессиональных навыков, требуемый согласно различным разделам в колонке 2 таблицы А-II/2, может изменяться в зависимости от того, должен ли диплом быть действителен для судов валовой вместимостью 3 000 или более или для судов валовой вместимостью от 500 до 3 000.

6. Подготовка и опыт, требующиеся для достижения необходимого уровня теоретических знаний, понимания и профессиональных навыков, должны принимать во внимание соответствующие требования настоящей части и руководство, приведенное в части В настоящего Кодекса.

7. Каждый кандидат на получение диплома должен представить доказательство того, что он достиг требуемого стандарта компетентности, в соответствии с методами демонстрации компетентности и критериями для оценки компетентности, приведенными в колонках 3 и 4 таблицы А-II/2.

ФОС позволяет оценить освоение всех указанных выше дескрипторов компетенции, установленных ОПОП и Международной конвенцией ПДНВ-78 с поправками. В качестве методов оценивания применяются: наблюдение за работой, наблюдение за действиями в смоделированных условиях, применение активных методов обучения, экспресс-тестирование, программированные тесты.

Структурными элементами ФОС по дисциплине являются: входной контроль (предназначается для определения уровня входных знаний), ФОС для проведения текущего контроля, состоящие из устных, письменных заданий, тестов, и шкалу оценивания; ФОС для проведения промежуточной аттестации, состоящий из устных, письменных заданий, и других контрольно-измерительных материалов, описывающих показатели, критерии и шкалу оценивания; методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Применяемые методы оценки полученных знаний по разделам дисциплины

Раздел	Текущая аттестация (количество заданий, работ)				Промежуточная аттестация
	Письменный экспресс опрос на лекциях по текущей теме (экспресс-тестирование)	Письменный экспресс опрос на практических занятиях по текущей теме (экспресс-тестирование)	Устный экспресс опрос на практических занятиях по текущей теме (экспресс-тестирование)	Выполнение и защита практических заданий	
Тема 1 Небесная сфера. Основные понятия	+	+	+	+	зачёт
Тема 2 Решение параллактического треугольника различными способами	+	+	+	+	
Тема 3. Видимое движение светил по небесной сфере	+	+	+	+	
Тема 4 Время и его измерение. Судовая служба времени	+	+	+	+	
Тема 5 Устройство и работа с МАЕ и аналогами. Звёздный глобус, устройство и использование. Звёздное небо. Основные задачи МА	+	+	+	+	
Тема 6 Навигационный секстан. Устройство и использование	+	+	+	+	зачёт с оценкой
Тема 7 Определение широты различными способами. Определение поправок компаса и широты места судна астрономическим способом	+	+	+	+	
Тема 8 Определение места судна различными способами.	+	+	+	+	
Тема 9 Современные тенденции в мореходной астрономии	+	+	+	+	

2.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля

Входной контроль

Входной контроль проводится с целью определения уровня знаний обучающихся, необходимых для успешного освоения материала дисциплины.

Технология входного контроля предполагает проведение тестирования. Электронный тест, разработанный в системе iSpring и включенный в систему электронного сопровождения обучения на основе системы MOODLE, включает в себя графические и текстовые вопросы, тестируемому предлагается случайная выборка из пяти вопросов.

Оценивание входного тестирования осуществляется по номинальной шкале – за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за не правильный – ноль. Общая оценка каждого теста осуществляется в отношении количества правильных ответов к общему числу вопросов в тесте (выражается в процентах).

Тест считается пройденным (оценка «зачтено») при общей оценке 60%.

Количество попыток прохождения теста – одна.

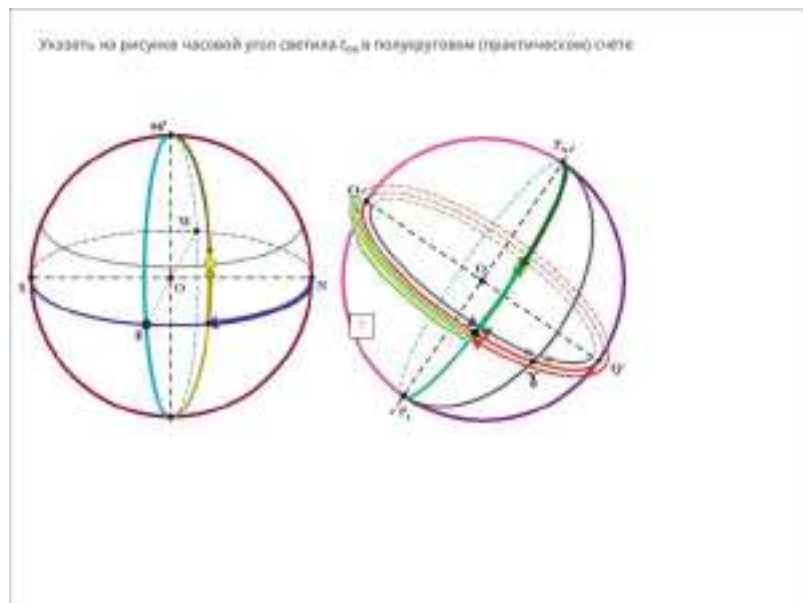
Настройки теста

Настройка	Значение
Проходной балл:	60%
Общее количество вопросов в тесте:	19
Количество вопросов для отображения:	5
Порядок ответов на вопросы:	Проверять каждый вопрос отдельно
Возможность повторно пройти тест:	Нет
После завершения теста:	Отображать слайд с результатами
Отправлять результаты на email инструктора:	Нет
Отправлять результаты на email тестируемого:	Нет

Группа вопросов 1 (копия) (копия) (1/10 вопросов)

Вопрос 1. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

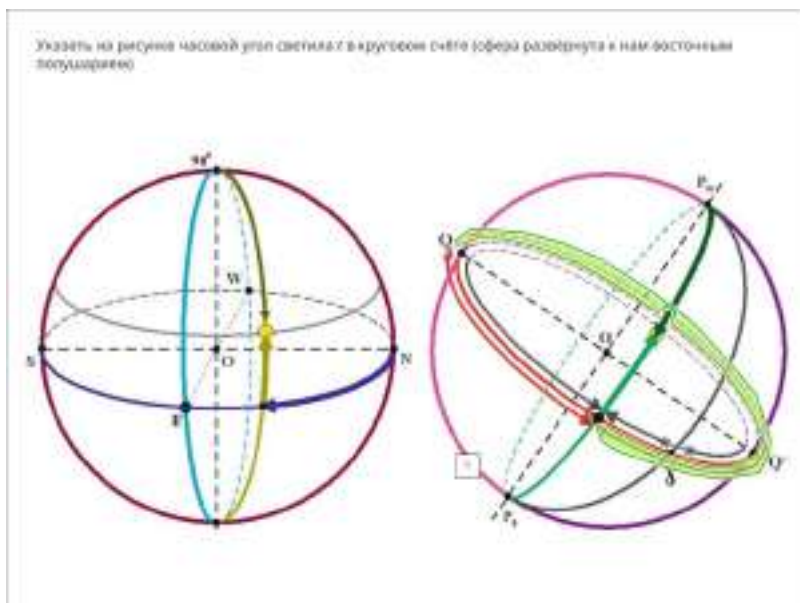
Указать на рисунке **часовой угол светила $t_{\text{нк}}$ в полукруговом (практическом) счёте**



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 2. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

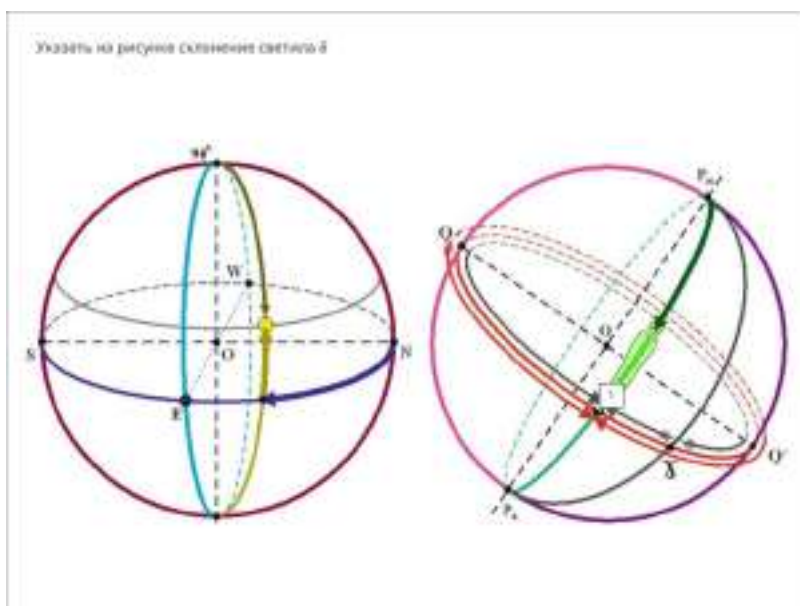
Указать на рисунке **часовой угол светила t в круговом счёте** (сфера развёрнута к нам восточным полушарием)



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 3. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

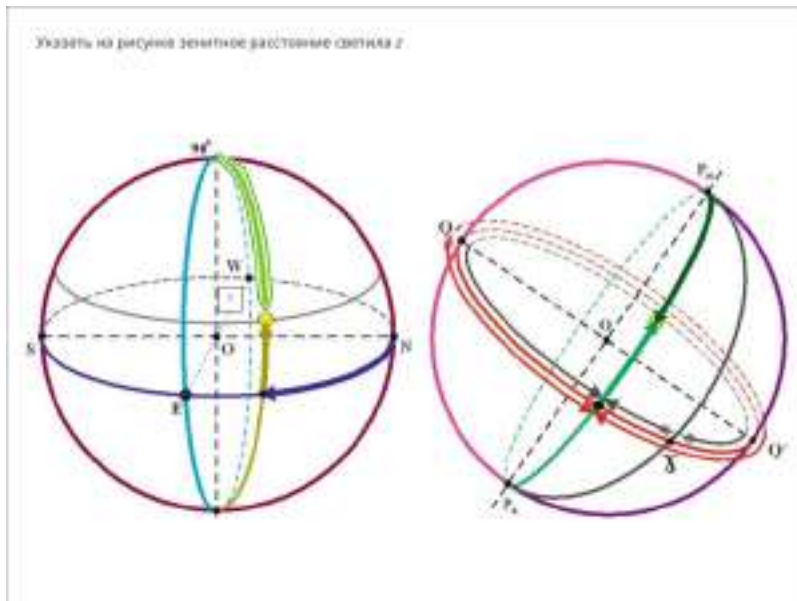
Указать на рисунке **склонение светила δ**



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 4. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

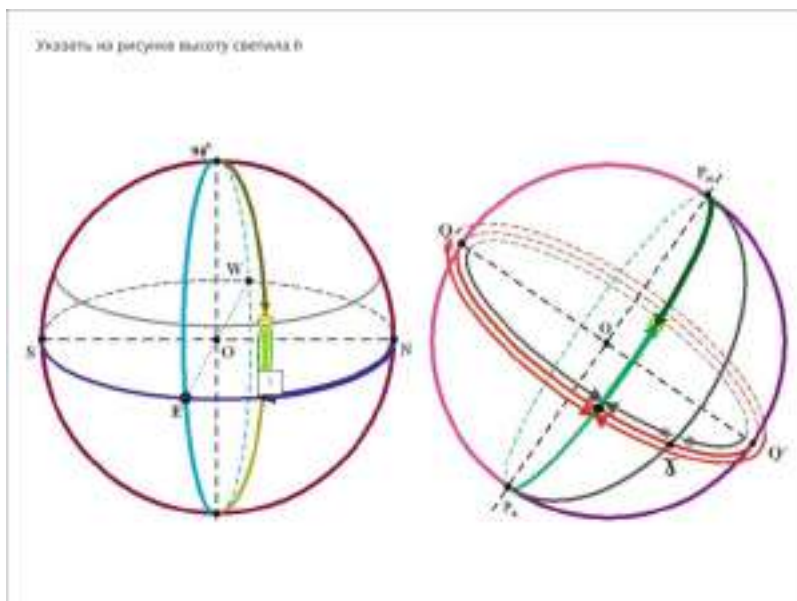
Указать на рисунке зенитное расстояние светила z



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 5. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

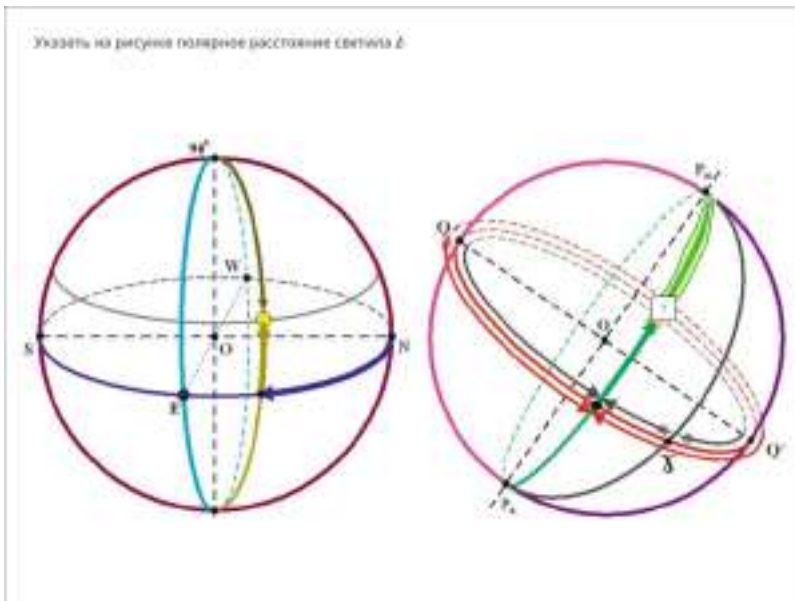
Указать на рисунке **высоту светила h**



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 6. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

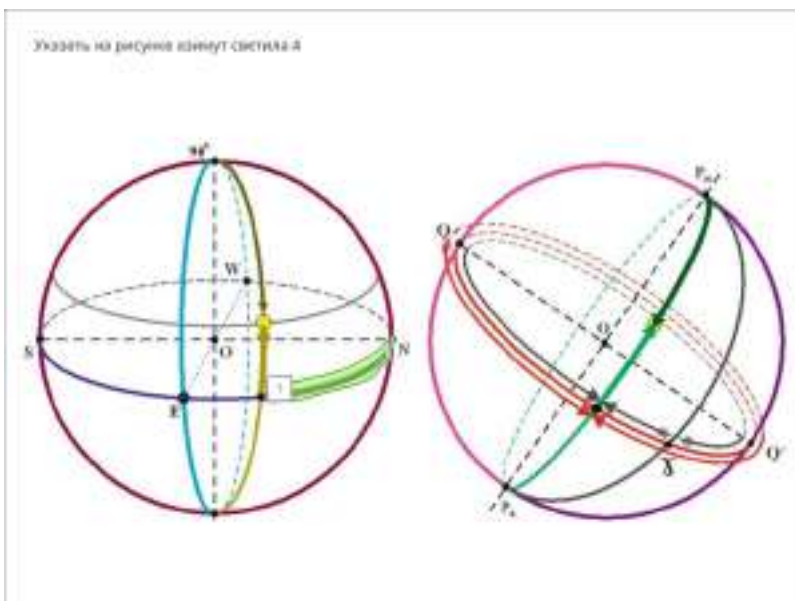
Указать на рисунке **полярное расстояние светила Δ**



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 7. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

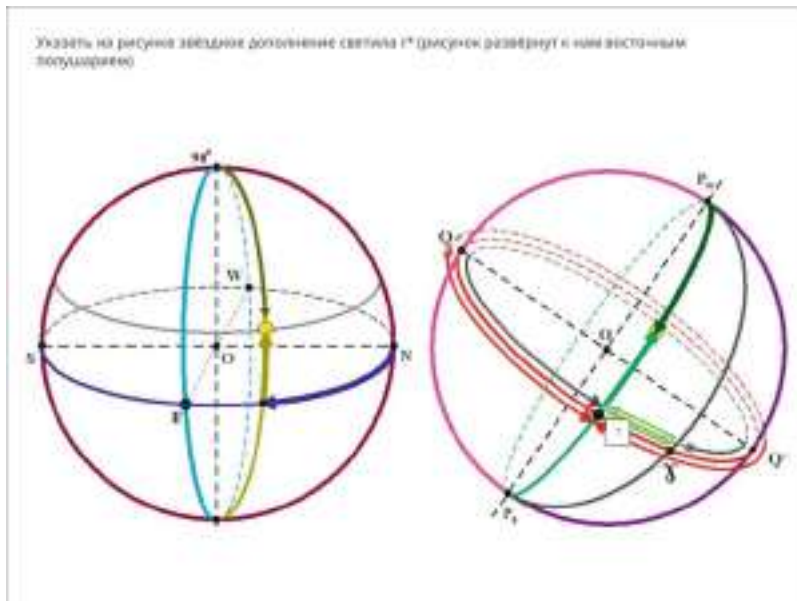
Указать на рисунке **азимут светила A**



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 8. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

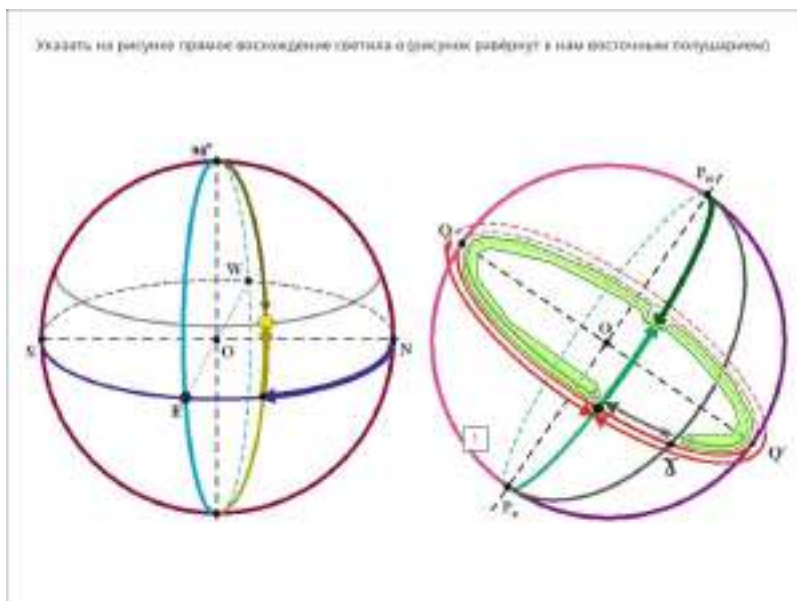
Указать на рисунке **звёздное дополнение светила τ^*** (рисунок развёрнут к нам восточным полушарием)



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 9. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

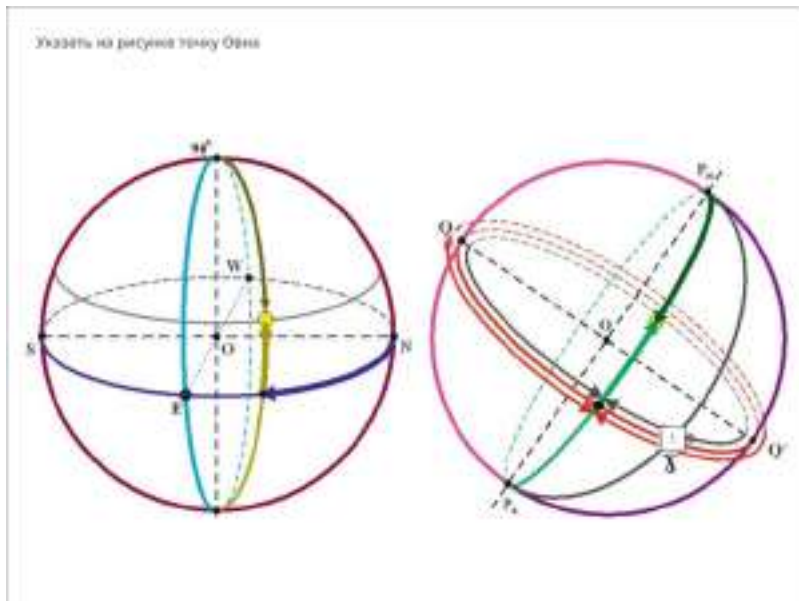
Указать на рисунке **прямое восхождение светила α** (рисунок развёрнут к нам восточным полушарием)



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 10. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

Указать на рисунке точку Овна

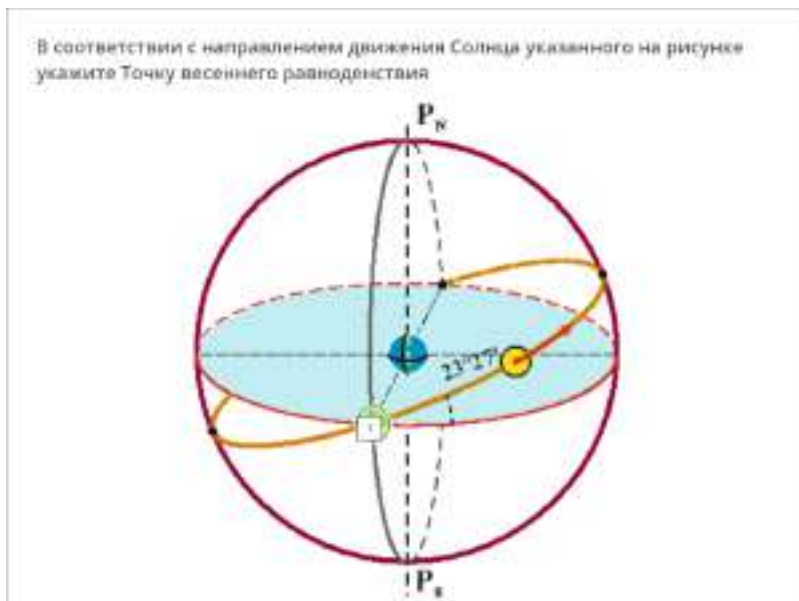


Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Группа вопросов 1 (2/9 вопросов)

Вопрос 11. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

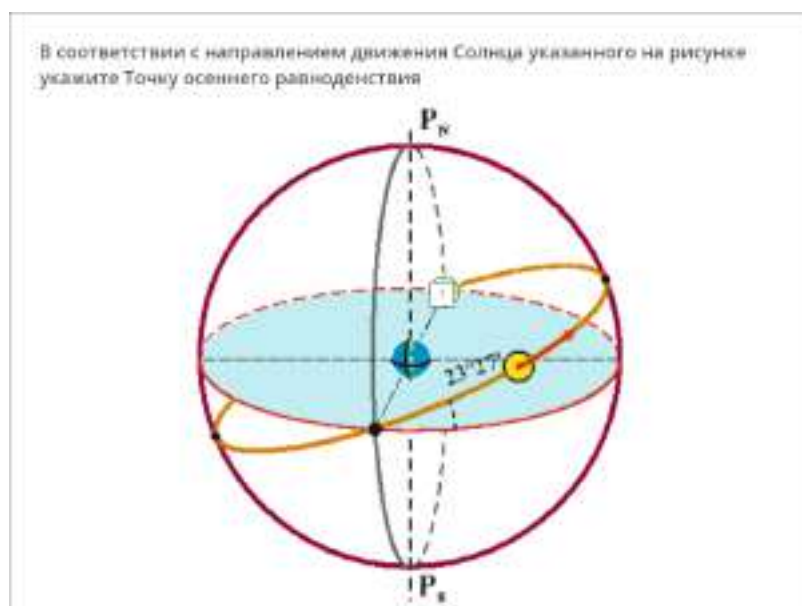
В соответствии с направлением движения Солнца указанного на рисунке укажите **Точку весеннего равноденствия**



Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 12. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

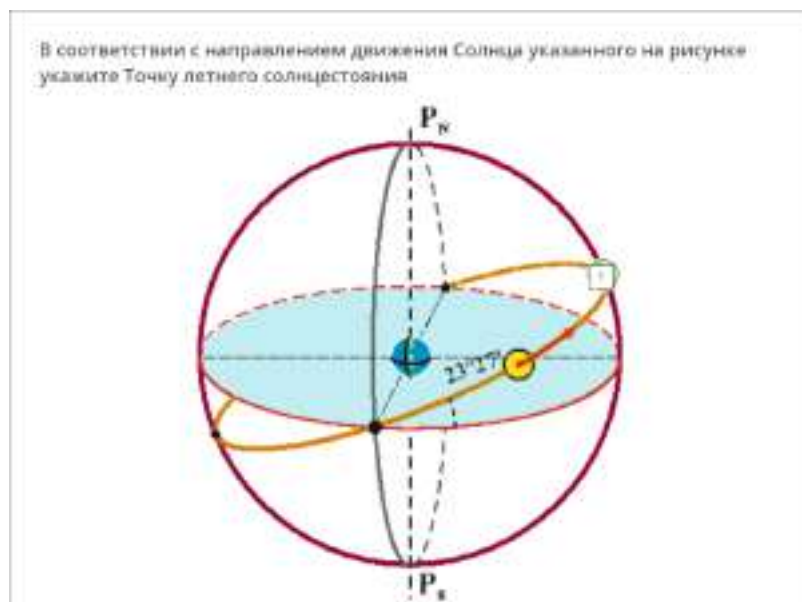
В соответствии с направлением движения Солнца указанного на рисунке укажите **Точку осеннего равноденствия**



Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

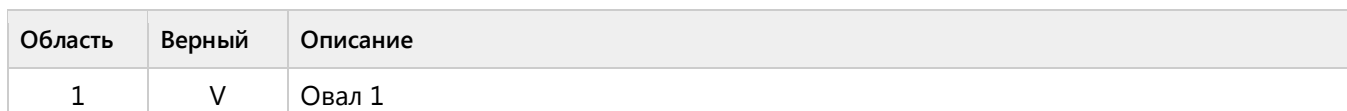
Вопрос 13. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

В соответствии с направлением движения Солнца указанного на рисунке укажите **Точку летнего солнцестояния**

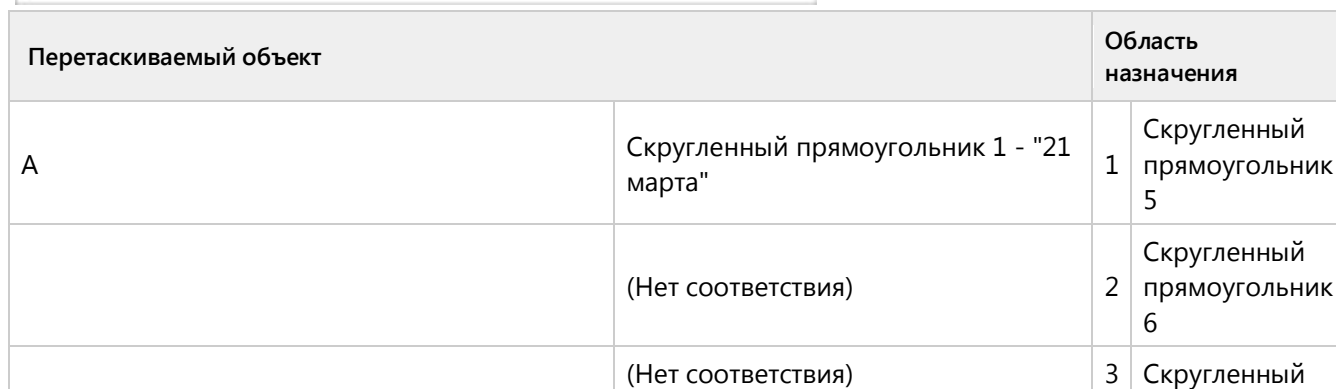


Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

В соответствии с направлением движения Солнца указанного на рисунке укажите **Точку зимнего солнцестояния**



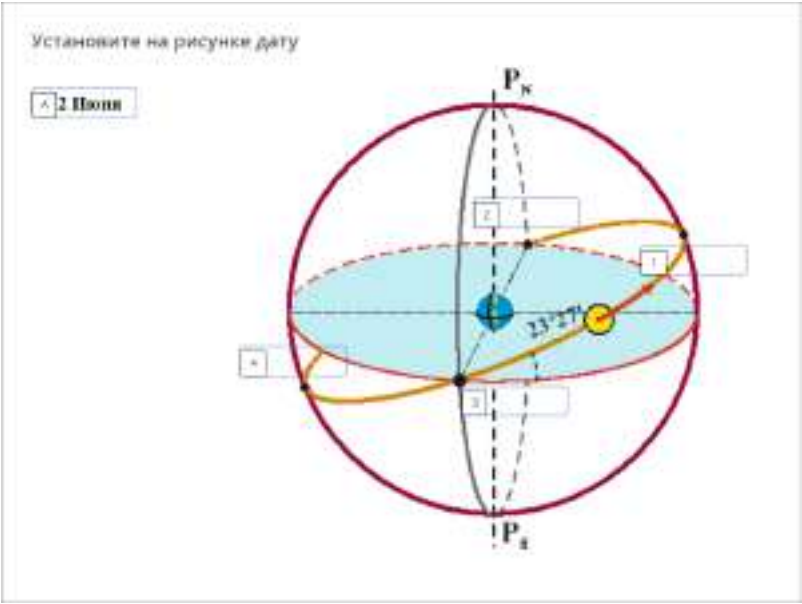
Установите на рисунке дату



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
			прямоугольник 7
	(Нет соответствия)	4	Скругленный прямоугольник 8
Неверно:		Вы ответили неверно.	

Вопрос 16. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

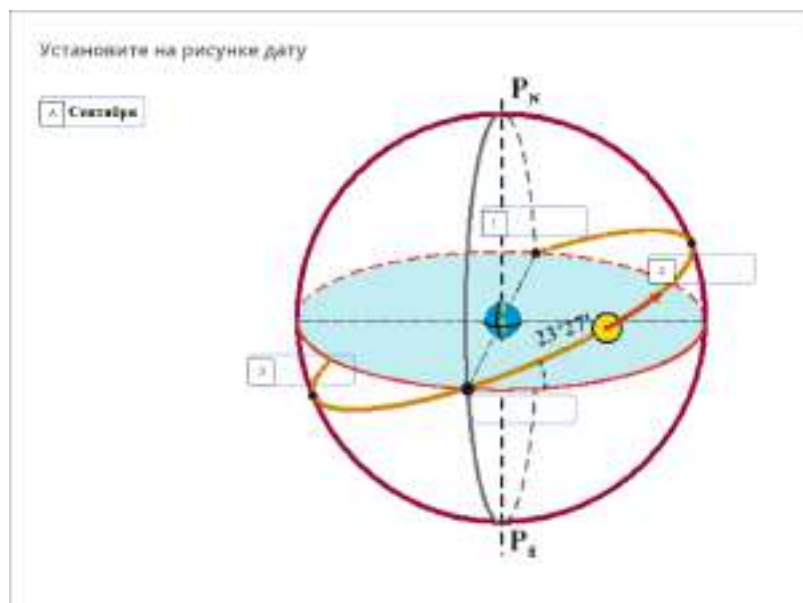
Установите на рисунке дату



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 1 - "22 Июня"	1	Скругленный прямоугольник 7
	(Нет соответствия)	2	Скругленный прямоугольник 6
	(Нет соответствия)	3	Скругленный прямоугольник 5
	(Нет соответствия)	4	Скругленный прямоугольник 8

Вопрос 17. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

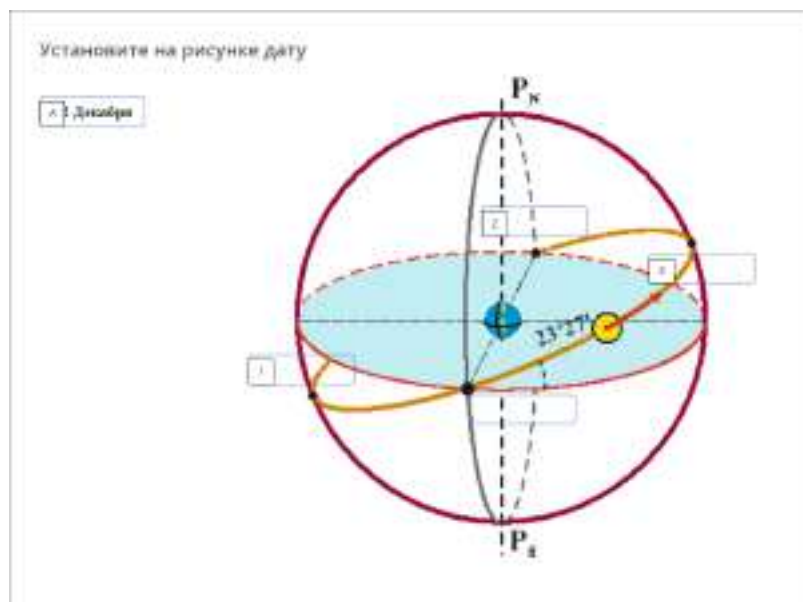
Установите на рисунке дату



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 1 - "23 Сентября"	1	Скругленный прямоугольник 6
	(Нет соответствия)	1	Скругленный прямоугольник 6
	(Нет соответствия)	2	Скругленный прямоугольник 7
	(Нет соответствия)	3	Скругленный прямоугольник 8

Вопрос 18. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

Установите на рисунке дату



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 1 - "22 Декабря"	1	Скругленный прямоугольник 8
	(Нет соответствия)	2	Скругленный прямоугольник 6

Перетаскиваемый объект		Область назначения	
	(Нет соответствия)	3	Скругленный прямоугольник 7
	(Нет соответствия)	1	Скругленный прямоугольник 8

Вопрос 19. Перетаскивание слов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 01:00

Укажите даты характерных точек годового движения Солнца

Укажите даты характерных точек годового движения Солнца

Точка весеннего равноденствия

Точка летнего солнцестояния

Точка осеннего равноденствия

Точка зимнего солнцестояния

Текст с пропусками

Точка весеннего равноденствия [21][Марта]
Точка летнего солнцестояния [22][Июня]
Точка осеннего равноденствия [23][Сентября]
Точка зимнего солнцестояния [22][Декабря]

Дополнительные слова

23

21

Ноября

Октября

Августа

Июня

Мая

Апреля

Февраля

Января

Экспресс опрос на лекциях по каждой теме или лекции

Письменный опрос

Лекция №2 Параллактический треугольник светила.

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №3 Небесная сфера. 1 и 2 экваториальные системы координат	Приложение А. ОК №3

Лекция №3 Видимое движение светил по небесной сфере.

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №6 Дифференциальные формулы мореходной астрономии	Приложение А. ОК №6

Лекция №4 Звездное, среднее Солнечное, местное, поясное, гринвичское и судовое время.

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №8 Суточное движение светил	Приложение А. ОК №8

Лекция №5 Устройство и работа с МАЕ и аналогами.

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №14 Солнечное время	Приложение А. ОК №14

Лекция №6 Звёздный глобус, устройство и использование. Звёздное небо.

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №13 Звёздное время	Приложение А. ОК №13

Лекция №7 Основные задачи мореходной астрономии

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №15 Системы счёта времени	Приложение А. ОК №15

Лекция №8 Устройство и использование навигационного секстана.

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №2 Небесная сфера. Горизонтная система координат	Приложение А. ОК №2

Лекция №9 Определение поправки компаса и широты места судна.

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №3 Небесная сфера. 1 и 2 экваториальные системы координат	Приложение А. ОК №3

Лекция №10 Определение места судна астрономическим путём, общие положения

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №4 Системы счёта направлений Азимута	Приложение А. ОК №4

Лекция №11 Определение места судна по «одновременным» наблюдениям высот светил.

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №33 Основы ОМС астрономическими способами	Приложение А. ОК №33

Лекция №12 Определение места судна по «разновременным» наблюдениям высот светил

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №9 Годовое движение Солнца	Приложение А. ОК №9

Лекция №13 Точность ОМС. Отыскание вероятнейшего места судна.

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №27 Исправление высот светил	Приложение А. ОК №27

Лекция №14 Частные случаи ОМС

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №28 Определение широты места судна	Приложение А. ОК №28

Лекция №15 Альтернативные методы ОМС.

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №15 Системы счёта времени	Приложение А. ОК №215

Критерии оценивания

Оценивание осуществляется по четырехбалльной системе.

В процентном соотношении оценки (по четырехбалльной системе) выставляются в следующих диапазонах:

“неудовлетворительно”- менее 50%

“удовлетворительно”- 50%-74%

“хорошо”- 75%-89%

“отлично”- 90%-100%

Защита отчетов по практическим работам

Критерии оценивания

Оценивание каждого практического задания осуществляется по следующим параметрам:

Письменный ответ по опорному конспекту

Выполнение практического расчётного задания или выполнение контрольно-тестового задания

Каждый пункт оценивается по четырёхбалльной системе

Критерии оценки	Оценка
90% соответствия опорному конспекту, полный ответ на поставленный вопрос, правильное выполнение всех пунктов задания	Отлично
80% соответствия опорному конспекту, неполный, но содержащий основную информацию ответ на поставленный вопрос, выполнение всех пунктов задания с незначительными ошибками	Хорошо
70% соответствия опорному конспекту, частичный ответ на поставленный вопрос, выполнение основных пунктов задания с незначительными ошибками	Удовлетворительно
Менее 70% соответствия опорному конспекту, отсутствие основной информации по заданному вопросу, невыполнение основных пунктов задания или значительные ошибки	Неудовлетворительно

Экспресс опрос на практических занятиях

Письменный опрос, первый семестр обучения дисциплины

Практическое занятие № 1 Построение небесной сферы

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №1 Небесная сфера. Основные понятия	Приложение А. ОК №1

Практическое занятие № 2 Использование таблиц TBA-57

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №2 Небесная сфера. Горизонтная система координат	Приложение А. ОК №2

Практическое занятие № 3 Использование таблиц Norie's Table

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №5 Параллактический треугольник	Приложение А. ОК №5

Практическое занятие № 4 Расчёт по формулам сферической тригонометрии

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №4 Системы счёта направлений Азимута	Приложение А. ОК №4

Практическое занятие № 5 Решение задач на освещённость земной поверхности

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №9 Годовое движение Солнца	Приложение А. ОК №9

Практическое занятие № 6 Контрольно-тестовое занятие по пройденному материалу

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №11 Фазы и возраст Луны	Приложение А. ОК №11

Практическое занятие № 7 Решение задач на перевод времени

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №15 Системы счёта времени	Приложение А. ОК №15

Практическое занятие № 8 Расчёт кульминации, восхода и захода Солнца

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №10 Освещённость земной поверхности	Приложение А. ОК №10

Практическое занятие № 9 Расчёт экваториальных координат звёзд

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №18 Морской Астрономический ежегодник (МАЕ)	Приложение А. ОК №18

Практическое занятие № 10 Расчёт экваториальных координат Солнца и планет

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №12 Понятие и основы измерения времени	Приложение А. ОК №12

Практическое занятие № 11 Звёздный глобус, устройство и использование

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №22 Звёздный глобус. Устройство	Приложение А. ОК №22

Практическое занятие № 12 Контрольно-тестовое занятие по пройденному материалу

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №16 Измерители времени. Служба времени на судне	Приложение А. ОК №16

Практическое занятие № 13 Звёздное небо

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №17 Сигналы точного времени. Поправка хронометра	Приложение А. ОК №17

Практическое занятие № 14 Прохождение тестов по пройденному материалу

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Зачётный тест	Приложение А. ОК 1-30

Письменный опрос второй семестр обучения

Практическое занятие № 15 Секстан. Принципы измерения углов секстаном, устройство секстана

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №25 Устройство навигационного секстана	Приложение А. ОК №25

Практическое занятие № 16 Практическое использование навигационного секстана

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №25 Устройство навигационного секстана	Приложение А. ОК №26

Практическое занятие № 17 Практическое использование навигационного секстана

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №27 Исправление высот светил	Приложение А. ОК №27

Практическое занятие № 18 Практическое использование навигационного секстана

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №28 Определение широты места судна	Приложение А. ОК №28

Практическое занятие № 19 Исправление высот светил

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №29 Определение широты и поправки компаса по Полярной	Приложение А. ОК №29

Практическое занятие № 20 Широта по Солнцу

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №28 Определение широты и поправки компаса по Солнцу	Приложение А. ОК №28

Практическое занятие № 21 Широта по Полярной

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №10 Освещённость земной поверхности	Приложение А. ОК №10

Практическое занятие № 22 Поправка компаса по видимому восходу (заходу) Солнца

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №29 Определение широты и поправки компаса по Полярной	Приложение А. ОК №29

Практическое занятие № 23 Поправка компаса по Полярной

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №31 Поправка компаса методом моментов	Приложение А. ОК №31

Практическое занятие № 24 Поправка компаса методом моментов по светилу

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №34 ОМС методом ВЛП. Общие положения	Приложение А. ОК №34

Практическое занятие № 25 Поправка компаса методом моментов по Солнцу

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №37 Определение места судна по разновременным ЛП	Приложение А. ОК №37

Практическое занятие № 26 ОМС по одновременным наблюдениям 2-х светил

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №27 ОМС по одновременным наблюдениям светил	Приложение А. ОК №27

Практическое занятие № 27 ОМС по одновременным наблюдениям 3-х светил

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №13 Звёздное время	Приложение А. ОК №13

Практическое занятие № 28 ОМС по одновременным наблюдениям 4-х светил

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №38 Определения места судна по разновременным наблюдениям Солнца	Приложение А. ОК №14

Практическое занятие № 29 ОМС по разновременным наблюдениям Солнца

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №14 Солнечное время	Приложение А. ОК №14

Практическое занятие № 30 ОМС по разновременным наблюдениям Солнца

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №12 Понятие и основы измерения времени	Приложение А. ОК №12

Практическое занятие № 31 ОМС по разновременным наблюдениям Солнца

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
--------------------	--

Опорный конспект №36 Точность ОМС по светилам. Ошибки в ВЛП	Приложение А. ОК №36
---	----------------------

Практическое занятие № 32 Практическое использование секстана для измерения горизонтальных углов

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №22 Звёздный глобус. Устройство	Приложение А. ОК №41

Практическое занятие № 33 ОМС по одновременным наблюдениям светил, когда наименование светила неизвестно

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №25 Устройство навигационного секстана	Приложение А. ОК №25

Практическое занятие № 34 Практическое использование навигационного секстана

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №29 Определение широты и поправки компаса по Полярной	Приложение А. ОК №29

Практическое занятие № 35 Частные случаи ОМС

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №28 Определение широты места судна	Приложение А. ОК №28

Практическое занятие № 36 Частные случаи ОМС

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №39 ОМС по наблюдениям Солнца при высотах более 88°	Приложение А. ОК №39

Практическое занятие № 37 Контрольно-тестовое занятие пройденному материалу

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №26 Основные выверки секстана	Приложение А. ОК №26

Практическое занятие № 38 Контрольно-тестовое занятие пройденному материалу. Зачёт

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №1 Небесная сфера. Основные понятия	Приложение А. ОК №1

Тестирование

Электронные тесты, разработаны в системе iSpring и включены в систему электронного сопровождения обучения на основе системы MOODLE, включают в себя графические и текстовые вопросы, тестируемому предлагается случайная выборка из пяти или десяти вопросов.

Оценивание входного тестирования осуществляется по номинальной шкале – за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за не правильный – ноль. Общая оценка каждого теста осуществляется в отношении количества правильных ответов к общему числу вопросов в тесте (выражается в процентах).

Тест считается пройденным (оценка «зачтено») при общей оценке 60%.

Контрольно-тестовое задание №1. Общие положения мореходной астрономии

Настройки теста

Настройка	Значение
Проходной балл:	80%
Общее количество вопросов в тесте:	60
Количество вопросов для отображения:	10
Порядок ответов на вопросы:	Проверять каждый вопрос отдельно
Возможность повторно пройти тест:	Нет
После завершения теста:	Отображать слайд с результатами
Отправлять результаты на email инструктора:	Нет
Отправлять результаты на email тестируемого:	Нет

Группа вопросов 1 (3/18 вопросов)

Вопрос 1. Перетаскивание слов, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 01:00

Расставьте слова по своим местам:



Текст с пропусками

Высота светила h , это дуга [**вертикала светила**] от [**истинного горизонта**] до [**светила**] измеряется от 0° до [**90°**]

Дополнительные слова

точки Овна

меридиана наблюдателя

180°

360°

полюса

полуденной части меридиана наблюдателя

меридиана светила

Дополнительные слова
экватора
Вопрос 2. Перетаскивание слов, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 01:00

Расставьте слова по своим местам:



Текст с пропусками
Зенитное расстояние светила z , это дуга [вертикала светила] от [зенита] до [светила] измеряется от 0° до [180°]

Дополнительные слова
точки Овна
90°
меридиана наблюдателя
истинного горизонта
360°
полюса
полуденной части меридиана наблюдателя
меридиана светила
экватора

Вопрос 3. Перетаскивание слов, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 01:00

Расставьте слова по своим местам:



Текст с пропусками
Склонение светила δ , это дуга [меридиана светила] от [экватора] до [светила] измеряется от 0° до [90°] в сторону [полюса]

Дополнительные слова
точки Овна
W
E
меридиана наблюдателя
зенита
истинного горизонта
вертикала светила
180°
360°
надира
полуденной части меридиана наблюдателя

Вопрос 4. Перетаскивание слов, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 01:00

Расставьте слова по своим местам:



Текст с пропусками

Полярное расстояние Δ светила, это дуга [**меридиана светила**] от [**повышенного полюса**] до [**светила**] измеряется от 0° до [**180°**]

Дополнительные слова

южного полюса

90°

экватора

точки Овна

меридиана наблюдателя

зенита

истинного горизонта

вертикала светила

360°

надира

полуденной части меридиана наблюдателя

Вопрос 5. Перетаскивание слов, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 01:00

Расставьте слова по своим местам:



Текст с пропусками
Азимут светила A , это дуга [истинного горизонта]от [меридиана наблюдателя] до [вертикала светила] в круговом счёте измеряется от 0° до [360°] в сторону [E].
Дополнительные слова
меридиана светила
точки Овна
противоположную W часовым углам
W
вестовых часовых углов
экватора
90°
светила
зенита
180°
надира
полуденной части меридиана наблюдателя
Вопрос 6. Перетаскивание слов, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 01:00
Расставьте слова по своим местам:



Текст с пропусками
Часовой угол t , это дуга [экватора] от [полуденной части меридиана наблюдателя] до [меридиана светила] в круговом счёте измеряется от 0° до [360°] в сторону [W].
Дополнительные слова
точки Овна
Е
меридиана наблюдателя
истинного горизонта
90°
светила
зенита
вертикала светила
180°
надира

Вопрос 7. Перетаскивание слов, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 01:00

Расставьте слова по своим местам:



Текст с пропусками

Прямое восхождение светила α , это дуга [экватора] от [точки Овна] до [меридиана светила] измеряется от 0° до [360°] в сторону [противоположную W часовым углом].

Дополнительные слова

W

полуденной части меридиана наблюдателя

вестовых часовых углов

E

меридиана наблюдателя

истинного горизонта

90°

светила

зенита

вертикала светила

180°

надир

Вопрос 8. Перетаскивание слов, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 01:00

Расставьте слова по своим местам:



Текст с пропусками
Звёздное дополнение светила τ^* , это дуга [экватора] от [точки Овна] до [меридиана светила] измеряется от 0° до [360°] в сторону [W часовых углов].

Дополнительные слова
противоположную W часовым углам
W
полуденной части меридиана наблюдателя
E
меридиана наблюдателя
истинного горизонта
90°
светила
зенита
вертикала светила
180°
надира

Вопрос 9. Выбор из списков, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:30

Выберите правильный ответ из вариантов, предложенных в списке:



Текст с пропусками

Отвесная линия проходит через [**наблюдателя**]¹ направлена [**по нормали к поверхности Геоида**]² и пересекает небесную сферу в [**точках зенита и надира**]³

Пропуск	Верный	Допустимые варианты ответов
1	V	наблюдателя Гринвичскую обсерваторию Киевский майдан Площадь Ленина
2	V	по нормали к поверхности Геоида к центру Земли параллельно поверхности Геоида перпендикулярно Экватору
3	V	точках зенита и надира в точках полюсов в точках N и S в точках E и W

Обратная связь

Верно:	Вы выбрали верный ответ.
Неверно:	Вы выбрали неправильный ответ.

Вопрос 10. Выбор из списков, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:30

Выберите правильный ответ из вариантов, предложенных в списке:



Текст с пропусками	
Ось мира направлена [параллельно оси вращения Земли] ¹ и пересекает небесную сферу в [точках полюсов] ²	

Пропуск	Верный	Допустимые варианты ответов
1	V	параллельно оси вращения Земли параллельно отвесной линии параллельно поверхности Земли параллельно параллелям
2	V	точках полюсов точках зенит и надир точках N и S точках E и W

Вопрос 11. Выбор из списков, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:30

Выберите правильный ответ из вариантов, предложенных в списке:



Текст с пропусками		
Небесный Экватор это [большой круг] ¹ на небесной сфере перпендикулярный [оси мира] ²		

Пропуск	Верный	Допустимые варианты ответов
1	V	большой круг малый круг солнечный круг
2	V	оси мира отвесной линии нормали к поверхности Геоида параллели

Вопрос 12. Выбор из списков, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:30

Выберите правильный ответ из вариантов, предложенных в списке:



Текст с пропусками		
Истинный горизонт это [большой круг] ¹ на небесной сфере перпендикулярный [отвесной линии] ²		

Пропуск	Верный	Допустимые варианты ответов
1	V	большой круг малый круг солнечный круг
2	V	отвесной линии оси мира параллели

Вопрос 13. Выбор из списков, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:30

Выберите правильный ответ из вариантов, предложенных в списке:



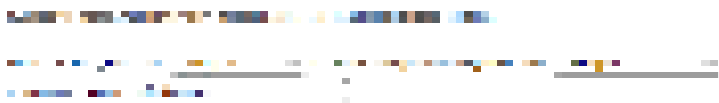
Текст с пропусками

Вертикалы это [**большие круги**]¹ на небесной сфере проходящие через [**точки зенит и надир**]² и перпендикулярные [**плоскости истинного горизонта**]³

Пропуск	Верный	Допустимые варианты ответов
1	V	большие круги малые круги круги на воде
2	V	точки зенит и надир точки полюсов
3	V	плоскости истинного горизонта оси мира плоскости Экватора отвесной линии

Вопрос 14. Выбор из списков, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:30

Выберите правильный ответ из вариантов, предложенных в списке:

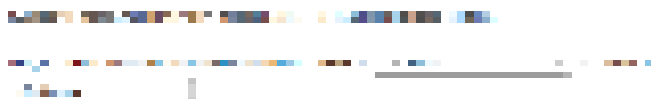


Текст с пропусками		
Небесные меридианы это [большие круги] ¹ на небесной сфере проходящие через [точки полюсов] ² и перпендикулярные [плоскости Экватора] ³		

Пропуск	Верный	Допустимые варианты ответов
1	V	большие круги малые круги круги на воде
2	V	точки полюсов точки зенит и надир
3	V	плоскости Экватора оси мира плоскости истинного горизонта отвесной линии

Вопрос 15. Выбор из списков, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:30

Выберите правильный ответ из вариантов, предложенных в списке:



Текст с пропусками		
Полуденная линия получается при пересечении плоскости [меридиана наблюдателя] ¹ с плоскостью [истинного горизонта] ²		

Пропуск	Верный	Допустимые варианты ответов
1	V	меридиана наблюдателя первого вертикала меридиана точки Овна последнего вертикала
2	V	истинного горизонта Экватора первого вертикала меридиана точки Овна

Вопрос 16. Выбор из списков, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:30

Выберите правильный ответ из вариантов, предложенных в списке:



Текст с пропусками
Параллели это [малые круги] ¹ на небесной сфере перпендикулярные [оси мира] ² и параллельные [экватору] ³

Пропуск	Верный	Допустимые варианты ответов
1	V	большие круги малые круги солнечные круги
2	V	оси мира отвесной линии нормали к поверхности Геоида
3	V	экватору истинному горизонту первому вертикалу меридиану наблюдателя

Вопрос 17. Выбор из списков, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:30

Выберите правильный ответ из вариантов, предложенных в списке:



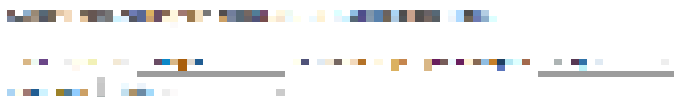
Текст с пропусками

Зенит и надир получаются при пересечении [**отвесной линии**]¹ с небесной сферой.
Полюса мира получаются при пересечении [**оси мира**]² с небесной сферой

Пропуск	Верный	Допустимые варианты ответов
1	V	отвесной линии оси мира
2	V	оси мира отвесной линии

Вопрос 18. Выбор из списков, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:30

Выберите правильный ответ из вариантов, предложенных в списке:



Текст с пропусками

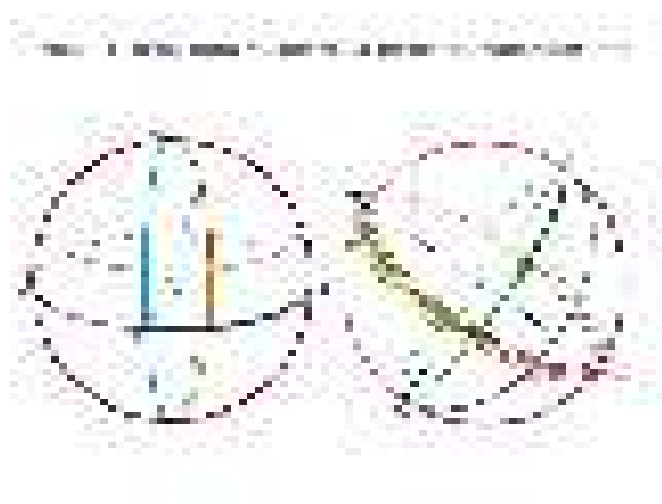
Альмукантараты это [**малые круги**]¹ на небесной сфере перпендикулярные [**отвесной линии**]² и параллельные [**истинному горизонту**]³

Пропуск	Верный	Допустимые варианты ответов
1	V	большие круги малые круги солнечные круги почётные круги
2	V	отвесной линии оси мира параллели
3	V	истинному горизонту экватору меридиану наблюдателя первому вертикалу

Группа вопросов 1 (копия) (копия) (1/10 вопросов)

Вопрос 19. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

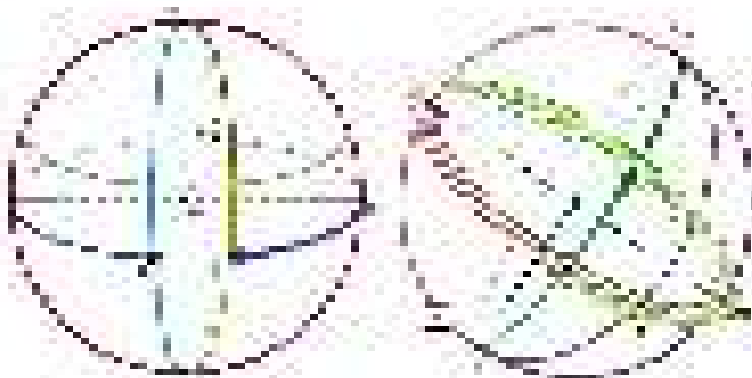
Указать на рисунке **часовой угол светила $t_{\text{чк}}$ в полукруговом** (практическом) счёте



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 20. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

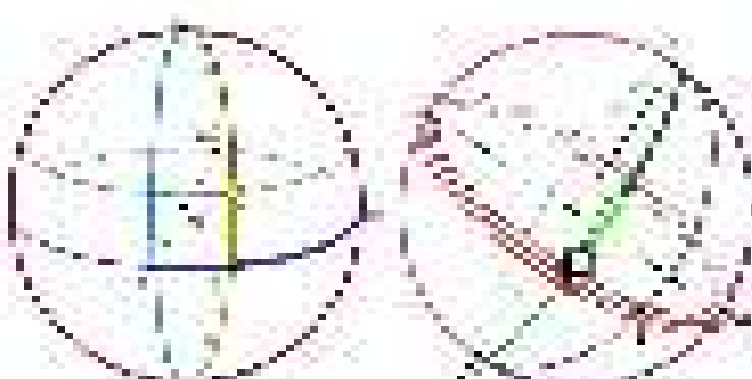
Указать на рисунке **часовой угол светила t в круговом счёте** (сфера развёрнута к нам восточным полушарием)



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 21. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

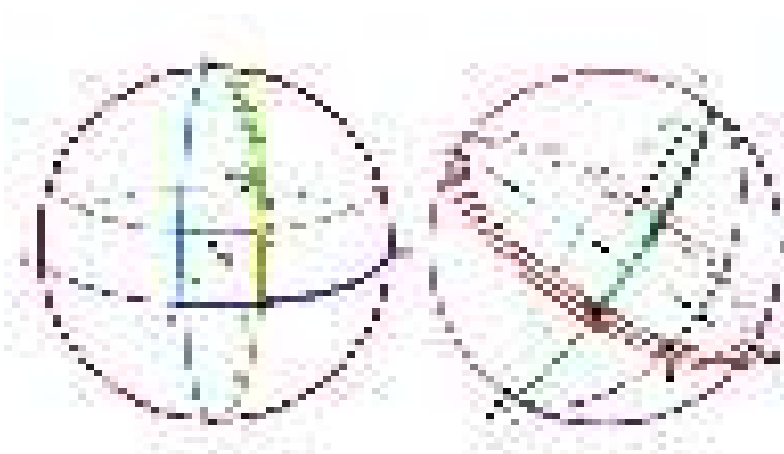
Указать на рисунке **склонение светила δ**



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 22. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

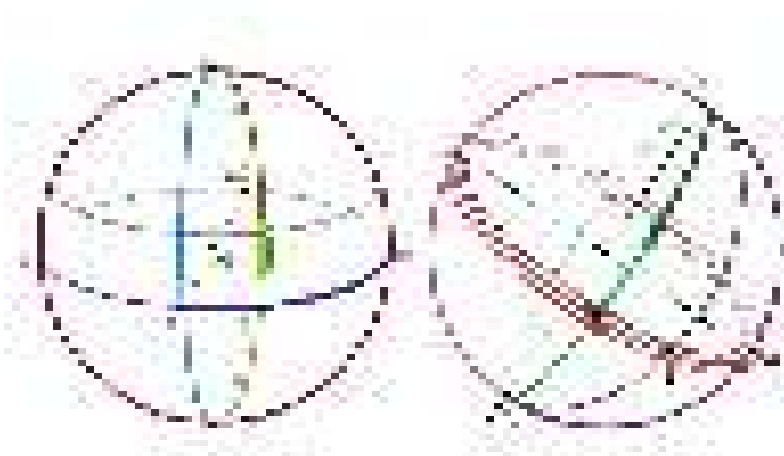
Указать на рисунке **зенитное расстояние светила z**



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 23. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

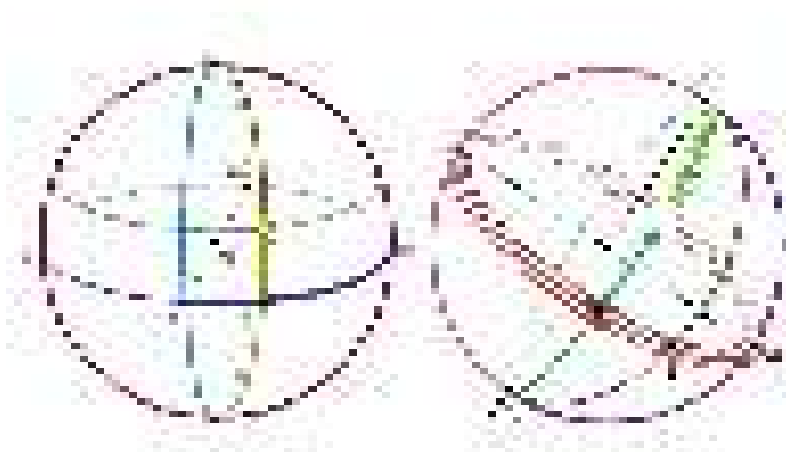
Указать на рисунке **высоту светила h**



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 24. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

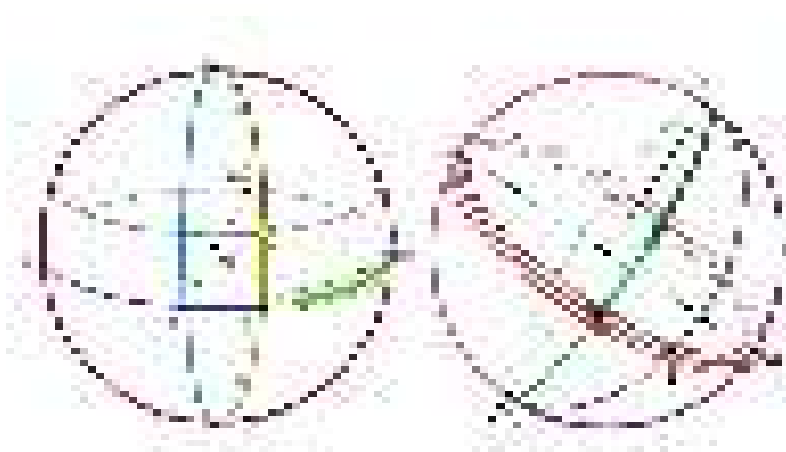
Указать на рисунке **полярное расстояние светила Δ**



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 25. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

Указать на рисунке **азимут светила A**



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 26. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

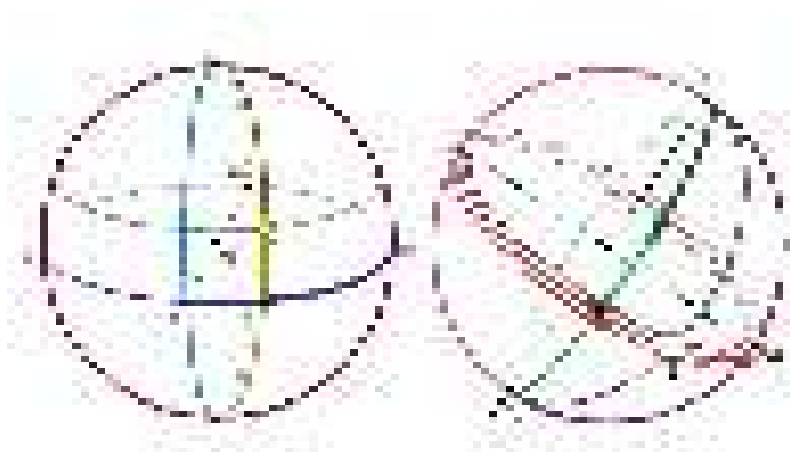
Указать на рисунке **звёздное дополнение светила τ^*** (рисунок развёрнут к нам восточным полушарием)



Указать на рисунке **прямое восхождение светила α** (рисунок равернут к нам восточным полушарием)



Указать на рисунке точку Овна



Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Группа вопросов 2 (1/3 вопросов)

Вопрос 29. Перетаскивание слов, 20 баллов, 1 попытка, лимит времени 01:00

Составьте формулу

Слов

Слов

Слов

Текст с пропусками
$\sin(h) = [\sin][(\varphi)][\sin][(\delta)] + [\cos][(\varphi)][\cos][(\delta)][\cos][t]$

Дополнительные слова
ctg
cosec
sec
tg

Дополнительные слова

—

Вопрос 30. Перетаскивание слов, 20 баллов, 1 попытка, лимит времени 01:00

Составьте формулу



Текст с пропусками

$$\text{ctg}(A) = [\text{tg}][(\delta)][\cos][(\varphi)][\text{cosec}][t] - [\sin][(\varphi)][\text{ctg}][t]$$

Дополнительные слова

+

sec

Вопрос 31. Перетаскивание слов, 20 баллов, 1 попытка, лимит времени 01:00

Составьте формулу



Текст с пропусками

$\sin(A) = [\sin](t)[\cos](\delta)[\sec](h)$

Дополнительные слова

ctg

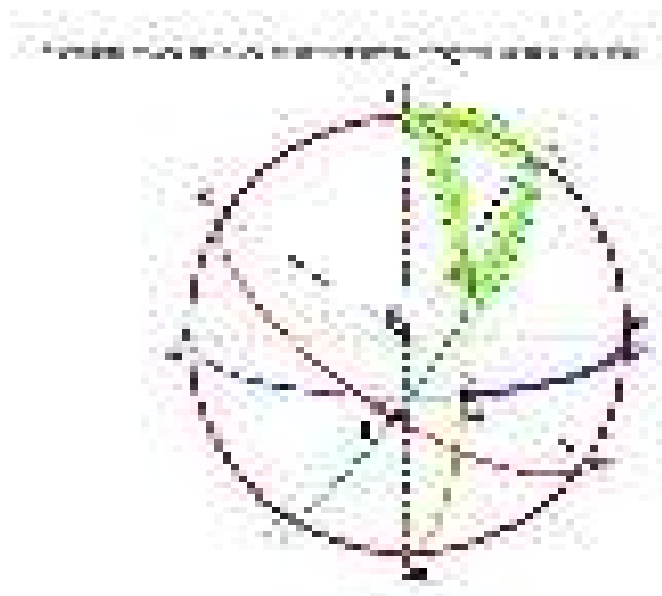
tg

cosec

Группа вопросов 3 (1/4 вопросов)

Вопрос 32. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

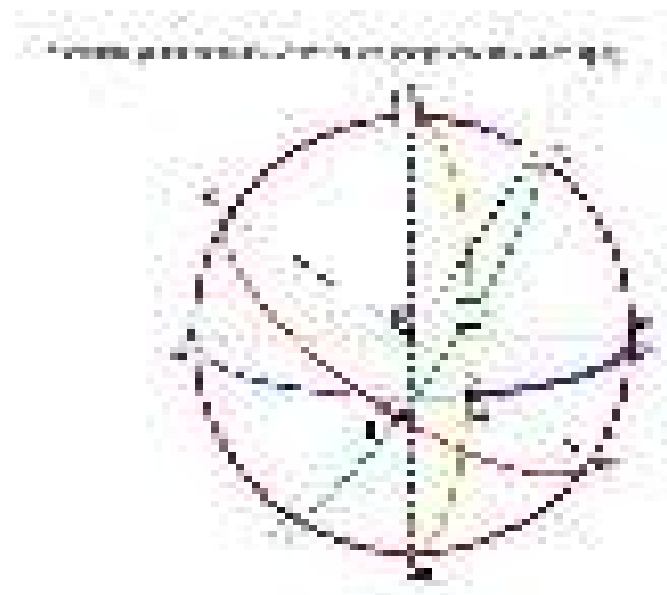
Укажите стороны параллактического треугольника (все три)



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1
2	V	Полилиния 2
3	V	Полилиния 3

Вопрос 33. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

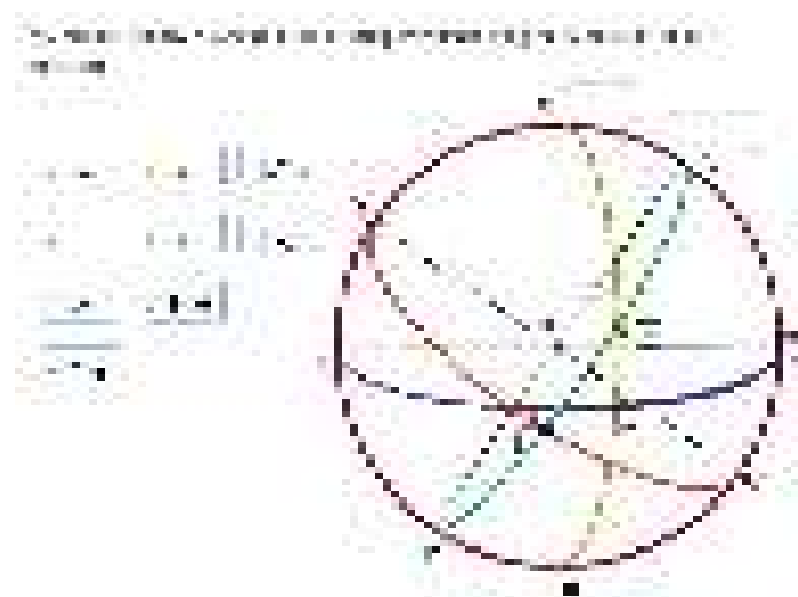
Укажите углы параллактического треугольника (все три)



Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1
2	V	Овал 2
3	V	Овал 3

Вопрос 34. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

Расставьте наименования углов сферического треугольника по своим местам:

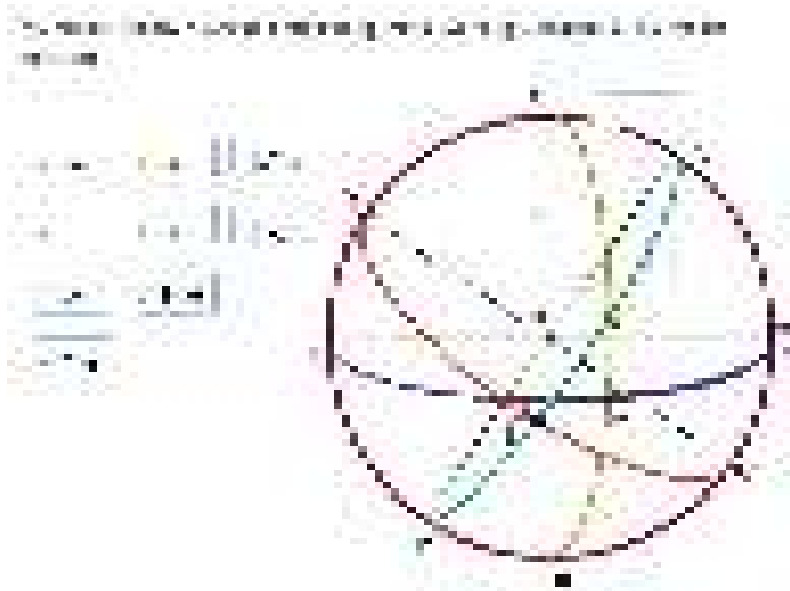


Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 1 - "A"	1	Скругленный прямоугольник 4
B	Скругленный прямоугольник 2 - "t"	2	Скругленный прямоугольник 6
C	Скругленный прямоугольник 3 - "q"	3	Скругленный прямоугольник 7
D	Скругленный прямоугольник 9 - "90°-φ"		(Нет соответствия)
E	Скругленный прямоугольник 10 - "90°-h"		(Нет соответствия)
F	Скругленный прямоугольник 11 - "h"		(Нет соответствия)

Перетаскиваемый объект		Область назначения	
G	Скругленный прямоугольник 12 - "90°-δ"		(Нет соответствия)
H	Скругленный прямоугольник 13 - "δ"		(Нет соответствия)
I	Скругленный прямоугольник 14 - "φ"		(Нет соответствия)

Вопрос 35. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

Расставьте наименования сторон сферического треугольника по своим местам:



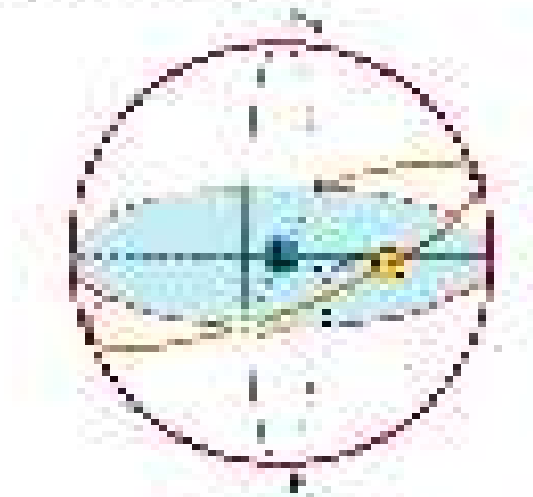
Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 1 - "A"		(Нет соответствия)
B	Скругленный прямоугольник 2 - "t"		(Нет соответствия)
C	Скругленный прямоугольник 3 - "q"		(Нет соответствия)
D	Скругленный прямоугольник 9 - "90°-φ"	1	Скругленный прямоугольник 4
E	Скругленный прямоугольник 10 - "90°-h"	2	Скругленный прямоугольник 7
F	Скругленный прямоугольник 11 - "h"		(Нет соответствия)
G	Скругленный прямоугольник 12 - "90°-δ"	3	Скругленный прямоугольник 6
H	Скругленный прямоугольник 13 - "δ"		(Нет соответствия)
I	Скругленный прямоугольник 14 - "φ"		(Нет соответствия)

Группа вопросов 1 (2/13 вопросов)

Вопрос 36. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

В соответствии с направлением движения Солнца указанного на рисунке укажите **Точку весеннего равноденствия**

1. Выберите область, в которой находится Солнце в этот момент.

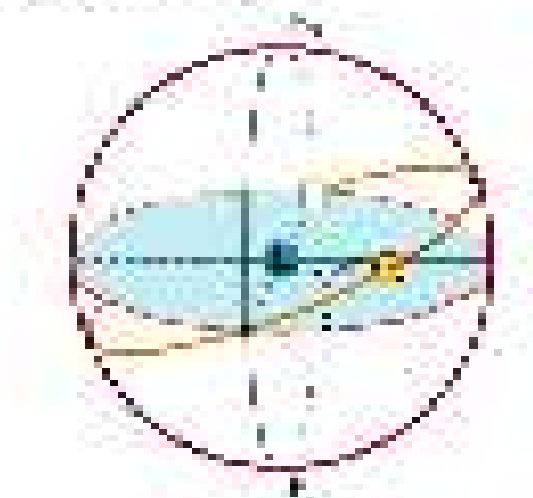


Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 37. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

В соответствии с направлением движения Солнца указанного на рисунке укажите **Точку осеннего равноденствия**

1. Выберите область, в которой находится Солнце в этот момент.

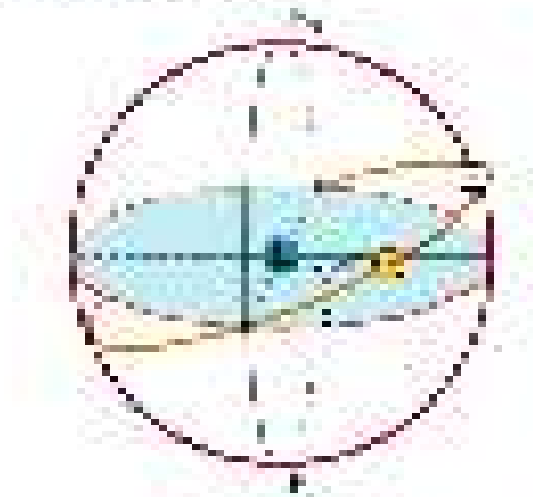


Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 38. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

В соответствии с направлением движения Солнца указанного на рисунке укажите **Точку летнего солнцестояния**

1. Выберите область, в которой находится Солнце в этот момент.

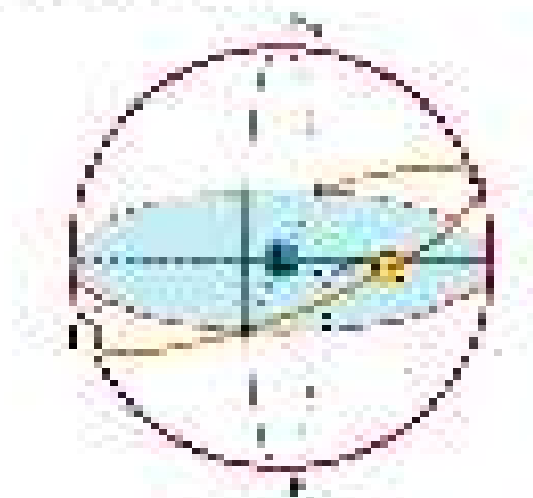


Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 39. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

В соответствии с направлением движения Солнца указанного на рисунке укажите **Точку зимнего солнцестояния**

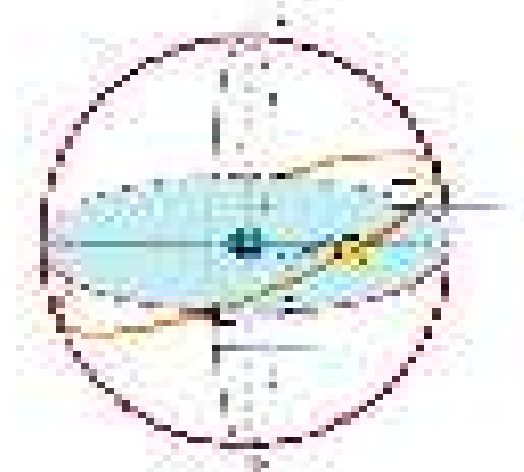
1. Выберите область, в которой находится Солнце в этот момент.



Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 40. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

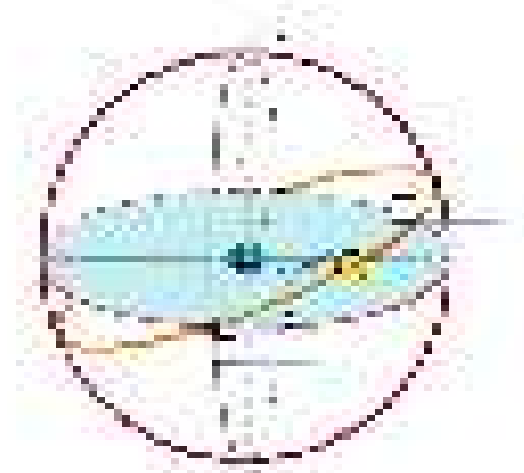
Установите на рисунке дату



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
А	Скругленный прямоугольник 1 - "21 марта"	1	Скругленный прямоугольник 5
	(Нет соответствия)	2	Скругленный прямоугольник 6
	(Нет соответствия)	3	Скругленный прямоугольник 7
	(Нет соответствия)	4	Скругленный прямоугольник 8

Вопрос 41. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

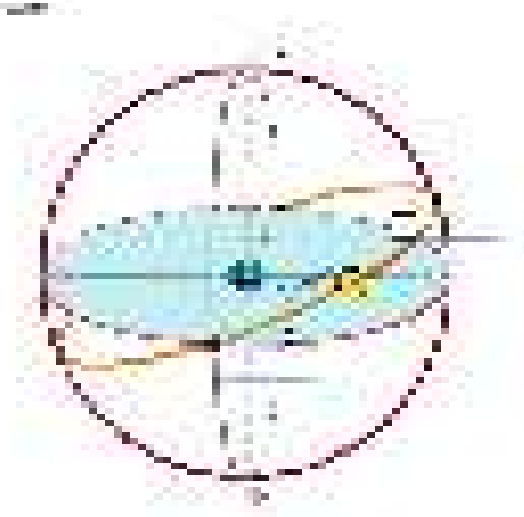
Установите на рисунке дату



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
А	Скругленный прямоугольник 1 - "22 Июня"	1	Скругленный прямоугольник 7
	(Нет соответствия)	2	Скругленный прямоугольник 6
	(Нет соответствия)	3	Скругленный прямоугольник 5
	(Нет соответствия)	4	Скругленный прямоугольник 8

Вопрос 42. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

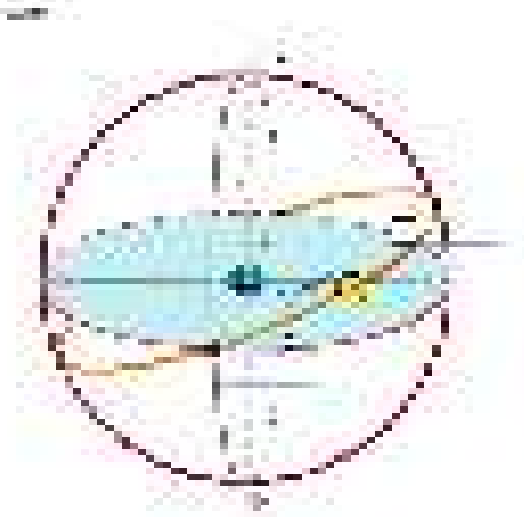
Установите на рисунке дату



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
А	Скругленный прямоугольник 1 - "23 Сентября"	1	Скругленный прямоугольник 6
	(Нет соответствия)	1	Скругленный прямоугольник 6
	(Нет соответствия)	2	Скругленный прямоугольник 7
	(Нет соответствия)	3	Скругленный прямоугольник 8

Вопрос 43. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

Установите на рисунке дату



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
А	Скругленный прямоугольник 1 - "22 Декабря"	1	Скругленный прямоугольник 8
	(Нет соответствия)	2	Скругленный прямоугольник 6
	(Нет соответствия)	3	Скругленный прямоугольник 7
	(Нет соответствия)	1	Скругленный прямоугольник 8

Вопрос 44. Перетаскивание слов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 01:00

Укажите даты характерных точек годового движения Солнца



Текст с пропусками

Точка весеннего равноденствия [21][Марта]

Точка летнего солнцестояния [22][Июня]

Точка осеннего равноденствия [23][Сентября]

Точка зимнего солнцестояния [22][Декабря]

Дополнительные слова

23

21

Ноября

Октября

Августа

Июня

Мая

Апреля

Февраля

Января

Вопрос 45. Перетаскивание слов, 10 баллов, 1 попытка

Укажите склонение δ и прямое восхождение светила α



Текст с пропусками

Точка весеннего равноденствия (Точка Овна) 21 Марта $\delta = [0^\circ]$, $\alpha = [0^\circ]$

Дополнительные слова

270°

180°

90°

23,4°

Вопрос 46. Перетаскивание слов, 10 баллов, 1 попытка

Укажите склонение δ и прямое восхождение светила α



Текст с пропусками

Точка осеннего равноденствия (Точка Весов) 23 Сентября $\delta = [0^\circ]$, $\alpha = [180^\circ]$

Дополнительные слова
0°
270°
180°
90°
23,4°

Вопрос 47. Перетаскивание слов, 10 баллов, 1 попытка

Укажите склонение δ и прямое восхождение светила α



Текст с пропусками
Точка летнего солнцестояния 22 Июня $\delta = [23,4] [N]$, $\alpha = [90^\circ]$

Дополнительные слова
S
0°
0°
270°
180°
90°

Вопрос 48. Перетаскивание слов, 10 баллов, 1 попытка

Укажите склонение δ и прямое восхождение светила α

1. Вспомогательные слова

2. Вспомогательные слова

3. Вспомогательные слова

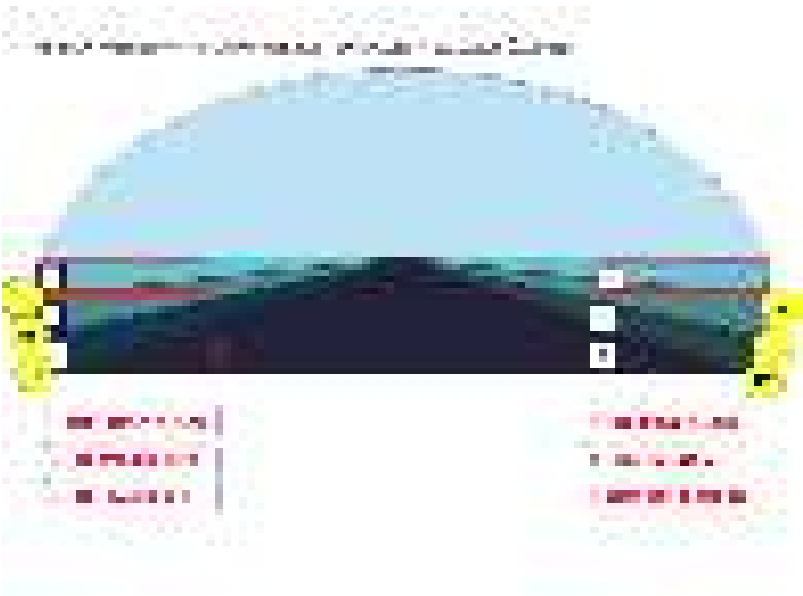
Текст с пропусками
Точка зимнего солнцестояния 22 Декабря $\delta = [23,4] [S], \alpha = [270^\circ]$

Дополнительные слова
N
0°
0°
180°
90°

Группа вопросов 4 (1/5 вопросов)

Вопрос 49. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 01:00

Укажите название сумерек для восхода и захода Солнца



Перетаскиваемый объект	Область назначения
------------------------	--------------------

Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 1 - "Гражданские"	1	Скругленный прямоугольник 7
B	Скругленный прямоугольник 2 - "Навигационные"	2	Скругленный прямоугольник 8
C	Скругленный прямоугольник 3 - "Астрономические"	3	Скругленный прямоугольник 9
D	Скругленный прямоугольник 4 - "Гражданские"	4	Скругленный прямоугольник 10
E	Скругленный прямоугольник 5 - "Навигационные"	5	Скругленный прямоугольник 11
F	Скругленный прямоугольник 6 - "Астрономические"	6	Скругленный прямоугольник 12

Вопрос 50. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

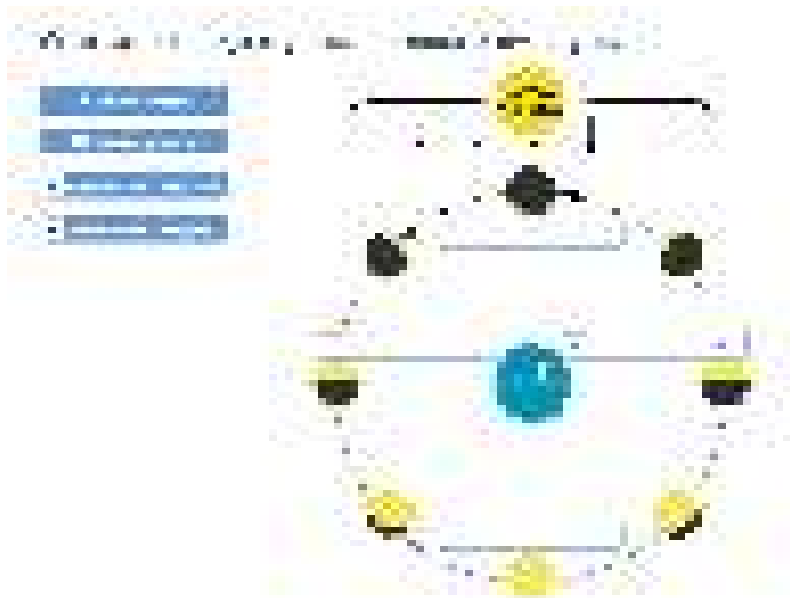
Укажите сизигийные положения Луны



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 1 - "Новолуние"	1	Скругленный прямоугольник 5
B	Скругленный прямоугольник 2 - "Полнолуние"	2	Скругленный прямоугольник 6

Вопрос 51. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

Укажите квадратурные положения Луны



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 3 - "Первая четверть"	1	Скругленный прямоугольник 8
B	Скругленный прямоугольник 4 - "Третья четверть"	2	Скругленный прямоугольник 7

Вопрос 52. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

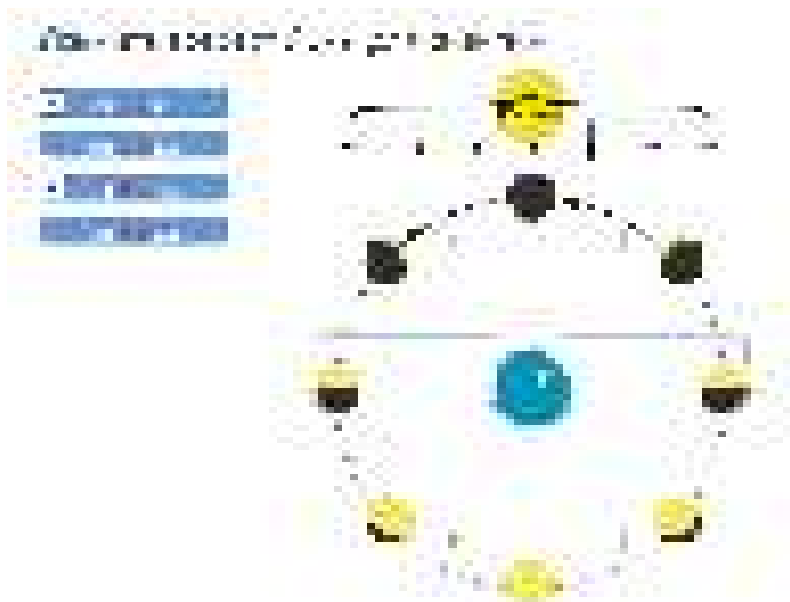
Укажите возраст Луны для квадратур



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 3 - "06 07 08"	1	Скругленный прямоугольник 8
B	Скругленный прямоугольник 4 - "21 22 23"	2	Скругленный прямоугольник 7

Вопрос 53. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

Укажите возраст Луны для сизигий



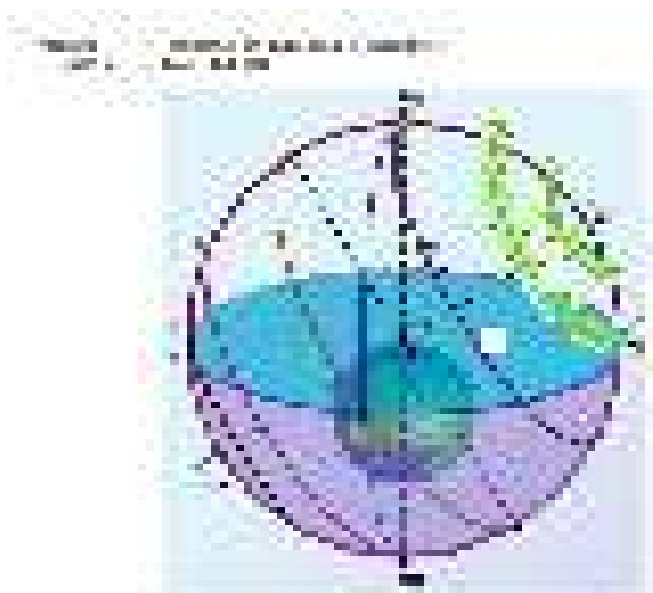
Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 1 - "29 00 01"	1	Скругленный прямоугольник 5
B	Скругленный прямоугольник 2 - "14 15 16"	2	Скругленный прямоугольник 6

Группа вопросов 5 (1/7 вопросов)

Вопрос 54. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

Укажите траектории светил описываемые неравенством -

$$|\delta| \geq 90^\circ - \varphi \quad (\delta \text{ и } \varphi \text{ одноимённые})$$

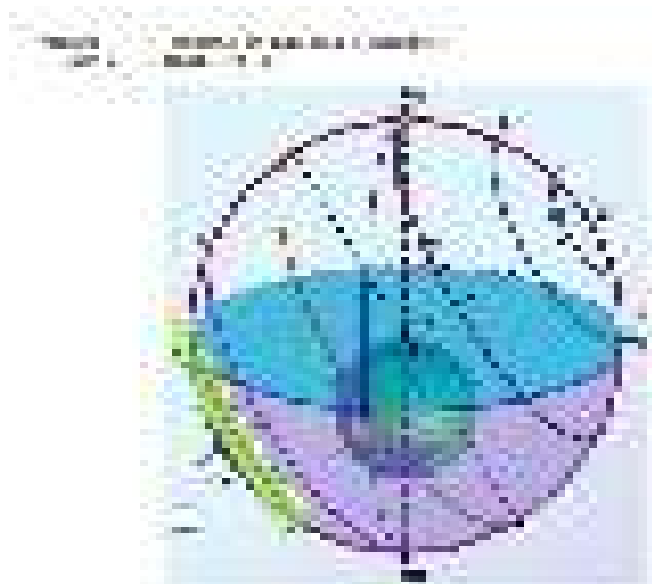


Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1
2	V	Полилиния 2

Вопрос 55. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

Укажите траектории светил описываемые неравенством -

$$|\delta| \geq 90^\circ - \varphi \quad (\delta \text{ и } \varphi \text{ разноимённые})$$

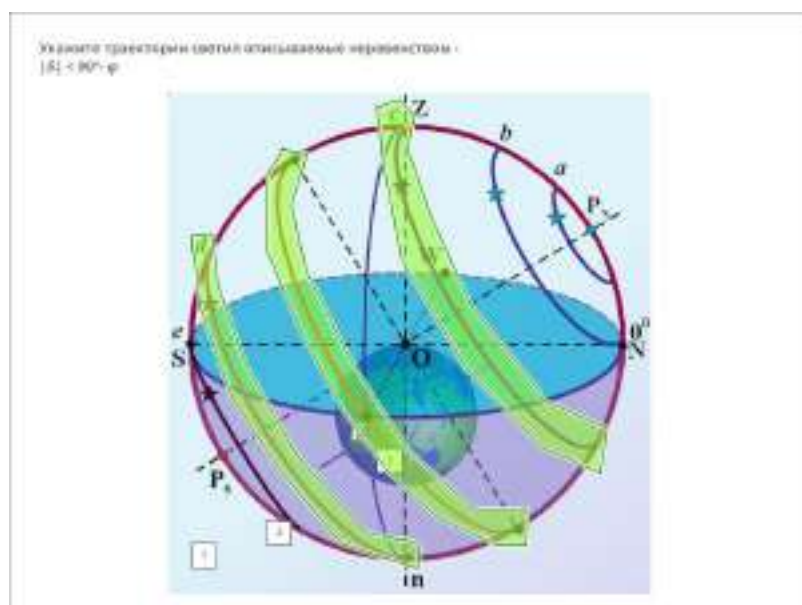


Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 56. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

Укажите траектории светил описываемые неравенством -

$$|\delta| < 90^\circ - \varphi$$

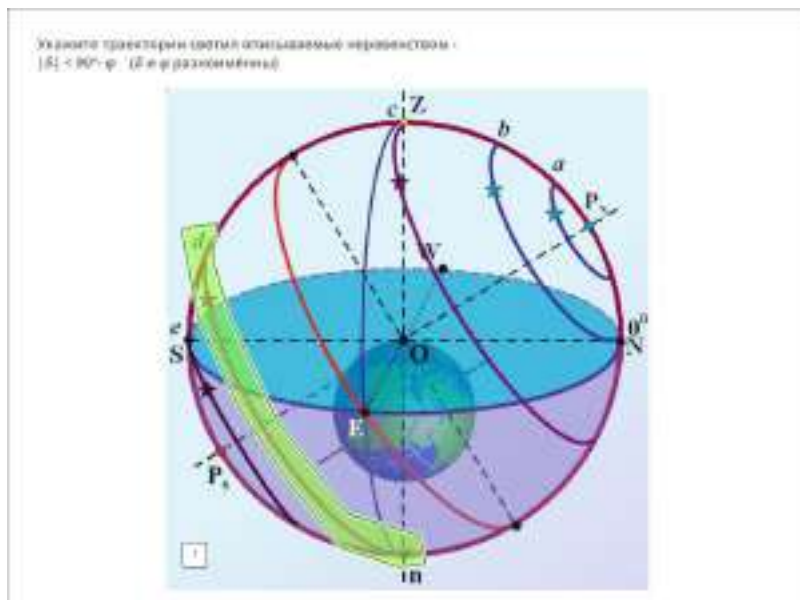


Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1
2	V	Полилиния 2
3	V	Полилиния 3

Вопрос 57. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

Укажите траектории светил описываемые неравенством -

$$|\delta| < 90^\circ - \varphi \quad (\delta \text{ и } \varphi \text{ разноимённые})$$

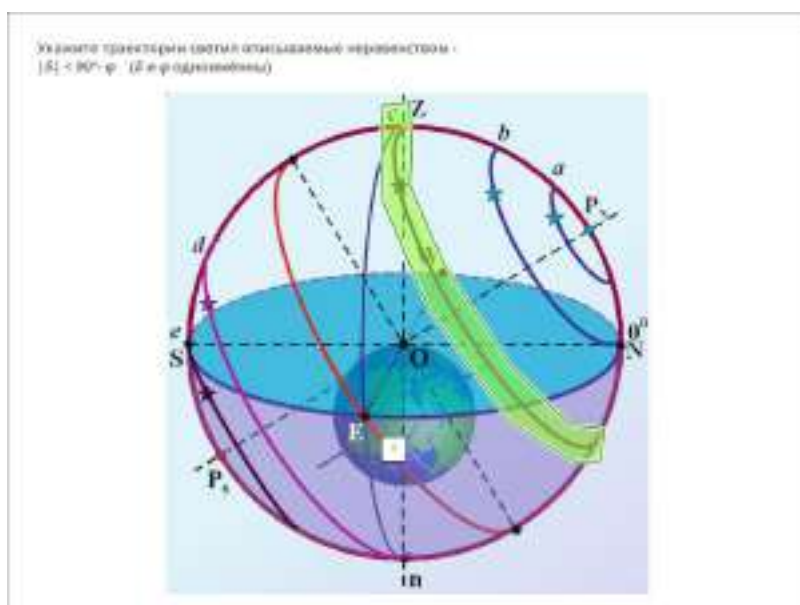


Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 58. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

Укажите траектории светил описываемые неравенством -

$|\delta| < 90^\circ - \varphi$ (δ и φ одноимённые)

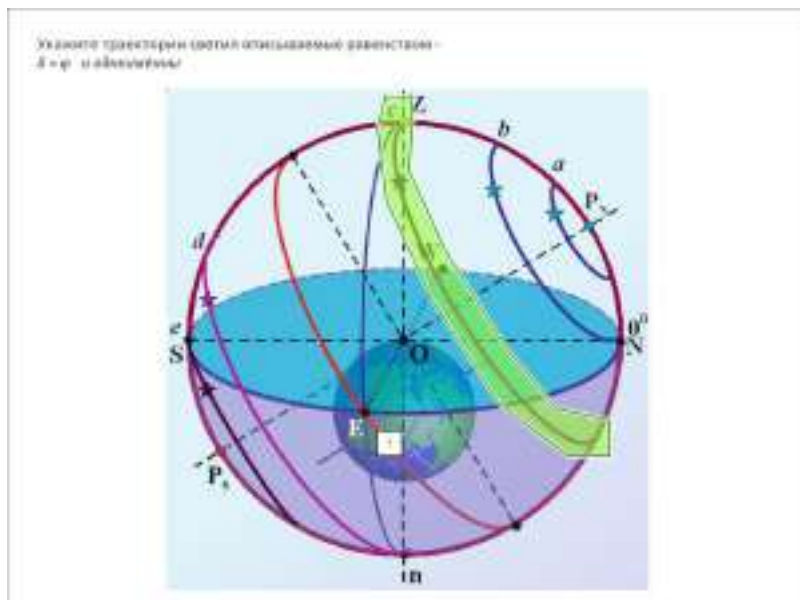


Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 59. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

Укажите траектории светил описываемые равенством -

$\delta = \varphi$ и одноимённые

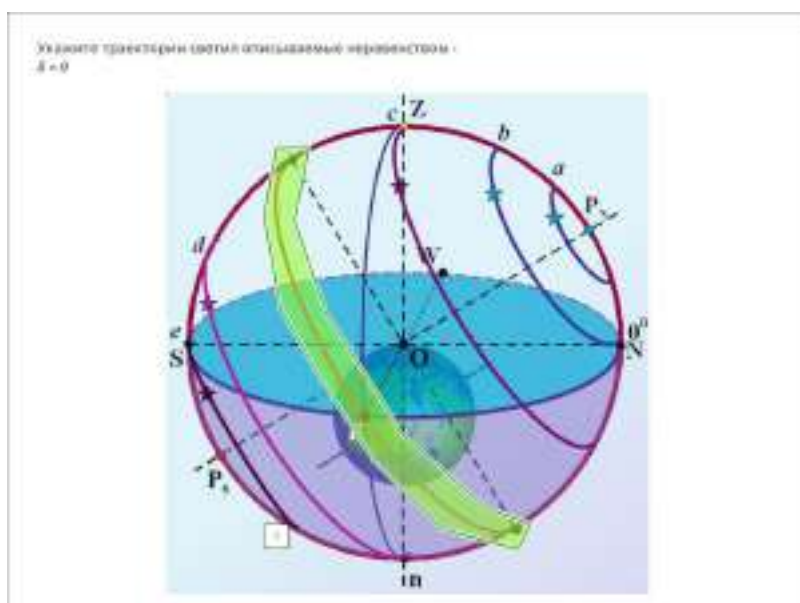


Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 60. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30

Укажите траектории светил описываемые неравенством -

$$\delta = 0$$



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Контрольно-тестовое задание №3. Звёздное небо

Настройки теста

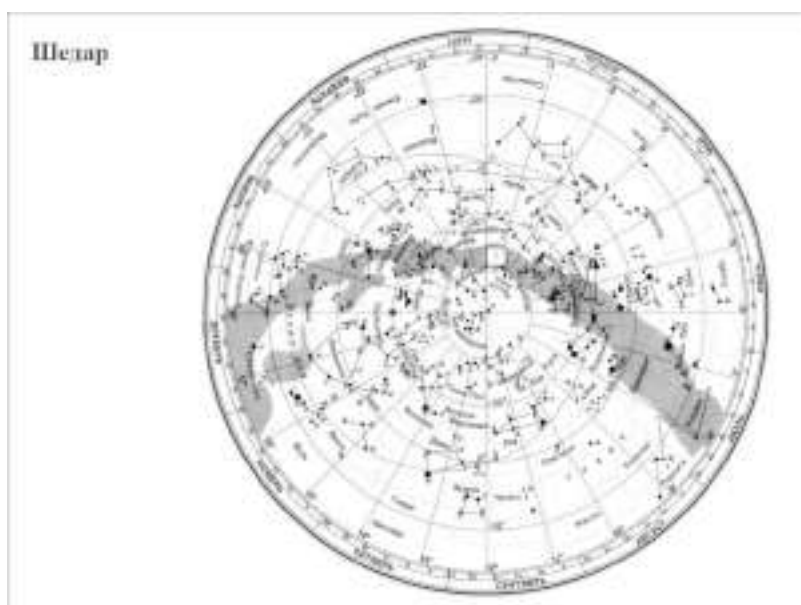
Настройка	Значение
Проходной балл:	60%

Настройка	Значение
Общее количество вопросов в тесте:	23
Количество вопросов для отображения:	5
Порядок ответов на вопросы:	Проверять каждый вопрос отдельно
Ограничение по времени (ч:мм:сс):	0:20:01
Возможность повторно пройти тест:	Нет
После завершения теста:	Отображать слайд с результатами
Отправлять результаты на email инструктора:	Нет
Отправлять результаты на email тестируемого:	Нет

Группа вопросов 1 (5/23 вопросов)

Вопрос 1. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

Шедар



Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 2. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

Фомальхаут

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 3. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

Альдебаран

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 4. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

Ригель

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 5. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

Капелла

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 6. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

Бетельгейзе

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 7. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

Сириус

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 8. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

Поллукс

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 9. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

Процион

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 10. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20

Регул

Область	Верный	Описание
---------	--------	----------

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 11. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20
Дубхе

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 12. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20
Алиот

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 13. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20
Спика

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 14. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20
Арктур

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 15. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20
Альфакка

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 16. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20
Антарес

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 17. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20
Рассальхагуэ

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 18. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20
Вега

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 19. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20
Альтаир

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 20. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20
Денеб

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 21. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20
Маркаб

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 22. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20
Полярная

Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 23. Выбор области, 1 балл, 1 попытка, лимит времени 00:20
Дифда

Область	Верный	Описание
---------	--------	----------

Контрольно-тестовое задание №4. Устройство секстана

Настройки теста

Настройка	Значение
Проходной балл:	80%
Общее количество вопросов в тесте:	12
Количество вопросов для отображения:	5
Порядок ответов на вопросы:	Проверять каждый вопрос отдельно
Возможность повторно пройти тест:	Нет
После завершения теста:	Отображать слайд с результатами
Отправлять результаты на email инструктора:	Нет
Отправлять результаты на email тестируемого:	Нет

Группа вопросов 1 (5/12 вопросов)

Вопрос 1. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:20

Укажите части секстана



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 1 - "Малое зеркало"	1	Скругленный прямоугольник 11

Вопрос 2. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:20

Укажите части секстана



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
А	Скругленный прямоугольник 2 - "Астроном. труба"	1	Скругленный прямоугольник 12

Вопрос 3. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:20

Укажите части секстана



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
А	Скругленный прямоугольник 3 - "Труба Галилея"	1	Скругленный прямоугольник 13

Вопрос 4. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:20

Укажите части секстана



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
А	Скругленный прямоугольник 4 - "Алидада"	1	Скругленный прямоугольник 14

Вопрос 5. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:20

Укажите части секстана



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
А	Скругленный прямоугольник 5 - "Лимб"	1	Скругленный прямоугольник 15

Вопрос 6. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:20

Укажите части секстана



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 6 - "Большое зеркало"	1	Скругленный прямоугольник 16

Вопрос 7. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:20

Укажите части секстана



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 7 - "Светофильтры"	1	Скругленный прямоугольник 17

Вопрос 8. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:20

Укажите части секстана



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
А	Скругленный прямоугольник 8 - "Отсчётное устр."	1	Скругленный прямоугольник 18

Вопрос 9. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:20

Укажите части секстана



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
А	Скругленный прямоугольник 7 - "Светофильтры"	1	Скругленный прямоугольник 17

Вопрос 10. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:20

Укажите части секстана



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 8 - "Отсчётное устр."	1	Скругленный прямоугольник 18

Вопрос 11. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:20

Укажите части секстана



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 9 - "Лупа"	1	Скругленный прямоугольник 19

Вопрос 12. Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:20

Укажите части секстана



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
А	Скругленный прямоугольник 10 - "Рамка"	1	Скругленный прямоугольник 20

Контрольно-тестовое задание №5. ОМС

Настройки теста

Настройка	Значение
Проходной балл:	80%
Общее количество вопросов в тесте:	28
Количество вопросов для отображения:	10
Порядок ответов на вопросы:	Проверять каждый вопрос отдельно
Возможность повторно пройти тест:	Нет
После завершения теста:	Отображать слайд с результатами
Отправлять результаты на email инструктора:	Нет
Отправлять результаты на email тестируемого:	Нет

Группа вопросов 1 (3/9 вопросов)

Вопрос 1. Выбор одного ответа, 10 баллов, 1 попытка

Полюс освещения светила -- это

Полус освещении светила – это

- ☐ Проекция светила на поверхность земной сферы
- ☐ проекция точки овна на поверхность земной сферы
- ☐ Проекция светила на поверхность небесной сферы

Верный	Варианты ответов
V	Проекция светила на поверхность земной сферы
	проекция точки овна на поверхность земной сферы
	Проекция светила на поверхность небесной сферы

Вопрос 2. Выбор из списков, 10 баллов, 1 попытка

Круг равных высот описывается уравнением:

Круг равных высот описывается уравнением:

$\sin(h) = \sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \cos(t)$

Текст с пропусками		
$\sin(h) = [\sin(\varphi)]^1 \sin(\delta) + [\cos(\varphi)]^2 \cos(\delta) \cos(t)$		

Пропуск	Верный	Допустимые варианты ответов
1	V	$\sin(\varphi)$ $\cos(\varphi)$
2	V	$\cos(\varphi)$ $\sin(\varphi)$

Вопрос 3. Выбор одного ответа, 10 баллов, 1 попытка

Какое минимальное количество изолиний нужно для ОМС

Какое минимальное количество изолиний нужно для ОМС:

☐ 3

☐ 1

☐ 2

Верный	Варианты ответов
	3
	1
V	2

Вопрос 4. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка

Отметьте склонение область на изображении.



Область	Верный	Описание
1	V	склонение

Вопрос 5. Верно/Неверно, 10 баллов, 1 попытка

Радиус круга равных высот равен зенитному расстоянию светила

Радиус круга равных высот равен зенитному расстоянию светила:

- ☐ Верно
- ☐ Неверно

Верный	Варианты ответов
V	Верно
	Неверно

Вопрос 6. Верно/Неверно, 10 баллов, 1 попытка

Для определения места судна нужно измерить высоты как минимум двух светил

Для определения места судна нужно измерить высоты как минимум двух светил

- ☐ Верно
- ☐ Неверно

Верный	Варианты ответов
V	Верно
	Неверно

Вопрос 7. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка

покажите на рисунке круг равных высот

покажите на рисунке круг равных высот



Область	Верный	Описание
1	V	круг равных высот

Вопрос 8. Перетаскивание слов, 10 баллов, 1 попытка

Расставьте слова по своим местам:

Расставьте слова по своим местам:

Z= - .

Q 90 H q 90 H

Текст с пропусками

$$Z = [90] - [H].$$

Дополнительные слова

Q

90

H

 φ

Вопрос 9. Верно/Неверно, 10 баллов, 1 попытка

Недостаток метода равных высот в том, что КРВ слишком малы :

Недостаток метода равных высот в том, что КРВ слишком малы :

- ☐ Верно
- ☐ Неверно

Верный	Варианты ответов
	Верно
V	Неверно

Группа вопросов 1 (3/8 вопросов)

Вопрос 10. Выбор одного ответа, 10 баллов, 1 попытка

Суть ОМС по одновременным наблюдениям светил в том, что

Суть ОМС по одновременным наблюдениям светил в том, что :

- ☐ с помощью наблюдения светил получают поправки
- ☐ Светила наблюдаются практически в один момент времени

Верный	Варианты ответов
	с помощью наблюдения светил получают поправки
V	Светила наблюдаются практически в один момент времени

Вопрос 11. Выбор одного ответа, 10 баллов, 1 попытка

Выберите правильный вариант ответа:

Выберите правильный вариант ответа:

- ☐ Вариант 1
- ☐ Вариант 2
- ☐ Вариант 3

Верный	Варианты ответов
V	Вариант 1
	Вариант 2
	Вариант 3

Вопрос 12. Верно/Неверно, 10 баллов, 1 попытка

Погрешность во времени измерения устраняется путем приведения светил к одному зениту

Погрешность во времени измерения устраняется путем приведения светил к одному зениту

- ☐ Верно
- ☐ Неверно

Верный	Варианты ответов
V	Верно
	Неверно

Выберите правильный вариант ответа:

Выберите правильный вариант ответа:

- ☐ Вариант 1
- ☐ Вариант 2
- ☐ Вариант 3

Верный	Варианты ответов
V	Вариант 1
	Вариант 2
	Вариант 3

Вопрос 14. Верно/Неверно, 10 баллов, 1 попытка

Наблюдения по светилам проще производить непосредственно в момент обсервации,предварительной подготовки данный метод не требует

Наблюдения по светилам проще производить непосредственно в момент обсервации,предварительной подготовки данный метод не требует

- ☐ Верно
- ☐ Неверно

Верный	Варианты ответов
	Верно
V	Неверно

Вопрос 15. Выбор нескольких ответов, 10 баллов, 1 попытка

Приведение Солнца к одному зениту осуществляется

Приведение Солнца к одному зениту осуществляется

- ☐ методом крьюйс дистанции
- ☐ крьюйс пеленгом
- ☐ проведением линий из второго счислимого места

Верный	Варианты ответов
V	методом крьюйс дистанции
	крьюйс пеленгом
V	проведением линий из второго счислимого места

Вопрос 16. Выбор одного ответа, 10 баллов, 1 попытка

достаточный угол между ВЛП должен составлять

достаточный угол между ВЛП должен составлять

- ☐ 30-70
- ☐ 10-15
- ☐ 40-60

Верный	Варианты ответов
	30-70
	10-15
V	40-60

Вопрос 17. Выбор одного ответа, 10 баллов, 1 попытка

Может ли разновременный метод положения быть применен не только к Солнцу ?

Может ли разновременный метод положения быть применен не только к Солнцу?

- ☐ Да
- ☐ нет

Верный	Варианты ответов
V	Да
	нет

Группа вопросов 1 (4/11 вопросов)

Вопрос 18. Выбор одного ответа, 10 баллов, 1 попытка

В какой момент можно определить широту места судна?

В какой момент можно определить широту места судна?

- ☐ В полдень в 12:00
- ☐ во время кульминации Солнца
- ☐ когда $\delta=90$

Верный	Варианты ответов
	В полдень в 12:00
V	во время кульминации Солнца
	когда $\delta=90$

Вопрос 19. Перетаскивание слов, 10 баллов, 1 попытка

Для верхней кульминации:

Для верхней кульминации:

$\varphi = \text{[]} \pm \text{[]}$.

Текст с пропусками

$\varphi = \text{[Z]} \pm \text{[]}$.

Дополнительные слова

H

Z

δ

Вопрос 20. Выбор одного ответа, 10 баллов, 1 попытка

Наименование Z:

Наименование Z:

- ☐ противоположно H
- ☐ Совпадает с H
- ☐ Не зависит от H

Верный	Варианты ответов
V	противоположно H
	Совпадает с H
	Не зависит от H

Вопрос 21. Выбор одного ответа, 10 баллов, 1 попытка

В классическом методе определения широты по Солнцу долготу получали

В классическом методе определения широты по Солнцу долготу получали:

- ☐ По карте
- ☐ по положению звезд
- ☐ сличением кульминации с хронометром

Верный	Варианты ответов
	По карте
	по положению звезд
V	сличением кульминации с хронометром

Вопрос 22. Верно/Неверно, 10 баллов, 1 попытка

Определение широты места судна по солнцу, возможно в любое время дня

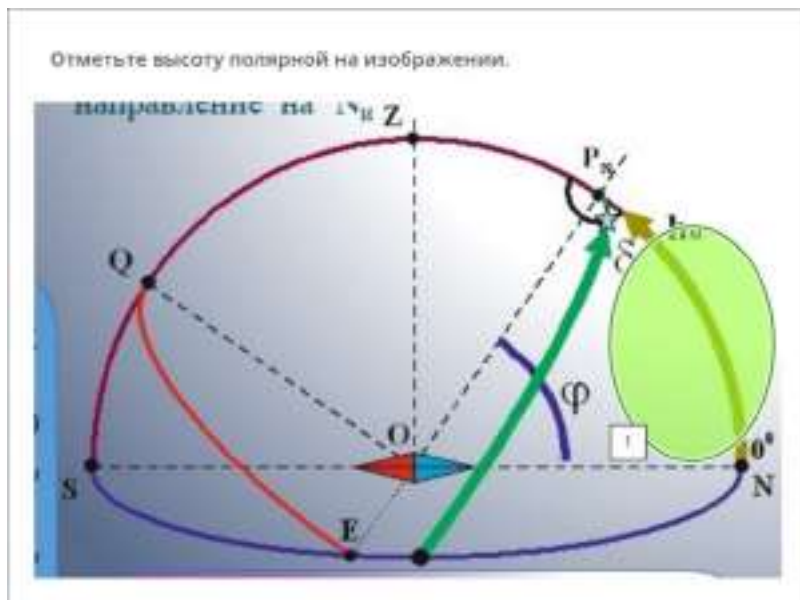
Определение широты места судна по солнцу, возможно в любое время дня

- ☐ Да
- ☐ Нет

Верный	Варианты ответов
	Да
V	Нет

Вопрос 23. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка

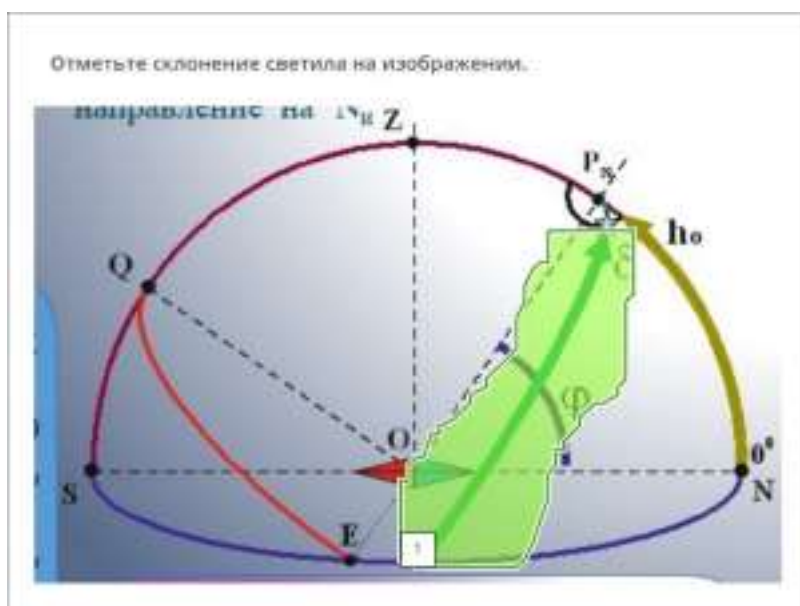
Отметьте высоту полярной на изображении.



Область	Верный	Описание
1	V	высота полярной

Вопрос 24. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка

Отметьте склонение светила на изображении.



Область	Верный	Описание
1	V	склонение светила

Вопрос 25. Выбор одного ответа, 10 баллов, 1 попытка

α малой медведицы также известна как

α малой медведицы также известна как

- ☐ Сириус
- ☐ Поллукс
- ☐ полярная звезда

Верный	Варианты ответов
	Сириус
	Поллукс
V	полярная звезда

Вопрос 26. Выбор одного ответа, 10 баллов, 1 попытка

Определение широты возможно:

Определение широты возможно:

- ☐ Только на северном полушарии
- ☐ в любой точке Земли
- ☐ только в гражданские сумерки

Верный	Варианты ответов
V	Только на северном полушарии
	в любой точке Земли
	только в гражданские сумерки

Вопрос 27. Верно/Неверно, 10 баллов, 1 попытка

При определении широты по полярной,наименование всегда W

При определении широты по полярной,наименование всегда W

☐ Да

☐ Нет

Верный	Варианты ответов
	Да
V	Нет

Вопрос 28. Выбор одного ответа, 10 баллов, 1 попытка

Как часто нужно определять поправку компаса?

Как часто нужно определять поправку компаса?

☐ Не реже раза в неделю

☐ Не реже одного раза за вахту

☐ Раз в сутки

Верный	Варианты ответов
	Не реже раза в неделю
V	Не реже одного раза за вахту
	Раз в сутки

2.3 Оценочные материалы для проведения промежуточного контроля

Зачёт

Условием получения зачёта является выполнение и защита (получение отметки «зачтено») по всем практическим заданиям, прохождение всех устных, письменных опросов и тестов текущей аттестации с результатом не менее 75% по каждому.

Зачёт с оценкой

Условием получения зачёта является выполнение и защита (получение отметки «зачтено») по всем практическим заданиям, прохождение всех устных, письменных опросов и тестов текущей аттестации с результатом не менее 75% по каждому.

Оценка определяется прохождением интегрального теста по всем вопросам контрольно-тестовых заданий. На задание выдаётся 50 вопросов выбираемых случайно из общего объёма вопросов по темам.

В процентном соотношении оценки (по четырехбалльной системе) выставляются в следующих диапазонах:

“неудовлетворительно” - менее 60%

“удовлетворительно” - 60%-69%

“хорошо” - 70%-89%

“отлично” - 90%-100%

Приложение А. Опорные конспекты по Мореходной астрономии

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра судовождения и промышленного рыболовства

Новоселов Дмитрий Альбертович

Мореходная астрономия

Опорные конспекты

для курса лекций «Навигация и лоция» для курсантов очной и заочной формы обучения
специальности 26.05.05 «Судовождение»

Небесная сфера. Основные понятия

Небесная сфера - вспомогательная сфера произвольного радиуса, к центру которой параллельно перенесены основные линии и плоскости наблюдателя и Земли, а также направления на светила

Основное направление точки наблюдателя

Вертикаль или **отвесная линия $z-n$** определяется направлением силы тяжести, направлена по нормали к поверхности геоида

Зенит z , надир n точки пересечения вертикали с небесной сферой

Меридиан наблюдателя - проекция земного наблюдателя на небесную сферу. Проходит через точки z, n, N, S

Истинный горизонт - большой круг на небесной сфере перпендикулярный отвесной линии, проходит через точки NESW

Ось мира - линия параллельная земной оси, проходит через центр небесной сферы.

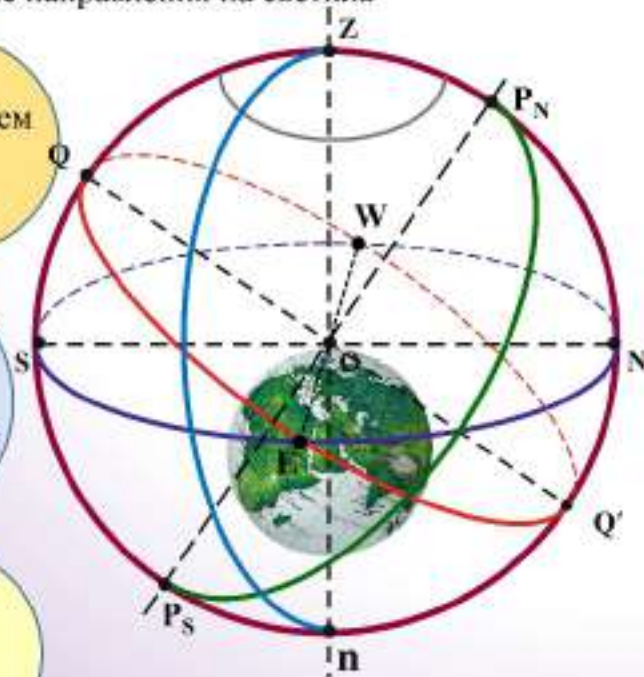
Точки пересечения оси мира с небесной сферой - полюса мира

P_N - северный и P_S - южный

Небесный Экватор - большой круг на небесной сфере перпендикулярный оси мира, проходит через точки $QO^*Q'W$

Небесные меридианы - большие круги проходящие через полюса мира P_N северный и P_S южный, перпендикулярны экватору

Вертикалы - большие круги проходящие через точки z (Зенит) и n (Надир), перпендикулярны истинному горизонту



Альмукантараты - дополнительные малые круги на небесной сфере параллельные истинному горизонту

Параллели - дополнительные малые круги на небесной сфере параллельные небесному экватору

Меридиан Наблюдателя является по совместительству и вертикалом

Горизонтная система - Привязана к наблюдателю, является неподвижной относительно наблюдателя и перемещается вместе с ним

Основное направление

Вертикаль или **отвесная линия** $Z-n$ определяется направлением силы тяжести, направлена по нормали к поверхности геоида

Зенит Z , надир n точки пересечения вертикали с небесной сферой

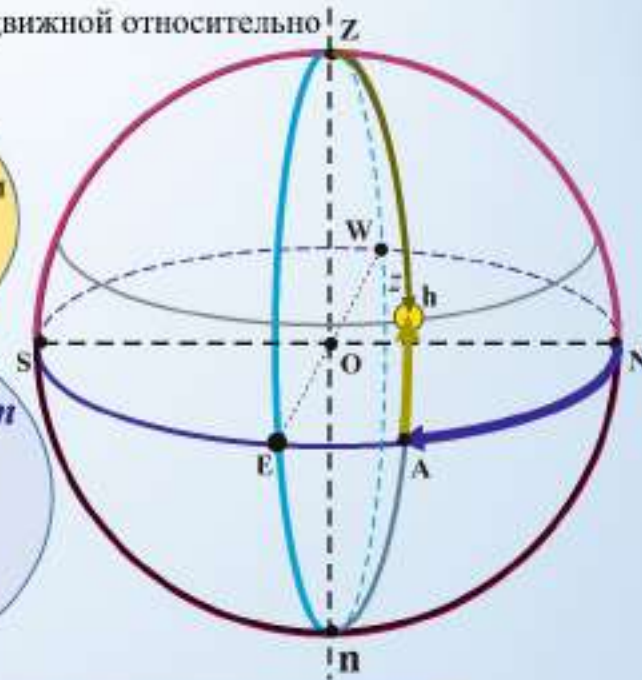
Основные

Меридиан наблюдателя **круги** **Истинный горизонт**

Пересечение плоскости истинного горизонта и плоскости меридиана наблюдателя даёт **полуденную линию $N-S$**

Делит меридиан наблюдателя на

Надгоризонтную часть **Подгоризонтную часть**



Координатная сетка

Вертикалы – большие круги на небесной сфере проходящие через точки z (зенит) и n (надир) \perp ИГ

Вертикал перпендикулярный **Меридиану наблюдателя**, называется **Первым вертикалом** **проходит через точки E и W**

Альмукантараты – круги на небесной сфере перпендикулярные отвесной линии, то есть параллельные истинному горизонту

Координаты

Высота светила h – дуга вертикала светила от истинного горизонта до места светила, измеряется от 0° до $\pm 90^\circ$, высота меньше 0° называется снижением $-h$.

Зенитное расстояние z – дуга вертикала светила от зенита до места светила ($0^\circ-180^\circ$), $z = 90^\circ - h$

Азимут A – дуга истинного горизонта от меридиана наблюдателя до вертикала светила
Измеряется в круговом, полукруговом и четвертном счёте

3

Небесная сфера. 1 и 2 экваториальные системы координат

Основное направление

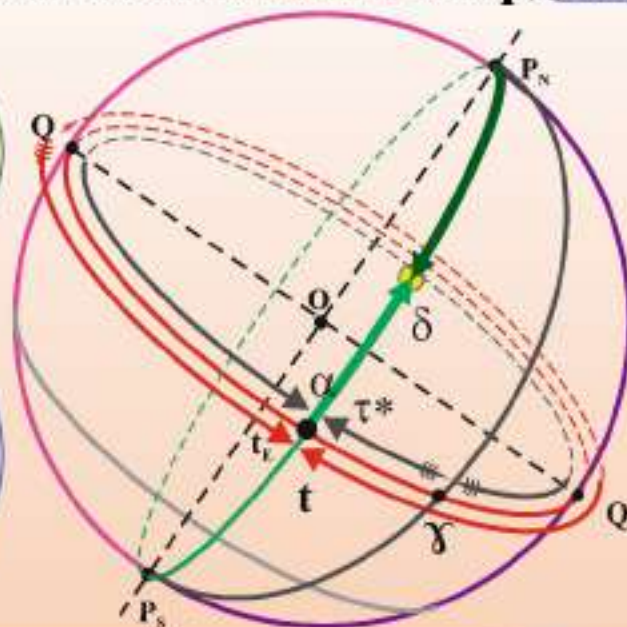
Ось мира - линия параллельная земной оси проходящая через центр небесной сферы. Точки пересечения оси мира с небесной сферой - полюса мира P_N северный и P_S южный

Основные круги

Экватор - большой круг перпендикулярный оси мира, проходит через точки $QO^sQ'W$

Меридиан наблюдателя Полуденная часть
Полночная часть

Координатная сетка: параллели и меридианы



Координаты

Склонение δ светила - дуга меридиана светила от небесного экватора до места светила. Считается 0° - 90° в сторону N или S.

Полярное расстояние. $A=90^\circ-\delta$ это дуга меридиана светила от повышенного полюса до места светила от 0° до 180°

1 экваториальная

Часовой угол t - дуга экватора от полуденной части меридиана наблюдателя (т. Q) до меридиана светила считаемая в сторону W. В таком счёте угол называют востовым и наименование не приписывают.

В полукруговом счёте 0° - 180° в сторону к W или O^s (E), в этом случае ему приписывается наименование

2 экваториальная

Прямое восхождение α - дуга экватора от т. Овна Υ до меридиана светила, считаемая 0° - 360° в сторону обратную востовым часовым углом.

Звёздное дополнение τ^* - дуга экватора от т. Овна до меридиана светила считаемая 0° - 360° в сторону востовых часовых углов.

$$\tau^* = 360 - \alpha$$

Полукруговая система

(ВАС – 58,
Формула котангенсов)

счет ведётся от
северной части или
южной части
истинного меридиана в сторону
востока *E* или
запада *W*
от 0° до 180°



$$A_{нк} = N150^\circ E = S30^\circ E$$

Круговая система

Счет направлений ведётся
от северной части истинного
меридиана наблюдателя N_H
Измеряется в сторону *E*
от 0° до 360°



$$A_{кр} = 150^\circ$$

$$A_{ум} = 30^\circ SE$$

Четвертная система

(ТВА – 57,
Теорема синусов)

счет ведётся от
северной части и
южной части
истинного меридиана в сторону
востока *E* и
запада *W*
от 0° до 90°



$$A_{ум} = 30^\circ SE$$

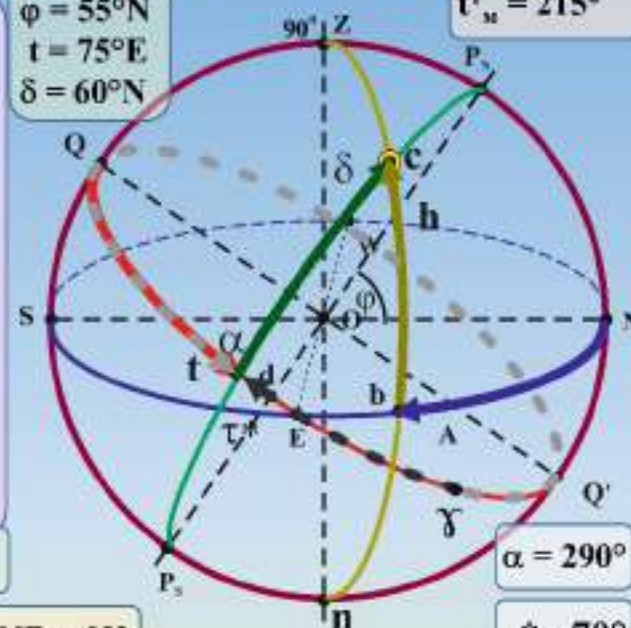
2a

Приближённое решение задач на небесной сфере. Прямая задача

1. Рисуем окружность меридиана наблюдателя
2. Через центр проводим вертикаль $z-n$
3. Перпендикулярно $z-n$, через центр проводим полуденную линию NS
4. Если t и A западные, то точку N ставят слева, а S справа, если t и A восточные, то наоборот точку N ставят справа, а S слева
5. Под углом φ к полуденной линии проводим ось мира $P_N P_S$, если широта северная поднимаем точку P_N над точкой N , если южная то P_S над S .
6. Перпендикулярно оси мира проводим линию QQ' .
7. Между точками N и S проводим дугу истинного горизонта, между точками Q и Q' дугу небесного экватора
8. На пересечении небесного экватора и истинного горизонта наносим точки O'' и W . Точки O'' и W делят дуги NS и QQ' по 90° , несмотря на визуальное несоответствие

$\varphi = 55^\circ N$
 $t = 75^\circ E$
 $\delta = 60^\circ N$

$t_m^* = 215^\circ$



$h = 60^\circ$

$A = 65^\circ NE = 65^\circ$

$\alpha = 290^\circ$

$\tau^* = 70^\circ$

• Дано δ и t , найти A и h

9. По небесному экватору от точки Q откладываем t_{mk} в сторону своей части света, если t круговое, то в сторону W . Получаем т. d
10. Через P_N, P_S и d проводим меридиан светила
11. От точки d в сторону P_N или P_S в зависимости от наименования склонения откладываем на глаз величину δ и получаем точку c - положение светила на небесной сфере
12. Через т. z, n и светило проводим вертикал светила, в пересечение с истинным горизонтом даст точку b
13. От точки b до светила вдоль вертикала светила снимаем высоту h
14. Вдоль линии истинного горизонта снимаем A с наименованием

• Получение прямого восхождения α и звёздного дополнения τ^*

15. По известному местному часовому углу т.Овна t_m^* , наносим т.Овна на экватор
16. От т.Овна, до меридиана светила (т.д) в сторону противоположную направлению востовых часовых углов, снимаем значение прямого восхождения α .
17. От т.Овна, до меридиана светила (т.д) в сторону востовых часовых углов, снимаем значение звёздного дополнения τ^* или рассчитываем его по формуле $\tau^* = 360^\circ - \alpha$

Параллактический треугольник (полярный, астрономический)

Астрономический
треугольник

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

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

Азимут в **полукруговом счёте**, при часовых углах близких к 90° , точность снижается

При расчётах на калькуляторе или компьютере:

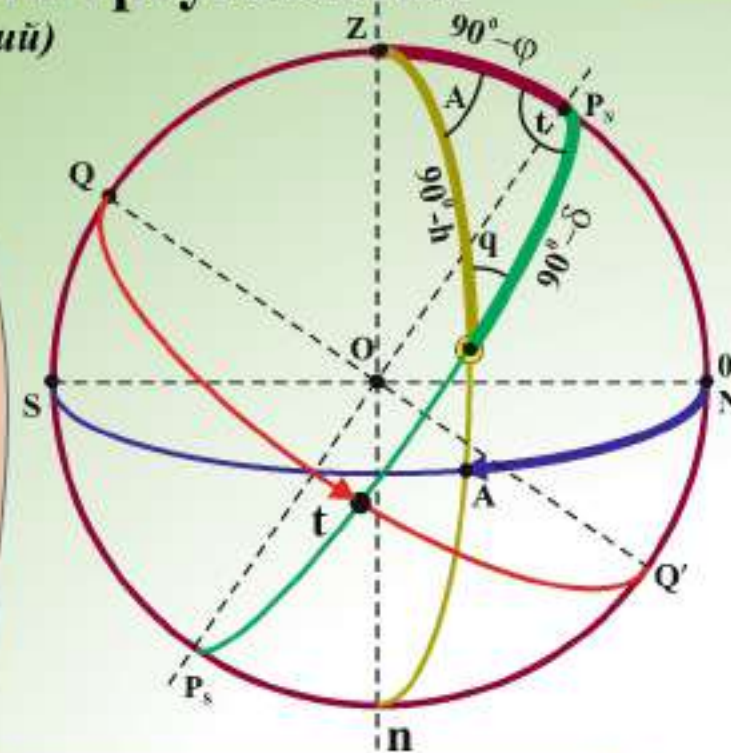
- φ и t при берутся положительными,
- δ берётся:
 - «+» δ одноимённо с широтой φ
 - «-» δ разноимённо с широтой φ
- результат вычислений для Азимута:
 - положительный - оставляем без изменений
 - отрицательный - добавляем 180°

- первая буква наименования A одноимённа с широтой φ , вторая с часовым углом t

Для расчёта A , можно использовать теорему синусов

$$\sin A = \sin t \cos \delta \sec h$$

Формула зависима от h и включает в себя все ошибки вычислений. Азимут получается в четвертном счёте.



Стороны:

- ZP_N – дополнение широты до 90° ($90^\circ - \varphi$)
- P_NC – дополнение склонения до 90° ($90^\circ - \delta$)
- ZC – дополнение высоты до 90° ($90^\circ - h$)

Углы:

- при зените Z – азимуту A в полукруговом счёте;
- при полюсе P – местному часовому углу t
- при светилах C – параллактический угол q

4a

Расчёт по таблицам логарифмов (Norie's Nautical Tables Ed. By Capt. Blance)

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

Дано:

$$\varphi_c = 58^{\circ}08,5'N$$

$$\delta = 29^{\circ}08,6'N$$

$$t_m = 40^{\circ}02,8'W$$

Анализ на знаки

cos φ , cos δ , sin φ всегда «+»sin δ «+» δ одноимённо с φ «-» δ разноимённо с φ cos t «+» $0^{\circ} - 90^{\circ}$ (E или W)«-» $90^{\circ} - 180^{\circ}$ (E или W)

$\varphi = 58^{\circ}08,5'$	lg sin	9,92909	lg cos	9,72249
$\delta = 29^{\circ}08,6'$	lg sin	9,68753	lg cos	9,94122
$t = 40^{\circ}02,8'$			lg cos	9,88395
	+I	19,61662	+II	29,54766
		0,41364		0,35291
		0,35291		
		0,76655		$h = 50^{\circ}02,7'$

1. Заносим в расчётную таблицу исходные данные
2. Анализируем на знаки, получаем знаки слагаемых
3. Из таблицы логарифмов тригонометрических функций выбираем соответствующие значения
4. Складываем значения логарифмов, десятки отбрасываем
5. Из таблицы логарифмов, обратным входом выбираем значения слагаемых
6. В соответствии со знаками складываем или вычитаем слагаемые
7. Из таблицы натуральных значений синусов, обратным входом выбираем значение высоты

LOGS. OF TRIG. FUNCTIONS									
	Sine	Parts	Cosec.	Tan.	Parts	Cotan.	Secant	Parts	Cosine
40°	0,6428		1,5557	0,6428		1,5557	1,5557		0,7660
41°	0,6561		1,5400	0,6561		1,5400	1,5400		0,7771
42°	0,6691		1,5250	0,6691		1,5250	1,5250		0,7871
43°	0,6818		1,5100	0,6818		1,5100	1,5100		0,7961
44°	0,6943		1,4950	0,6943		1,4950	1,4950		0,8041
45°	0,7063		1,4800	0,7063		1,4800	1,4800		0,8111
46°	0,7180		1,4650	0,7180		1,4650	1,4650		0,8171
47°	0,7293		1,4500	0,7293		1,4500	1,4500		0,8221
48°	0,7403		1,4350	0,7403		1,4350	1,4350		0,8271
49°	0,7510		1,4200	0,7510		1,4200	1,4200		0,8321
50°	0,7612		1,4050	0,7612		1,4050	1,4050		0,8371

LOGARITHMS									
No. 3400—3999					Log. 53148—60195				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
340	53148	53161	53173	53186	53199	53212	53225	53237	53250
341	53275	53288	53301	53314	53326	53339	53352	53365	53377
342	53403	53415	53428	53441	53453	53466	53479	53491	53504
343	53529	53542	53555	53567	53580	53593	53605	53618	53631
344	53656	53669	53681	53694	53706	53719	53732	53744	53757
345	53782	53795	53807	53820	53832	53845	53857	53870	53883
346	53908	53920	53933	53945	53958	53970	53983	53995	54008
347	54033	54046	54058	54071	54083	54096	54108	54121	54133
348	54158	54170	54183	54195	54208	54220	54233	54245	54258
349	54283	54295	54307	54320	54332	54345	54357	54370	54383
350	54408	54420	54433	54445	54458	54470	54483	54495	54508
351	54533	54545	54558	54570	54583	54595	54608	54620	54633
352	54658	54670	54683	54695	54708	54720	54733	54745	54758
353	54783	54795	54808	54820	54833	54845	54858	54870	54883
354	54908	54920	54933	54945	54958	54970	54983	54995	55008

NATURAL FUNCTIONS OF ANGLES

NATURAL SINES									
Degrees	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'
45	0,70711	70804	70907	71010	71113	71216	71319	71422	71525
46	71628	71731	71834	71937	72040	72143	72246	72349	72452
47	72555	72658	72761	72864	72967	73070	73173	73276	73379
48	73482	73585	73688	73791	73894	73997	74099	74202	74305
49	74408	74511	74614	74717	74820	74923	75026	75129	75232
50	75335	75438	75541	75644	75747	75850	75953	76056	76159
51	76262	76365	76468	76571	76674	76777	76880	76983	77086
52	77189	77292	77395	77498	77601	77704	77807	77910	78013
53	78116	78219	78322	78425	78528	78631	78734	78837	78940
54	79043	79146	79249	79352	79455	79558	79661	79764	79867

Расчёт азимута по таблицам ABC (Norie's Nautical Tables Ed. By Capt. Blance)

Дано:

$$\varphi_c = 58^{\circ}08,5'N$$

$$\delta = 29^{\circ}08,6'N$$

$$t_m = 40^{\circ}02,8'W$$

Берём часовой угол в круговом счёте

$$t_m = 40^{\circ}02,8'W = 40^{\circ}02,8'$$

Выбираем **A** вход по t_m (LHA) и широте φ
Наименование противоположно широте
 φ , кроме часового угла между 90° и 270°

Выбираем **B**, вход по t_m
 (LHA) и склонению δ

Наименование
 совпадает с δ

Складываем с учётом
 наименований

По рассчитанному **C**
 и широте φ ,
 выбираем **Азимут A**

Первая буква
наименования

совпадает с **C**,
 вторая с часовым
 углом t_m

Переводим в круговой
 счёт

$$+ A = 1,92 S$$

$$+ B = 0,87 N$$

$$C = 1,05 S$$

$$A = 61,0^{\circ}SW =$$

$$= 241,0^{\circ}$$

TABLE A HOUR ANGLE

Lat	30° 31'	32° 33'	34° 35'	36° 37'	38° 39'	40° 41'	42° 43'	44° 45'	Lat
°	330° 329'	328° 327'	326° 325'	324° 323'	322° 321'	320° 319'	318° 317'	316° 315'	°
0	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	0
1	00 01	00 01	00 01	00 01	00 01	00 01	00 01	00 01	1
2	00 02	00 02	00 02	00 02	00 02	00 02	00 02	00 02	2

TABLE B HOUR ANGLE

Lat	30° 31'	32° 33'	34° 35'	36° 37'	38° 39'	40° 41'	42° 43'	44° 45'	Lat
°	330° 329'	328° 327'	326° 325'	324° 323'	322° 321'	320° 319'	318° 317'	316° 315'	°
0	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	0
1	00 01	00 01	00 01	00 01	00 01	00 01	00 01	00 01	1
2	00 02	00 02	00 02	00 02	00 02	00 02	00 02	00 02	2

TABLE C

TABLE C																
		A & B CORRECTION														
		1-02	1-04	1-06	1-08	1-10	1-12	1-14	1-16	1-18	1-20	1-22	1-24			
AZIMUTHS																
Lat	°	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Lat	°	
0	48 0	47 4	46 8	46 2	45 6	45 0	44 4	43 9	43 3	42 8	42 3	41 8	41 3	40 8	0	48 0
1	48 1	47 5	46 9	46 3	45 7	45 1	44 5	44 0	43 4	42 9	42 4	41 9	41 4	40 9	1	48 1
10	48 4	47 8	47 2	46 6	46 0	45 4	44 9	44 3	43 8	43 2	42 7	42 2	41 7	41 2	10	48 4
14	48 9	48 3	47 7	47 1	46 5	45 9	45 3	44 7	44 2	43 7	43 1	42 6	42 1	41 5	14	48 9
18	49 4	48 8	48 2	47 6	47 0	46 4	45 9	45 3	44 8	44 2	43 7	43 2	42 7	42 2	18	49 4
20	49 6	49 0	48 4	47 8	47 2	46 6	46 1	45 5	45 0	44 4	43 9	43 4	42 9	42 4	20	49 6
22	50 2	49 6	49 0	48 4	47 8	47 2	46 6	46 0	45 5	45 0	44 4	43 9	43 4	42 9	22	50 2
24	50 6	50 0	49 4	48 8	48 2	47 6	47 0	46 5	45 9	45 4	44 9	44 3	43 8	43 3	24	50 6
26	51 0	50 4	49 8	49 2	48 6	48 0	47 5	46 9	46 4	45 9	45 3	44 8	44 3	43 8	26	51 0
28	51 5	50 9	50 3	49 7	49 1	48 5	48 0	47 4	46 9	46 4	45 8	45 3	44 8	44 3	28	51 5
30	52 1	51 5	50 9	50 3	49 7	49 1	48 5	48 0	47 4	46 9	46 4	45 8	45 3	44 8	30	52 1
31	52 4	51 7	51 1	50 5	50 0	49 4	48 8	48 3	47 7	47 2	46 6	46 1	45 5	45 0	31	52 4
32	52 7	52 0	51 4	50 8	50 3	49 7	49 1	48 6	48 0	47 5	47 0	46 5	46 0	45 5	32	52 7
33	53 0	52 3	51 7	51 2	50 6	50 0	49 5	48 9	48 4	47 8	47 3	46 8	46 3	45 8	33	53 0
34	53 3	52 7	52 1	51 5	50 9	50 3	49 8	49 2	48 7	48 2	47 6	47 1	46 6	46 1	34	53 3
35	53 6	53 0	52 4	51 8	51 3	50 7	50 1	49 6	49 0	48 5	48 0	47 5	47 0	46 5	35	53 6
36	53 9	53 3	52 7	52 2	51 6	51 0	50 5	49 9	49 4	48 9	48 3	47 8	47 3	46 8	36	53 9
37	54 3	53 7	53 1	52 5	52 0	51 4	50 8	50 3	49 8	49 2	48 7	48 2	47 7	47 2	37	54 3
38	54 7	54 1	53 5	52 9	52 3	51 8	51 2	50 7	50 1	49 6	49 1	48 6	48 1	47 6	38	54 7
39	55 0	54 4	53 8	53 2	52 7	52 1	51 6	51 0	50 5	49 9	49 4	48 9	48 4	47 9	39	55 0
40	55 4	54 8	54 2	53 7	53 1	52 5	52 0	51 5	50 9	50 4	49 9	49 4	48 9	48 4	40	55 4
41	55 8	55 2	54 6	54 1	53 5	53 0	52 4	51 9	51 3	50 8	50 3	49 8	49 3	48 8	41	55 8
42	56 2	55 6	55 1	54 5	53 9	53 4	52 8	52 3	51 8	51 2	50 7	50 2	49 7	49 2	42	56 2
43	56 6	56 1	55 5	54 9	54 4	53 8	53 3	52 7	52 2	51 7	51 2	50 7	50 2	49 7	43	56 6
44	57 1	56 5	55 9	55 4	54 8	54 3	53 7	53 2	52 7	52 2	51 6	51 1	50 6	49 2	44	57 1
45	57 5	57 0	56 4	55 8	55 3	54 7	54 2	53 7	53 1	52 6	52 1	51 6	51 1	50 6	45	57 5
46	58 0	57 4	56 8	56 3	55 8	55 2	54 7	54 2	53 6	53 1	52 6	52 1	51 6	51 1	46	58 0
47	58 5	57 9	57 3	56 8	56 2	55 7	55 2	54 7	54 1	53 6	53 1	52 6	52 1	51 6	47	58 5
48	58 9	58 4	57 8	57 3	56 7	56 2	55 7	55 2	54 7	54 1	53 6	53 2	52 7	52 2	48	58 9
49	59 4	58 9	58 3	57 8	57 3	56 7	56 2	55 7	55 2	54 7	54 2	53 7	53 2	52 7	49	59 4
50	60 0	59 4	58 9	58 3	57 8	57 3	56 7	56 2	55 7	55 2	54 7	54 2	53 8	53 3	50	60 0
51	60 5	59 9	59 4	58 9	58 3	57 8	57 3	56 8	56 3	55 8	55 3	54 8	54 3	53 9	51	60 5
52	61 0	60 5	59 9	59 4	58 9	58 4	57 9	57 4	56 9	56 4	55 9	55 4	54 9	54 4	52	61 0
53	61 6	61 0	60 5	60 0	59 5	59 0	58 5	58 0	57 5	57 0	56 5	56 0	55 5	55 1	53	61 6
54	62 1	61 6	61 1	60 6	60 1	59 6	59 1	58 6	58 1	57 6	57 1	56 6	56 2	55 7	54	62 1
55	62 7	62 2	61 7	61 2	60 7	60 2	59 7	59 2	58 7	58 2	57 7	57 2	56 8	56 4	55	62 7
56	63 3	62 8	62 3	61 8	61 3	60 8	60 3	59 8	59 3	58 8	58 4	57 9	57 5	57 0	56	63 3
57	63 9	63 4	62 9	62 4	61 9	61 4	60 9	60 4	59 9	59 4	58 9	58 5	58 0	57 5	57	63 9
58	64 5	64 0	63 5	63 0	62 5	62 0	61 5	61 0	60 5	60 0	59 5	59 0	58 5	58 0	58	64 5
59	65 1	64 6	64 1	63 6	63 1	62 6	62 1	61 6	61 1	60 6	60 1	59 6	59 1	58 6	59	65 1
60	65 7	65 2	64 7	64 2	63 7	63 2	62 7	62 2	61 7	61 2	60 7	60 2	59 7	59 2	60	65 7

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t$$

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

Конечные приращения:

$$\Delta h_{\varphi} = \Delta \varphi \cos A \quad \Delta A_{\varphi} = \Delta \varphi \operatorname{tg} h \sin A$$

$$\Delta h_{\delta} = \Delta \delta \cos q \quad \Delta A_{\delta} = -\Delta \delta \sin q \sec h$$

$$\Delta h_t = -\Delta t \cos \varphi \sin A \quad \Delta A_t = -\Delta t \cos \delta \cos q \sec h$$

Частные производные

$$\frac{\partial h}{\partial \varphi} = \cos A \quad \frac{\partial A}{\partial \varphi} = \operatorname{tg} h \sin A$$

$$\frac{\partial h}{\partial \delta} = \cos q \quad \frac{\partial A}{\partial \delta} = -\sin q \sec h$$

$$\frac{\partial h}{\partial t} = -\cos \varphi \sin A \quad \frac{\partial A}{\partial t} = -\cos \delta \cos q \sec h$$

Лежат в основе таблиц ВАС-58

$$h_c = h_T + \Delta h_{\varphi} + \Delta h_{\delta} + \Delta h_t$$

$$A_c = A_T + \Delta A_{\varphi} + \Delta A_{\delta} + \Delta A_t$$

Таблицы численного типа. ВАС-58

Состоят из:

- Основных таблиц, из них по известным φ_T, δ_T, t_T выбирают h_T, A_T, q_T и знак ΔA_{δ}
- Таблицы 1 Поправки $\Delta h_{\varphi}, \Delta h_{\delta}, \Delta A_{\varphi}, \Delta A_{\delta}$
- Таблицы 2 «Поправки высоты за часовой угол»
- Таблицы 3 «Дополнительная поправка высоты»

Достоинства:

- удобство при обработке большого числа линий;
- возможности сокращения вычислений путем перемещения места;
- возможность приближенного контроля на промахи в начале решения;

Таблицы разделены на четыре тома по 20° широты:

- первый $0-19^\circ$
- второй $20-39^\circ$
- третий $40-59^\circ$
- четвертый $60-79^\circ$

они имеют два входа:

- для одноименных φ и δ (сверху)
- разноименных φ и δ (снизу — справа).

Основные таблицы каждого тома делятся на секции через 1° широты

Недостатки

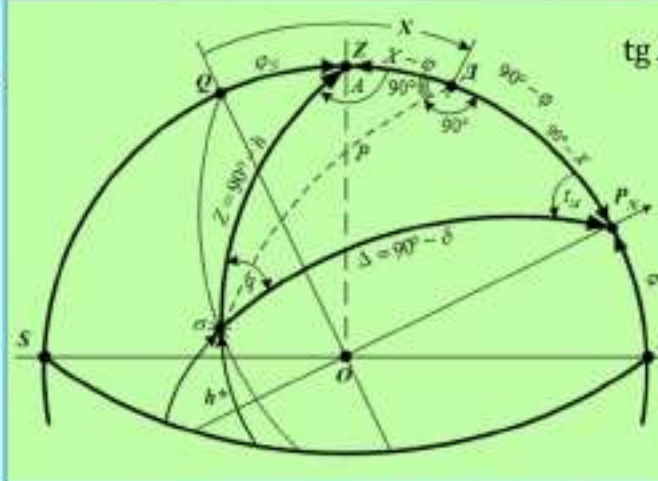
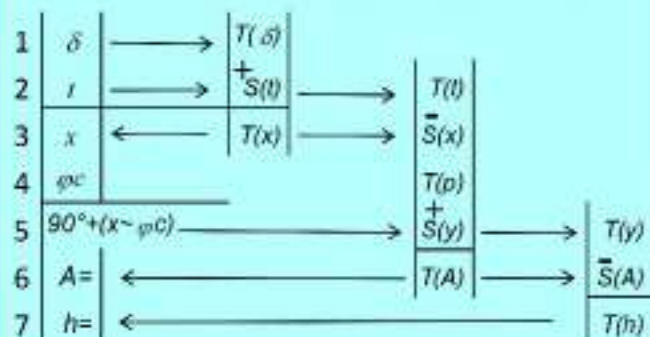
- громоздкость
- сложность таблиц поправок
- отсутствие некоторых диапазонов склонения

Общий алгоритм

$$T(x) = T(\delta) + S(t)$$

$$T(A) = T(t) - S(x) + S(y)$$

$$T(h) = T(Y) - S(A)$$



$$\operatorname{tg} A = \frac{\operatorname{tg} t \cdot \sec[90^\circ + (x \sim \varphi_c)]}{\sec x}$$

$$\operatorname{tg} h = \frac{\operatorname{tg}[90^\circ + (x \sim \varphi_c)]}{\sec A}$$

$$[90^\circ + (x \sim \varphi_c)] \rightarrow y$$

$$\operatorname{tg} x = \operatorname{tg} \delta \sec t$$

$$S(a) = 2 \cdot 10^4 \cdot \lg(\sec a)$$

$$T(a) = 2 \cdot 10^4 \cdot \lg(\operatorname{tg} a) + 70725$$

1	δ	S	18° 1,2'	$T(\delta)$	60971	1 линия		
2	t	O	39° 28,8'	$S(t)$	2249	$T(t)$	69041	
3	x	S	22° 51,2'	$T(x)$	63220	$S(x)$	710	
4	φ_c	N	33° 25,1'			$T(p)$	68331	
5	$90^\circ + (x \sim \varphi_c)$		146 16,3'			$S(y)$	1601	$T(y)$ 67216
6	A=		42° 23,3' SO	137,6°	$T(A)$	69932	$S(A)$	2632
7	h=		26° 14,9'				$T(h)$	64584

*6. При четвертом счете азимута **первая буква** его наименования **одноименна с φ_c только при $x > \varphi_c$ и одноименных**, в остальных случаях разноименна с φ_c . **Вторая буква** наименования азимута всегда **одного наименования с t_n** .

Переводим числимый азимут в круговой счёт и округляем его значение до десятых долей градуса

0. Записываем в схему вычислений исходные данные (δ, t_n, φ_c)

1. По аргументу δ выбираем значение функции $T(\delta)$

2. По аргументу t выбираем из значение функций $T(t)$ и $S(t)$

3*. $T(x) = T(\delta) + S(t)$. По функции $T(x)$, обратным входом, выбираем значение x , по x выбираем значение функции $S(x)$

4. $T(p) = T(t) - S(x)$

5. Рассчитываем величину $y = 90^\circ + (x \sim \varphi_c)$

6*. $T(A) = T(p) + S(y)$ По функции $T(A)$, обратным входом, выбираем значение A , по A выбираем значение функции $S(A)$

7. $T(h) = T(y) - S(A)$ По функции $T(h)$, обратным входом, выбираем значение h

*3. если $t < 90^\circ$, то $x < 90^\circ$ (вход сверху и слева),
если $t > 90^\circ$, то $x > 90^\circ$ (вход снизу и справа),
наименование x такое же как и у δ

«~» означает вычитание из большей величины меньшей при одноименных x и φ_c и сложение при разноименных

6а

Расчёт счислимых азимута и высоты по ТВА – 57

См. также
таблицы 2 и 3Дано: $\varphi_c = 58^\circ 08,6'N$ $\delta = 29^\circ 08,7'N$ $t_u = 40^\circ 02,8'W$

Вход в таблицу, по градусам, минутам и десятым долям минуты.

 $0^\circ - 89^\circ$ - вход сверху и слева $90^\circ - 180^\circ$ - вход снизу и справаВ промежутке $75^\circ - 105^\circ$ таблицы для Т и S даются раздельно

Открываем таблицу на заданное целое число градусов.

Для $\delta = 29^\circ 08,7'N$ выбираем значение $T(\delta) = 65291$

'	S	T										S	'
		0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9		
0	1164	65600	65601	65601	65602	65602	65603	65604	65604	65605	65605	65606	1165
1	65	606	607	607	608	608	609	610	610	611	611	612	66
2	66	612	613	613	614	614	615	616	616	617	617	618	68
3	68	618	618	619	620	620	621	621	622	623	623	624	69
4	69	624	624	625	626	626	627	627	628	629	629	630	71
5	1171	65630	65630	65631	65632	65632	65633	65633	65634	65635	65635	65636	1172
6	72	636	636	637	638	638	639	639	640	640	641	642	73
7	73	642	642	643	643	644	645	645	646	646	647	648	75
8	75	648	648	649	649	650	651	651	652	652	653	654	76
9	76	654	654	655	655	656	657	657	658	658	659	660	78

1	δ N	$29^\circ 08,7'$	$T(\delta)$	65652	1 линия		
2	t W	$40^\circ 02,8'$	$S(t)$	2321	$T(t)$	69216	
3	x N	$36^\circ 04,3'$	$T(x)$	67973	$S(x)$	1849	
4	φ_c N	$58^\circ 08,6'$			$T(p)$	67367	
5	$90^\circ + (x \sim \varphi_c)$	$112^\circ 04,3'$			$S(y)$	8502	$T(y)$ 78566
6	A SW	$61^\circ 03,2' = 241,1^\circ$			$T(A)$	75869	$S(A)$ 6303
7	h	$50^\circ 02,7'$					$T(h)$ 72263

*6. При четвертном счете азимута первая буква его наименования **одноименна с φ_c только при $x > \varphi_c$ и одноименных**, в остальных случаях разноименна с φ_c . Вторая буква наименования азимута всегда **одного наименования с t_u** .

Переводим счислимый азимут в круговой счёт и округляем его значение до десятых долей градуса

0. Записываем в схему вычислений исходные данные (δ , t_u , φ_c)

1. По аргументу δ выбираем значение функции $T(\delta)$ и $T(t)$

2. По аргументу t выбираем из значение функций $S(t)$

3*. $T(x) = T(\delta) + S(t)$. По функции $T(x)$ выбираем значение x , выбираем значение x ,

4. $T(p) = T(t) - S(x)$

5. Рассчитываем величину $y = 90^\circ + (x \sim \varphi_c)$, $S(y)$, $T(y)$

6*. $T(A) = T(p) + S(y)$ По функции $T(A)$ выбираем значение A , выбираем значение A ,

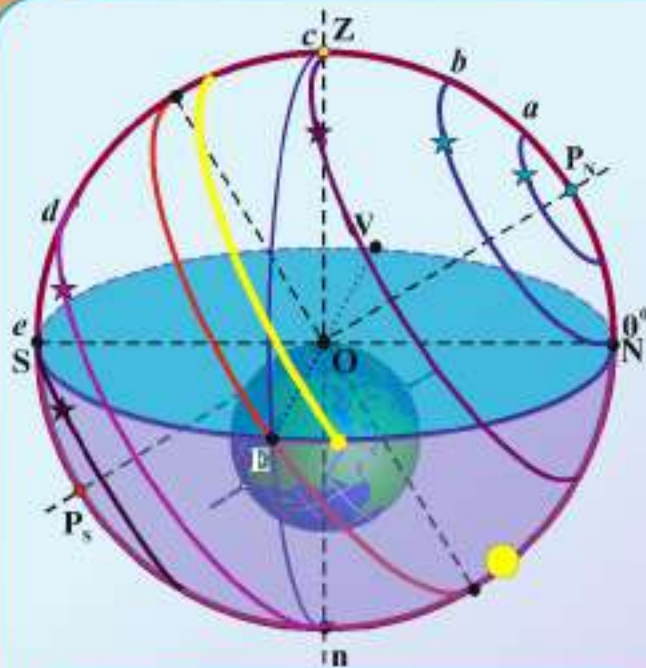
7. $T(h) = T(y) - S(A)$ По функции $T(h)$, обратным входом, выбираем значение h

3. если $t < 90^\circ$, то $x < 90^\circ$ (вход сверху и слева),

если $t > 90^\circ$, то $x > 90^\circ$ (вход снизу и справа),

наименование x такое же как и у δ

« \sim » означает вычитание из большей величины меньшей при одноименных x и φ_c и сложение при разноименных



Если $\delta = \varphi$ и одноименны, светило проходит через Зенит

Движение совершается от востока к западу

На Меридиане наблюдателя:

Наименьшая высота - **нижняя кульминация**

Наибольшая высота - **верхняя кульминация**

Незаходящие светила

$$|\delta| \geq 90^\circ - \varphi \quad (\delta \text{ и } \varphi \text{ одноимённые})$$

Описывают окружность с центром в полюсе, в видимой части небесной сферы. На экваторе незаходящих светил нет, на полюсах, все светила незаходящие.

$|\delta| = 90^\circ - \varphi$, то светило только касается горизонта

Невосходящие светила

$$|\delta| \geq 90^\circ - \varphi \quad (\delta \text{ и } \varphi \text{ разноимённые})$$

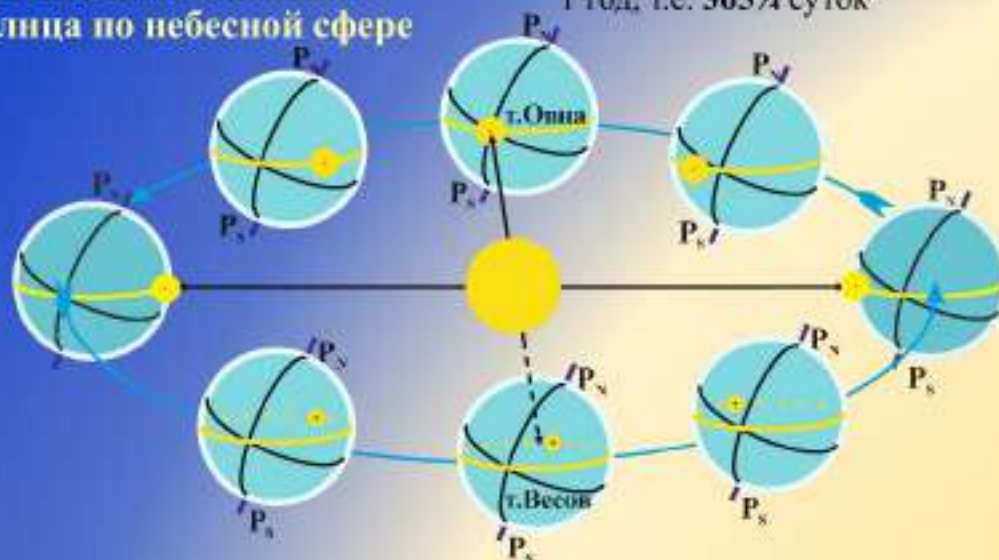
$|\delta| = 90^\circ - \varphi$, то светило не восходит, а касается горизонта

Восход и заход светил происходит при условии $|\delta| < 90^\circ - \varphi$

- если δ и φ **одноименны**, то **большая** часть параллели светила располагается в **надгоризонтной** части небесной сферы
- если δ и φ **разноименны**, то **меньшая** часть параллели светила располагается в **надгоризонтной** части небесной сферы
- при склонении $\delta = 0^\circ$ светило движется **по экватору** и **надгоризонтная** часть его суточного пути будет **равна подгоризонтной**

Эклиптика - видимый
путь годового движения
Солнца по небесной сфере

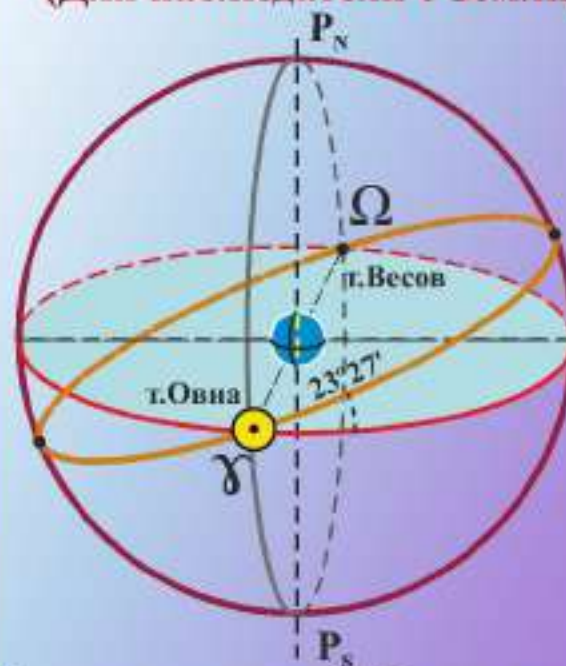
Полный оборот по эклиптике
1 год, т.е. $365\frac{1}{4}$ суток



Ось вращения Земли имеет наклон в $23^{\circ}27'$

Дата	точка эклиптики	α_{\odot}	δ_{\odot}
21 марта	весеннего равноденствия (точка Овна) Восход E, Заход W, день и ночь равны	0°	0°
22 июня	летнего солнцестояния В северном полушарии высота максимальна	90°	$23,5^{\circ}\text{N}$
23 сентября	осеннего равноденствия (точка Весов) Восход E, Заход W, день и ночь равны	180°	0°
22 декабря	зимнего солнцестояния В северном полушарии высота минимальна	270°	$23,5^{\circ}\text{S}$

Видимое вращение Солнца
(Для наблюдателя с Земли)



Ежедневное перемещение Солнца по эклиптике составляет $\Delta\alpha \approx 1^{\circ}$

Изменение склонения Солнца в течении года

$\Delta\delta_{\odot} = \pm 0,4^{\circ}$ в сутки — 1-й месяц до и 1-й месяц после равноденствия

$\Delta\delta_{\odot} = \pm 0,3^{\circ}$ в сутки — 2-й месяц до и 2-й месяц после равноденствия

$\Delta\delta_{\odot} = \pm 0,1^{\circ}$ в сутки — 1-й месяц до и 1-й месяц после солнцестояний

Истинный восход (заход)

Солнца – когда центр приходит
на истинный горизонт

Кульминация

Высшая точка траектории, Солнце
находится в меридиане, местный полдень
(определяется широта)

День

Видимый восход (заход) Солнца – когда верхний край касается видимого
горизонта. Определяется поправка компаса

Гражданские
6°
Навигационные
12°
Астрономические
18°

Ночь

Возможно определение поправки
компаса методом моментов

Гражданские
6°
Навигационные
12°
Астрономические
18°

При заходе Солнца порядок сумерек следующий:

- **Гражданские сумерки** – Солнце находится от 0° до -6° под горизонтом. К концу сумерек становятся видны наиболее яркие звезды и планеты.
- **Навигационные сумерки** – центр Солнца находится между -6° и -12° . В это время ещё виден горизонт и почти все навигационные звёзды. К концу сумерек горизонт становится плохо видимым. Производится ОМС по одновременным наблюдениям светил
- **Астрономические сумерки** – центр Солнца находится между -12° и -18° . К концу сумерек наступает полная ночь, и появляются все видимые звёзды

При восходе Солнца порядок противоположный

Фазы и возраст Луны

 КЭДУС.СВЕТ
 2000-2030

Фаза Луны – отношение площади освещённой части к общей площади диска Луны (от 0 до 1)

Фазы новолуния (0) и
 полнолуния (1) – **сизигии**

max Влияют на приливы **min**

Фазы первой (0,5) и последней
 (0,5) четверти – **квадратуры**

Возраст Луны – количество
 суток и их долей от новолуния
 до данной фазы Луны

Возраст Луны даётся в МАЕ с
 точностью до 0,1 сут., а также
 приводятся моменты и даты
 наступления четырех главных
 фаз Луны

Возраст Луны
 (приблизённо)

$$V_L = D + N_m + L$$

D - дата

N_m - номер месяца

L - лунное число

Если $V_L > 30$ отнимаем 30

Лунное число ежегодно увеличивается
 на 11, если $L > 30$, отнимаем 30



Растущая Луна идёт за Солнцем
 Убывающая Луна – перед Солнцем

Лунные числа 2000 - 2030

Полная смена фаз Луны
 - синодический месяц (29,5
 ≈ 30 дней), одна четверть \approx
 7,5 суток

Местное время верхней
 кульминации

$$T_K = V_L * 0,8 \text{ ч} + 12 \text{ ч}$$

Суточное изменение прямого
 восхождения Луны $13,2^\circ$. То
 есть ежедневно Луна «отстаёт»
 от звёзд на $13,2^\circ$, а от Солнца на
 $12,2^\circ$ или ~ 50 минут

Местное время
 Восхода и Захода

$$T_B = T_K - 6 \text{ ч}$$

$$T_Z = T_K + 6 \text{ ч}$$



2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
20	1	12	23	4	15	26	7	18	29	12	23	5	16	27	8	19	0	11	22	3	14	25	6	17	28	9	20	1	12	23

Единицей измерения времени может быть принята величина, *периодически повторяющаяся и совершенно одинаковой длительности* при этом удобная для применения в повседневной жизни.

- вращение Земли вокруг своей оси;
- обращение Земли вокруг Солнца;
- вращение Луны;
- собственные колебания атомов

эпоха (эра) – начало системы летоисчисления
Сейчас принято христианское летоисчисление, счёт от рождества Христова. Нулевого года нет.

Тропический год - период движения **среднего Солнца**, за который его долгота увеличивается на 360° , от т.Овна
Средняя продолжительность 365 д. 5 ч. 48 м. 45,19 с. или 365,24219 дня

Сидерический год — период орбитального движения Земли вокруг Солнца в инерциальной системе отсчёта (относительно «неподвижных звёзд») 365,2564 дня

Календарь – система счета длительных промежутков времени, определяющая счет прошедших лет и количество прошедших дней в текущем году

- **Юлианский календарь («старый стиль»)** - 3 года по 365 дней, а 4-й 366 (**високосный, устраняет несовпадение точного числа суток с длительностью года**), отклонение в одни сутки накапливалось за 128 лет. Введен с середины I века до н.э. При Юлии Цезаре, автор египетский астроном Созигенон
- **Григорианский календарь («новый стиль»)**, Последние годы столетий не високосные, кроме тех, у которых число столетий делится на 4 без остатка (**2000, 2400 – високосные**). Расхождение - сутки за 3280 лет. Введен в 1582 г. реформой папы Григория XIII (4.10.1582 г. стало 15.10.1582 г).
В СССР введен Декретом Совета Народных Комиссаров, 1 февраля 1918 г. стало 14 февраля 1918 г.
До 2100 г. разница будет составлять 13 суток, с 2100 г. – 14 суток

Юлианская дата (JD) — астрономический способ измерения времени - число дней с полудня 1 января 4713 до н.э. юлианского календаря. Первый день номер 0. Прошло около 2,5 миллионов дней. Смена даты в полдень UT

Звёздным временем S называется промежуток времени от момента верхней кульминации точки Овна Υ до данного момента выраженный в звёздных единицах

Звёздные сутки - промежуток времени между двумя последовательными одноимёнными кульминациями точки Овна Υ на одном и том же меридиане. За начало звёздных суток принимается момент верхней кульминации.

Звёздное время даты не имеет, так как применяется для измерения небольших интервалов времени

Звёздный час - 1/24 части звёздных суток;

Звёздная минута - 1/60 части звёздного часа;

Звёздная секунда - 1/60 части звёздной минуты

Время может выражаться в градусной мере

$$1^h = 15^\circ$$

В повседневной жизни пользоваться звёздным временем неудобно, так как начало звёздных суток ежедневно наступает на ~ 4 мин. раньше, по причине смещения Солнца по эклиптике около на 1° в сутки назад

Основная формула звёздного времени связывает координаты светил со временем

$$S = t + \alpha; \text{ для звёзд } t^* = S + \tau^*$$

звёздное местное время (S_{μ}) равно западному (вестовому) часовому углу любого светила «плюс» прямое восхождение того же светила

Звёздное и гражданское время, связаны соотношением

$$S = T \pm 12^h + \alpha_{\oplus}$$

или

$$S = S_0 + T + \mu T$$

S_0 — звёздное время на начальный момент времени T_0

μ — переводной коэффициент, равный 0,00 27 379

Видимое движение Солнца неравномерно из-за эллиптической орбиты Земли

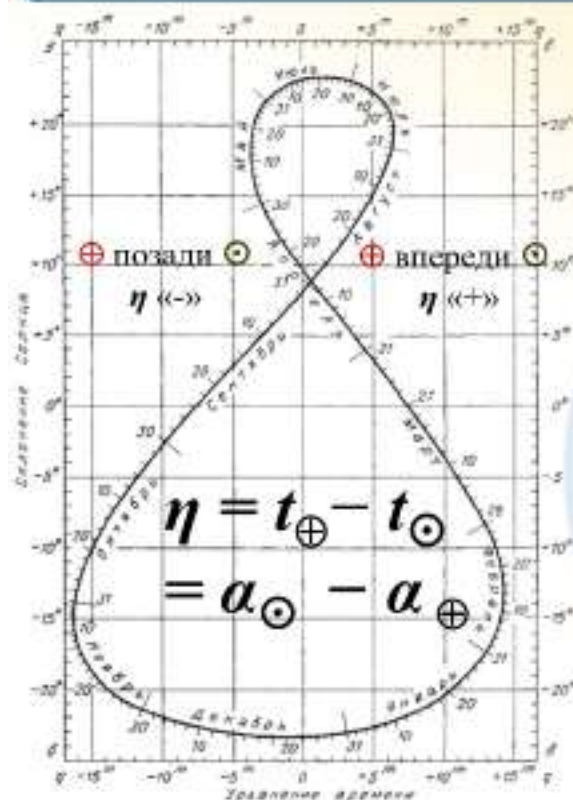
Солнечные (истинные) сутки – промежуток времени между двумя последовательными кульминациями центра видимого диска Солнца (истинное Солнце \odot) на одном и том же меридиане

Истинное солнечное время T_{\odot} – промежуток времени, протекший от нижней кульминации истинного Солнца \odot до данного момента

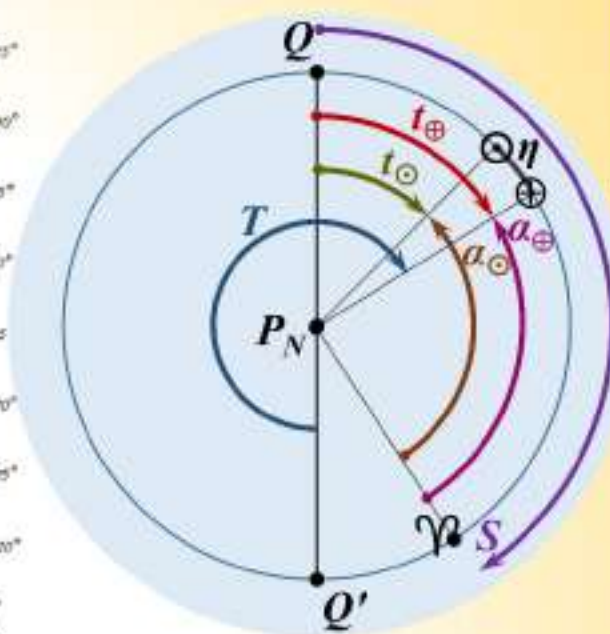
Среднее Солнце (\oplus) – фиктивная точка небесной сферы, движущуюся равномерно, сутки ровно 24 часа

Средние сутки – промежуток времени между двумя последовательными одноимёнными кульминациями *среднего Солнца* на одном и том же меридиане

Средним или гражданским временем T называется промежуток времени от момента нижней кульминации *среднего* Солнца до данного момента, выражается в средних часах, минутах и секундах с календарной датой



Уравнение времени η связывает истинное и среднее солнечное время



Солнечное время $T_{(\odot \text{ и } \oplus)}$, совпадает с местным часовым углом Солнца $t_{\text{м}}(\odot \text{ и } \oplus) + 12$, выраженным в часовой мере $T = t_{\text{м}} + 12^{\text{ч}}$

$$T = t_{\odot} + \eta + 12^{\text{ч}}$$

1 час - 1/24 средних солнечных суток;
1 минута - 1/60 часа;
1 секунда - 1/60 минуты

1 час = 15°
1 мин = 15'
1 сек = 15''

Звёздное и среднее (гражданское) время, связаны соотношением

$$S = T \pm 12^{\text{ч}} + \alpha_{\oplus}$$

Системы счёта времени

Астрономическое
(основное понятие)

Местное время -
время, считаемое от
данного меридиана

Гринвичское время (GMT) $T_{гр}$ -

Среднее Местное время меридиана Гринвича
(Сейчас используется UT1 непрерывное время)

$$T_M = T_{гр} + \lambda_{\text{час}} \begin{pmatrix} +0^{st} \\ -W \end{pmatrix}$$

Поясное время Принято в 1884 г.

24 часовых пояса по 15° (1^ч) долготы

На территории всего пояса устанавливается одинаковое время
по осевому меридиану

$$T_P = T_{гр} + N \begin{pmatrix} +0^{st} \\ -W \end{pmatrix} \quad \begin{matrix} \text{номер пояса} \\ N = \frac{\lambda}{15^\circ} \\ \text{округляется} \end{matrix}$$

Летнее время — на час больше поясного

Судовое время T_C - *поясное время*
часового пояса, по которому выставлены
судовые часы (точность до 1 мин)

К востоку время старше

Местное время определяется прохождением Солнца,
через меридиан наблюдателя (**кульминация**)

Истинное Солнце \odot — истинное местное время

Среднее Солнце \oplus — среднее **Местное время**

Не более 1 секунды разницы
Согласовывается раз в год

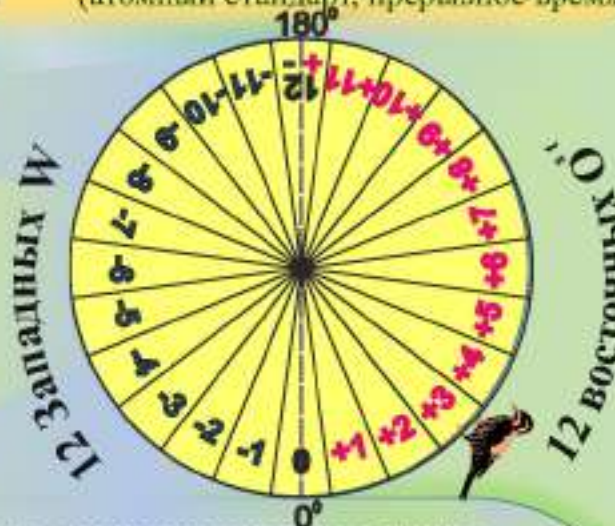


Гражданское

Местное время
(**стандартное время**)

Система счёта времени
принятая на соответствующей
территории или государстве

UTC Всемирное
координированное время
(атомный стандарт, прерывное время)



Линия смены дат - демаркационная линия -
проходит по меридиану 180°, огибая Чукотский полуостров,
Алеутские острова и некоторые острова Тихого океана

Судно пересекающее эту
линию в **западном**
направлении, должно
изменить дату на
следующую



Судно пересекающее эту
линию в **восточном**
направлении, должно
изменить дату на
предыдущую

Судовая служба времени обеспечивает:

- хранение точного времени на судне;
- распространение его по объектам;
- получение точного времени на любой момент;
- выполнение различных расчетов, связанных со временем

Точность судовых часов:

- в штурманской рубке и машинном отделении до 0,5м
- радиорубке с точностью до 6с
- в других помещениях до 1м.

Хранение судового времени осуществляется Хронометром

Хронометр — механические либо кварцевые часы с особо точным ходом

В 1731 - 1734 г. изобрёл английский часовщик Гаррисон

**Особенности:**

- изменение механического момента по мере раскручивания заводной пружины
- термокомпенсация с помощью биметаллических изгибающихся элементов

Хронометр должен обеспечивать получение T_{xp} с точностью до 1^c .

Отличие его показаний T_{xp} от гринвичского времени $T_{гп}$ называется *поправкой хронометра* $U_{xp} = T_{гп} - T_{xp}$

Суточный ход хронометра ω это величина изменения поправки хронометра за одни сутки

$$\omega = \frac{U_{xp2} - U_{xp1}}{\Delta T^{сут}} \quad U_{xp} = U'_{xp} + \omega \Delta T^{сут}$$

U'_{xp} — точно известная на какой-либо момент времени (полученная по сигналам точного времени) поправка хронометра;

$\Delta T^{сут}$ — промежуток времени, прошедший с того момента, выраженный в сутках и их долях с точностью до $0,01^a$

Сигналы точного времени

Приводится информация по частоте канала, времени и расписанию передачи сигналов точного времени

Admiralty list of radio signals NP282 (vol 2)

List of radiodetermination and special service stations (ITU)

Эталонные сигналы частоты и времени.
Главного метрологического центра ГСВЧ РФ

Поправка хронометра

- На момент сигнала точного времени T_{UTC} включают секундомер
- Подходят к хронометру, засекают отсчёт хронометра (лучше дождаться целой минуты) и вычитают отсчёт секундомера, то есть получают T_{xp} , на момент пуска секундомера
- По формуле $U_{xp} = T_{UTC} - T_{xp}$, рассчитываем поправку

Основная информация передаваемая станцией

- **минутные и часовые сигналы** точного времени, начало сигнала даёт начало минуты UTC
- **сигналы согласования DUT1** (двойные щелчки), 1 двойной щелчок - 0,1 секунды, 1-8 секунды положительные поправки, 9-16 секунды отрицательные поправки, $UT1 = UTC + DUT1$. Русская система подразумевает дополнительно передачу сигналов с точностью до 0,02 сек dUT1
- **секунда координации (leap second)** – дополнительная секунда, добавляемая ко всемирному координированному времени 30 июня или 31 декабря так, чтобы время UTC не отличалось от UT1 более, чем на $\pm 0,9$ секунды
- дополнительная информация

Журнал поправок хронометра

Ведётся постоянно.

По сигналам точного времени рассчитывается **поправка хронометра**.

По полученным поправкам рассчитывается **суточный ход хронометра**, величина накопительная, за срок эксплуатации хронометра в схожих условиях

DATE	G.M.T.			CHRON.			ERROR		DAILY RATE	Temperature	REMARKS	Observer
	H.	M.	S.	H.	M.	S.	M.	S.				
15.11.17	22	30	00	22	28	14,5	01	45,5	0,3	25°C	WWV 10000	2 nd mate
16.11.17	22	30	00	22	28	14,5	01	45,5	0,3	25°C	WWV 10000	2 nd mate
17.11.17	22	30	00	22	28	15,0	01	45,0	0,2	25°C	WWV 10000	2 nd mate

$$U_{xp} = T_{cp} - T_{xp}$$

$$\omega = \frac{U_{xp2} - U_{xp1}}{\Delta T_{сут}}$$

МАЕ - сборник таблиц координат небесных светил и некоторых других астрономических данных.

С помощью МАЕ можно решать следующие задачи:

- определять координаты небесных светил на любой момент времени
- определять азимут восхода и захода Солнца, рассчитать естественную освещенность, время кульминаций Луны и Солнца
- определять азимут Полярной звезды;
- рассчитать обсервованную широту по высоте Полярной звезды
- исправить измеренную высоту светила до её истинного значения.

Астрономический альманах – две версии рассчитанные на 2 и 4 года

Иностранные аналоги
Nautical Almanac
Brown Almanac

Основные части МАЕ

Ежедневные таблицы (ЕТ)

- гринвичские часовые углы точки Овна,
- гринвичские часовые углы и склонения Солнца, Венеры, Марса, Юпитера, Сатурна (левая страница) и Луны (правая страница);
- моменты местного времени (ТМ) для восхода (захода) Солнца и Луны, начала и конца гражданских и навигационных сумерек, Азимуты восхода и захода Солнца (правая страница)

Азимут Полярной (с. 276)

по приближенному значению широты места наблюдателя и значению местного часового угла точки Овна даны значения азимута Полярной звезды в полукруговом счете

Широта по высоте Полярной (с. 277÷280)

Звезды. Видимые места

(с. 270÷275) - на первое число каждого месяца текущего года, даны значения звездного дополнения ($\tau^* = 360^\circ - \alpha^*$) и значения склонения (δ) 160 навигационных звезд

Приложения

Основные интерполяционные таблицы (с.290) предназначены для нахождения поправок часовых углов и склонений на промежуточные моменты гринвичского времени $T_{ГР}$ (минуты и секунды) для точки Овна, Луны, Солнца и планет

Левый разворот - на каждый час, трёхсуточного интервала приводятся:

Гринвичские часовые углы $t_{гр}$ для т.Овна Υ с точностью до 0,1' помимо обычного обозначения, применяется ещё одно обозначение $S_{гр}$ - гринвичское звёздное время счёт часовых углов ведётся от полуденной части гринвичского меридиана от 0° до 360°к западу

Гринвичские часовые углы $t_{гр}$ и склонения δ с точностью до 0,1' для **Солнца и планет**

Внизу колонки $t_{гр}$ для Солнца и планет приводятся значения **квазиразностей $\bar{\Delta}$** между последовательными табличными значениями гринвичских часовых углов. Всегда положительны

Внизу колонки δ для Солнца и планет приводятся значения **разностей Δ** между последовательными табличными значениями склонений. Разности могут иметь оба знака (+ и -)

А в самом-самом низу колонки для планет, приводятся T_k - значение времени верхней кульминации
 α - значение прямого восхождения
 ρ_0 - значение горизонтального экваториального параллакса

Рядом с наименованием планеты, указывается Звёздная величина (чем больше значение, тем меньше яркость)

Правый разворот - для трёхсуточного интервала

Гринвичские часовые углы $t_{гр}$ и склонения δ , квазиразности и разности на каждый час для Луны

На среднюю дату трёхсуточного интервала для наблюдателя находящегося на уровне моря для 30 различных широт от 60°S до 74°N даны:

- моменты начала утренних навигационных и гражданских сумерек, с точностью до 1^м;
- моменты конца вечерних гражданских и навигационных сумерек, с точностью до 1^м;
- моменты видимых восхода и захода верхнего края Солнца на меридиане Гринвича, с точностью до 1^м;
- моменты восхода и захода Луны, с точностью до 1^м

На каждые сутки даны азимуты видимого восхода и захода верхнего края Солнца, с точностью до 0,1°

В нижней части, на каждые сутки даны для **Солнца**:

- моменты верхних кульминаций T_k с точностью до 1^м;
- уравнение времени η с точностью до 1^с;
- полудиаметр Солнца R

Для **Луны**:

- моменты верхних и нижних кульминаций T_k с точностью до 1^м;
- полудиаметр Луны R ;
- горизонтальный экваториальный параллакс ρ_0 ;
- возраст и фаза Луны

Таблица **Видимых мест** для 69 наиболее ярких звёзд с их склонениями δ и звёздными дополнениями τ^*

Звёзды видимые места стр.270-275

Приведены места 160 звёзд (включая Полярную)

Даются звёздные дополнения t^* и склонения δ звёзд на начало каждого месяца и некоторые дополнительные характеристики звёзд

Азимут Полярной стр.276

Позволяет по местному Звёздному времени получить Азимут Полярной

Широта по высоте Полярной стр.277-280

Три таблицы с поправками для расчёта широты

Таблицы А и Б «Поправка азимута видимого восхода и захода верхнего края Солнца стр.280

В приложениях содержатся

Таблицы поправок за широту и долготу стр.281-282

Таблицы для исправления измеренных высот светил стр.283-287

Таблицы для перевода дуговой меры во временную и обратно стр.288

Основные Интерполяционные таблицы стр. 289-319

Содержат 60 таблиц, для каждой минуты, для расчёта промежуточных значений часовых углов и склонений т.Овна, Солнца и навигационных планет

Список звёзд по собственным именам стр.320

Вкладка – Карты звёздного неба

Таблицы ТВА-57, для расчёта высот и азимутов светил стр.321-336

зд на
ые

ТЬ

282

ветил

ную и

0-319

ёта

ний

320

З В Е З Д Ы . Видимые места, 2010 г.

273

№ зв. и к.	Полярная или Юж. полюс	Полное название Собственное имя	Звёздное дополнение $t^* = 360^\circ - \alpha$ Склонения δ												
			Сек. t^* , δ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
82	188	0	Венера	t^*	171	160	158	156	155	154	153	152	151	150	149

276

АЗИМУТ ПОЛЯРНОЙ, 2010 г.

Местный часовой угол Полярной t^*	Широта северная															Местный часовой угол Полярной t^*
	1°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°		
45°	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41°

277

ШИРОТА ПО ВЫСОТЕ ПОЛЯРНОЙ, 2010 г.

Таблица I. Первая поправка

Аргумент — местный часовой угол Полярной t^*

t^*	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0.00	-30.9	-35.1	-38.3	-40.2	-41.0	-40.5	-38.8	-35.9	-31.9	-26.9

279

ШИРОТА ПО ВЫСОТЕ ПОЛЯРНОЙ, 2010 г.

Таблица II. Вторая поправка (исходя изклонения)

Аргумент — местный часовой угол Полярной t^* и высота h

t^*	Высота h												t^*
	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	
0°	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	180°

280

ШИРОТА ПО ВЫСОТЕ ПОЛЯРНОЙ, 2010 г.

Таблица III. Третья поправка

Аргумент — местный часовой угол Полярной t^* и дата

t^*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0°	0.0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.5	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1

34^M

35^M

Сек.	Точка Овна	Склонение и полюс	Полн.	δ	Полн.	δ	Полн.	δ
00	0.51.4	0.75.4	0.78.0	0.0	0.0	0.5	5.0	

Сек.	Точка Овна	Склонение и полюс	Полн.	δ	Полн.	δ	Полн.	δ
00	0.46.4	0.44.9	0.71.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

СПИСОК ЗВЁЗД ПО СОЗВЕЗДИЯМ И СОБСТВЕННЫМ ИМЕНАМ

(Номера звезд даны по таблице «Звезды. Видимые места»)

Звезды	Название созвездия		№	Название звезды	
	русское	латинское		русское	латинское
$\alpha(1), \beta(2), \gamma(3)$	Андромеда	Andromeda	00	Анор	Anor

0 - 52508

Функции T, S

323

	0°			1°			2°			3°			4°			5°			6°			
	T	ΔT	S	T	ΔT	S	T	ΔT	S	T	ΔT	S	T	ΔT	S	T	ΔT	S	T	ΔT	S	
0	-30	00	0	35263	144	1	41587	11	2	45113	12	3	47618	11	4	49564	11	5	51157	10	48	60
1	0	0000	1	35707	144	2	42032	11	3	45651	12	4	48156	11	5	50102	11	6	51882	10	48	59

Дано:

03.05.2010

Рассчитать время восхода Солнца по МАЕ 2010

 $\varphi_c = 42^\circ 18,9' N$ $\lambda_c = 29^\circ 08,6' E$ 02.05.10 $\varphi = 40^\circ N$ (5°)

T 04 59

03.05

Суточное изм. Восхода

-1 м

Моменты явлений, восхода

 $\Delta\varphi = 2^\circ 18,9' \Delta v = -11 м \Delta T_\varphi$

-5 м

(захода) начала и конца

 $\Delta \text{сут} = -1 м \Delta T_\lambda$

0 м

сумерек, даются в МАЕ на

середину трёхдневного

интервала, в нашем случае на

02.05.2010

Записываем меньшее от заданного

табличное значение широты,

записываем табличный интервал

 $5^\circ = 300'$ $2^\circ 18,9' \approx 139'$ $300' \rightarrow -11 м$ $139' \rightarrow \Delta T_\varphi$

$$\Delta T_\varphi = \frac{139 * (-11)}{300} \approx -5 м$$

Tм 04 53 03.05

λ 01 57 E

+ Tгр 02 56 03.05

Nп 2 E

Tс 04 56 03.05

Записываем время явления для табличного значения широты

Рассчитываем суточное изменение времени явления (восхода), для чего, смотрим время явления для следующего трёхдневного интервала (Май 4, 5, 6), находим разность, делим на 3 $(04 55 - 04 59)/3 \approx -1 м$

Рассчитываем разность между заданным и табличным значением

широты $42^\circ 18,9' N - 40^\circ N = 2^\circ 18,9'$

и разность между следующим и нашим табличным значениями

времени явления для расчёта поправки за широту.

Рассчитать поправку за широту можно при помощи табл. 1А

Приложения I МАЕ или прямой интерполяцией

Поправка за долготу, рассчитывается при помощи табл. 1Б

Приложения I МАЕ, но в подавляющем большинстве случаев, её величина не превышает 1 минуты и для Солнца сю можно пренебречь

Май 1, 2, 3 (121, 122, 123)

φ	2			1 2 3			1 2 3		
	Нач. сумерек наим. града.	Восход Солнца	Азимут Солнца на востоке (вертикаль)	Восход Луны					
N 74	□	□	8.4	□	□	□	□	□	□
72	///	///	1.45	28.0	26.0	23.8	—	—	—
70	///	///	2.26	37.1	35.7	34.2	—	—	—
68	///	0.57	2.53	43.3	42.1	41.0	—	—	—
66	///	1.50	3.14	47.9	47.0	46.0	—	—	3.14
64	///	2.21	3.31	51.6	50.7	49.9	0.59	1.55	2.11
62	0.50	2.44	3.44	54.6	53.8	53.0	0.10	1.06	1.36
60	1.38	3.02	3.56	57.0	56.3	55.7	—	0.36	1.11
58	2.06	3.17	4.06	59.1	58.5	57.9	—	0.12	0.51
56	2.28	3.30	4.14	61.0	60.4	59.8	23.53	—	0.34
54	2.59	3.50	4.22	62.5	62.0	61.4	23.37	—	0.20
52	2.59	3.50	4.29	63.9	63.4	62.8	23.24	—	0.07
50	3.11	3.58	4.35	65.1	64.6	64.1	23.12	23.56	—
48	3.36	4.16	4.48	—	—	—	—	—	—
46	3.54	4.39	4.59	—	—	—	—	—	—
44	4.21	4.51	5.16	72.0	71.7	71.3	21.56	22.46	23.29
42	4.40	5.07	5.30	73.6	73.3	73.0	21.32	22.23	23.09
40	4.55	5.21	5.42	74.6	74.3	73.9	21.11	22.03	22.51
N 10	5.07	5.32	5.54	74.9	74.6	74.3	20.51	21.44	22.35
8 10	5.18	5.43	6.05	74.9	74.6	74.3	20.32	21.26	22.18
20	5.27	5.53	6.16	74.3	73.9	73.6	20.10	21.06	22.00
30	5.36	6.05	6.29	73.0	72.7	72.3	19.46	20.43	21.40
40	5.45	6.17	6.46	70.9	70.5	70.1	19.15	20.13	21.14
45	5.50	6.25	6.56	69.3	68.9	68.5	18.56	19.55	20.57
50	5.55	6.34	7.08	67.2	66.7	66.3	18.31	19.31	20.37
52	5.57	6.37	7.13	66.2	65.7	65.2	18.19	19.20	20.27
54	6.00	6.42	7.20	65.0	64.5	63.9	18.05	19.07	20.16
56	6.02	6.46	7.26	63.7	63.1	62.5	17.49	18.52	20.03
58	6.05	6.51	7.34	62.1	61.5	60.9	17.30	18.35	19.49
60	6.07	6.57	7.43	60.3	59.7	59.0	17.07	18.13	19.32

Получаем местное время явления

Переводим долготу в часовую меру

 $29^\circ 08,6' = 29^\circ + 08,6/60 = 29,1433^\circ / 15 = 1,9429 ч$ $1,9429 - 1 ч = 0,9429 * 60 \approx 57 м$ $\lambda = 1 ч 57 м E$ Номер пояса Nп = 2 E

Последовательно рассчитываем

гринвичское Tгр

и судовое время явления Tс

20а

МАЕ. Расчёт местного часового угла t_M и склонения δ звезды

Дано: 01.05.2010 $\varphi_c = 60^\circ 18,9'N$ $T_{xp} = 01^\circ 25' 14''$ (99) α Волопаса
 $T_c = 22^\circ 34'$ $\lambda_c = 51^\circ 08,6'W$ $U_{xp} = +09^\circ 04'$ Арктур

107

34

(99) Арктур	
1 линия	
Приб. T_c	22°34'
N_{W+}^{0-}	+3
Приб. T_{xp}	01°34'
Дата	02.05.10
T	01°25'14"
u	+09°04'
T_{xp}	01°34'18"
t_T	234°50,8'
Δt	8°35,9'
Δzt	-----
t_{xp}	243°26,7'
λ_{W-}^{0+}	- 51°08,6'
t_M^Y	169°18,1'
τ^*	145°57,4'
t_w	315°15,5'
t_o	44°44,5'
Δ	-----
δ_T	-----
$\Delta\delta$	-----
δ	19°07,6'N

Расчётная таблица заполняется карандашом

Время снятое с судовых часов

Рассчитываем номер пояса

Получаем приближённое T_{xp}

Пересчитываем дату

Выписываем T_{xp}

Исправляем поправкой U_{xp}

Переводим в 24-часовой формат

Из Ежедневных Таблиц по часам

Из Основных интерполяционных таблиц по минутам и секундам

Δzt для звёзд отсутствует

Складываем t_T и Δt , получаем t_{xp}

Прибавляем долготу с учётом знака

Получаем местный часовой угол t_M

Из таблицы Видимые места звёзд

Суммируем, если $t_M < 180^\circ$ оставляем

Если $t_M > 180^\circ$, то $t_o = 360^\circ - t_M$

Для звёзд значения отсутствуют

δ выбираем из т. Видимые места звёзд одновременно с τ^*

106 20

T_{xp}	$t_{xp}(S_{xp})$
0	218 49,2 18
1	233 51,6 19
2	248 54,1 21
3	263 56,5 22
4	278 59,0 24
5	294 01,5 25
6	309 03,9 27
7	324 06,4 28
8	339 08,9 30
9	354 11,3 31
10	9 13,8 33
11	24 16,3 34
12	39 18,7 1
13	54 21,2 1
14	69 23,7 3
15	84 26,1 4
16	99 28,6 6
17	114 31,0 7
18	129 33,5 9
19	144 36,0 10
20	159 38,4 12
21	174 40,9 13
22	189 43,4 15
23	204 45,8 16
24	219 48,3 18
25	234 50,8 19
26	249 53,2 21
27	264 55,7 22

Сек. Точка Овна Солнце и планеты Луна

00 8 31,4 8 29,4 8 06,8

01 8 31,5 8 29,7 8 07,0

02 8 31,9 8 29,9 8 07,2

03 8 32,1 8 30,2 8 07,5

04 8 32,4 8 30,4 8 07,7

05 8 32,6 8 30,7 8 08,0

06 8 32,9 8 30,9 8 08,2

07 8 33,2 8 31,2 8 08,4

08 8 33,4 8 31,4 8 08,7

09 8 33,7 8 31,7 8 08,9

10 8 33,9 8 31,9 8 09,2

11 8 34,2 8 32,2 8 09,4

12 8 34,4 8 32,4 8 09,6

13 8 34,7 8 32,7 8 09,9

14 8 34,9 8 32,9 8 10,1

15 8 35,2 8 33,2 8 10,3

16 8 35,4 8 33,4 8 10,6

17 8 35,7 8 33,7 8 10,8

18 8 35,9 8 33,9 8 11,1

19 8 36,2 8 34,2 8 11,3

20 8 36,4 8 34,4 8 11,5

21 8 36,7 8 34,7 8 11,8

22 8 36,9 8 34,9 8 12,0

23 8 37,2 8 35,2 8 12,3

24 8 37,4 8 35,4 8 12,5

25 8 37,7 8 35,7 8 12,7

26 8 37,9 8 35,9 8 13,0

27 8 38,2 8 36,2 8 13,2

28 8 38,4 8 36,4 8 13,4

29 8 38,7 8 36,7 8 13,7

Работа с МАЕ, за исключением незначительных деталей полностью аналогична работе с Nautical Almanac или Brown Almanac
 Поэтому курсант, который освоил работу с МАЕ, без труда перейдёт на иностранные издания.

Видимые места звезд

За.дополнение Скл. №

 $\tau^* = 360^\circ - \alpha$ δ зв.

α	δ	τ^*	№
357 46,2	N 29 08,8	1	1
357 34,3	N 59 12,3	2	2
356 33,5	N 15 14,4	3	3
353 26,6	S 77 11,5	4	4
349 43,8	N 56 35,5	6	6
348 58,4	S 17 55,7	7	7
335 28,9	S 57 10,9	11	11
328 52,1	N 42 22,7	15	15
328 03,7	N 23 30,6	16	16
314 17,8	N 4 07,8	18	18
312 47,5	N 40 59,7	19	19
308 44,2	N 49 53,9	20	20
290 52,3	N 16 31,8	24	24
281 14,5	S 8 11,5	27	27
280 38,2	N 46 00,6	28	28
278 15,8	N 28 37,0	30	30
276 52,0	S 0 17,6	32	32
275 48,9	S 1 11,8	35	35
271 04,0	N 7 24,5	40	40
269 55,7	N 44 57,0	41	41
264 12,7	S 17 57,8	43	43
263 57,5	S 52 42,3	44	44
258 35,9	S 16 44,0	46	46
255 14,5	S 28 59,4	48	48
246 11,0	N 31 52,0	54	54
245 02,2	N 5 11,8	55	55
243 30,6	N 28 00,1	56	56
239 00,7	S 40 02,3	57	57
238 00,1	S 24 20,3	58	58
234 19,2	S 59 32,9	60	60
222 54,2	S 43 28,8	62	62
221 40,3	S 69 46,0	63	63
217 58,3	S 8 42,4	65	65
207 45,8	N 11 54,9	67	67
193 53,9	N 61 41,8	72	72
182 35,7	N 14 30,7	74	74
173 11,5	S 63 09,7	80	80
169 28,0	S 49 01,3	84	84
167 54,3	S 59 45,0	86	86
166 22,0	N 55 54,2	87	87
158 54,1	N 54 52,2	91	91
158 33,4	S 11 13,1	92	92
148 50,7	S 60 25,6	97	97
145 57,4	N 19 07,6	99	99
139 54,4	S 60 52,8	102	102
137 18,4	N 74 06,7	106	106
130 36,0	S 9 25,4	109	109
126 12,6	N 26 40,6	111	111
112 28,8	S 26 27,4	117	117

Дано: 01.05.2010 $\varphi_c = 45^\circ 21,4'N$ $T_{xp} = 01^\circ 41' 37''$ ☉ Солнце
 $T_c = 15^\circ 34'$ $\lambda_c = 36^\circ 38,6'E$ $U_{xp} = -07^\circ 25'$

34^м

	☉
	1 линия
Приб. T_c	15°34'
N_{W+}^{0-}	- 2
Приб. T_{xp}	13°34'
Дата	01.05.10
T	01°41'37"
u	-07°25'
$T_{xp} 12^\circ + 13^\circ 34' 12''$	
t_T	15°43,7'
$\Delta_1 t$	8°32,4'
$\Delta_2 t$	+0,6'
t_{xp}	24°16,7'
λ_{W-}^{0+}	+36°38,6'
t_M^Y	-----
τ^*	-----
t_W	60°55,3'
t_O	
Δ	+1,1/+0,7
δ_T	15°08,6'N
$\Delta\delta$	+0,4'
δ	15°09,0'N

Расчётная таблица заполняется карандашом

Время снятое с судовых часов

Рассчитываем номер пояса

Получаем приближённое T_{xp}

Пересчитываем дату

Выписываем T_{xp}

Исправляем поправкой U_{xp}

Переводим в 24-часовой формат

Из Ежедневных Таблиц по часам

Из Основных интерполяционных таблиц по минутам и секундам

Из колонки Попр. по Δ

Складываем t_T , $\Delta_1 t$ и $\Delta_2 t$, получаем t_{xp}

Прибавляем долготу с учётом знака

Получаем местный часовой угол ☉

Если $t_W < 180^\circ$ оставляем

Если $t_W > 180^\circ$, то $t_O = 360^\circ - t_W$

Из Ежедневных Таблиц внизу

Из Ежедневных Таблиц по часам

Из колонки Попр. по Δ

Складываем δ_T и $\Delta\delta$, получаем δ

106 2010 г.			
T_{xp}	т. Овна	Солнце	
	$t_{xp}(S_{xp})$	t_{xp}	δ
0	218 49.2	180 42.7 N	14 58.7
1	233 51.6	195 42.7	14 59.5
2	248 54.1	210 42.8	15 00.3
3	263 56.5	225 42.9	15 01.0
4	278 59.0	240 43.0	15 01.8
5	294 01.5	255 43.1	15 02.5
6	309 03.9	270 43.1 N	15 03.3
7	324 06.4	285 43.2	15 04.0
8	339 08.9	300 43.3	15 04.8
9	354 11.3	315 43.4	15 05.6
10	9 13.8	330 43.4	15 06.3
11	24 16.3	345 43.5	15 07.1
12	39 18.7	0 43.6 N	15 07.8
13	54 21.2	15 43.7	15 08.6
14	69 23.7	30 43.7	15 09.3
15	84 26.1	45 43.8	15 10.1
16	99 28.6	60 43.9	15 10.8
17	114 31.0	75 44.0	15 11.6
18	129 33.5	90 44.0 N	15 12.3
19	144 36.0	105 44.1	15 13.1
20	159 38.4	120 44.2	15 13.8
21	174 40.9	135 44.3	15 14.6
22	189 43.4	150 44.3	15 15.3
23	204 45.8	165 44.4	15 16.1
2	219 48.3	180 44.5 N	15 16.8
1	234 50.8	195 44.6	15 17.6
2	249 53.2	210 44.6	15 18.3
3	264 55.7	225 44.7	15 19.1
4	279 58.1	240 44.8	15 19.8
5	295 00.6	255 44.8	15 20.6
6	310 03.1	270 44.9 N	15 21.3
7	325 05.5	285 45.0	15 22.1
8	340 08.0	300 45.1	15 22.8
9	355 10.5	315 45.1	15 23.6
10	10 12.9	330 45.2	15 24.3
21	176 39.2	135 47.5	15 50.1
22	191 41.6	150 47.6	15 50.8
23	206 44.1	165 47.6	15 51.6
		$\Delta +1.1$	$\Delta +0.7$
		T_{xp}	α p_0

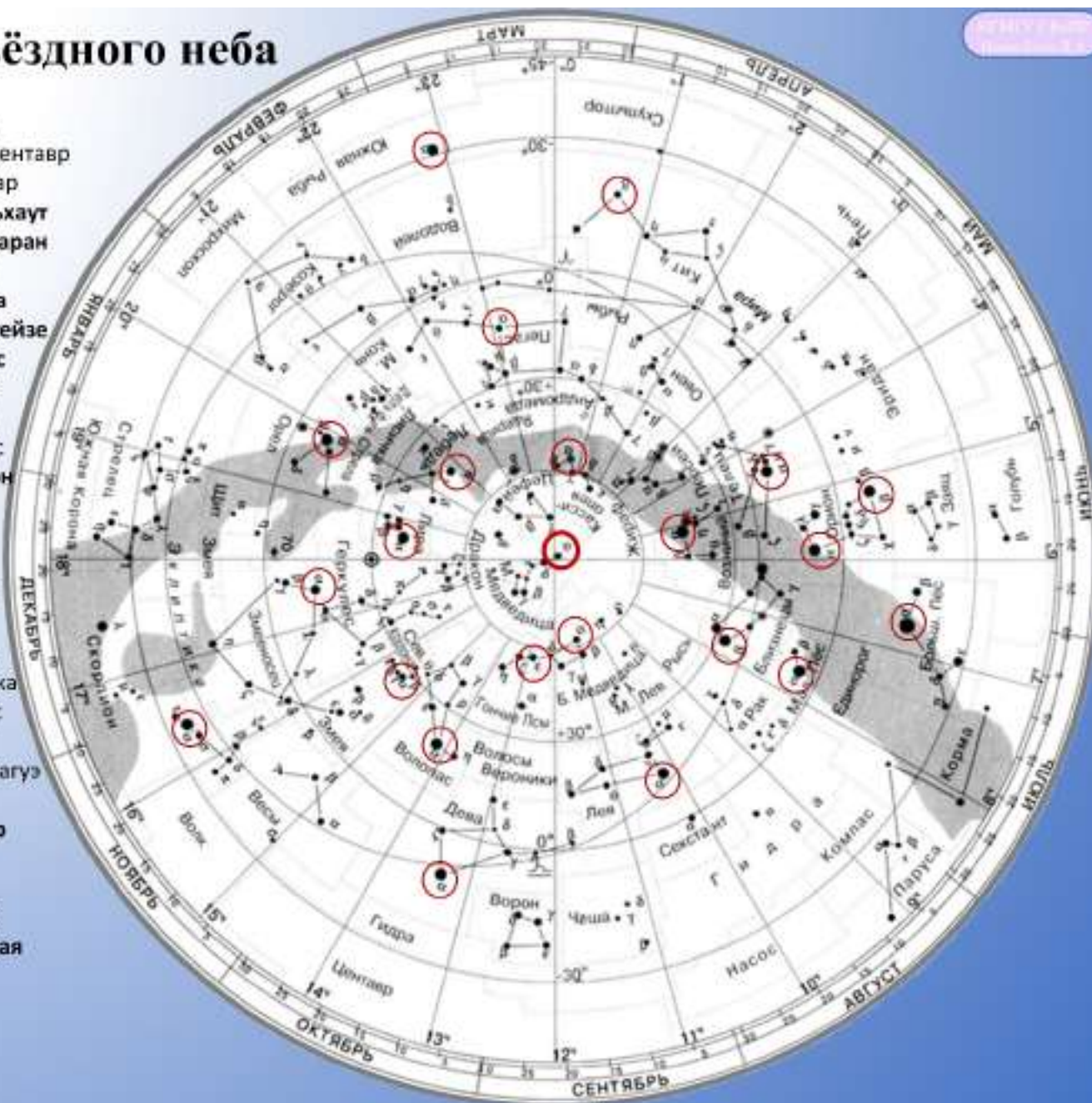
Сек.	Точка Овна	Солнце и планеты	Луна	Δ	Попр.
00	8 31.4	8 29.4	8 06.8	0.0	0.0
01	8 31.6	8 29.7	8 07.0	0.1	0.1
02	8 31.9	8 29.9	8 07.2	0.2	0.1
03	8 32.1	8 30.2	8 07.5	0.3	0.2
04	8 32.4	8 30.4	8 07.7	0.4	0.2
05	8 32.6	8 30.7	8 08.0	0.5	0.3
06	8 32.9	8 30.9	8 08.2	0.6	0.3
07	8 33.2	8 31.2	8 08.4	0.7	0.4
08	8 33.4	8 31.4	8 08.7	0.8	0.5
09	8 33.7	8 31.7	8 08.9	0.9	0.5
10	8 33.9	8 31.9	8 09.2	1.0	0.6
11	8 34.2	8 32.2	8 09.4	1.1	0.6
12	8 34.4	8 32.4	8 09.6	1.2	0.7
13	8 34.7	8 32.7	8 09.9	1.3	0.7
14	8 34.9	8 32.9	8 10.1	1.4	0.8
15	8 35.2	8 33.2	8 10.3	1.5	0.9
16	8 35.4	8 33.4	8 10.6	1.6	0.9
17	8 35.7	8 33.7	8 10.8	1.7	1.0
18	8 35.9	8 33.9	8 11.1	1.8	1.0
19	8 36.2	8 34.2	8 11.3	1.9	1.1
20	8 36.4	8 34.4	8 11.5	2.0	1.2
21	8 36.7	8 34.7	8 11.8	2.1	1.2
22	8 36.9	8 34.9	8 12.0	2.2	1.3
23	8 37.2	8 35.2	8 12.3	2.3	1.3
24	8 37.4	8 35.4	8 12.5	2.4	1.4

Работа с МАЕ, за исключением незначительных деталей полностью аналогична работе с Nautical Almanac или Brown Almanac

Поэтому курсант, который освоил работу с МАЕ, без труда перейдёт на иностранные издания.

Карта звёздного неба

6 α Кассиопеи	Шедар
10 α Центавра	Ригил-Кентавр
11 α Эридана	Архернар
15 α Южной Рыбы	Фомальхаут
24 α Тельца	Альдебаран
27 β Ориона	Ригель
28 α Возничего	Капелла
40 α Ориона	Бетельгейзе
44 α Арго	Канопус
46 α Большого пса	Сириус
54 β Кита	Дифда
56 β Близнецов	Поллукс
55 α Малого пса	Процион
67 α Льва	Регул
72 α Б. Медведицы	Дубхе
87 ε Б. Медведицы	Алиот
80 α Южного креста	Акрукс
92 α Девы	Спики
99 α Волопаса	Арктур
111 α Северной Короны	Альфакка
117 α Скорпиона	Антарес
122 α Юж. Треугольника	Атриа
130 α Змееносца	Расальхагүз
139 α Лиры	Вега
146 α Орла	Альтаир
148 α Павлина	Пикок
149 α Лебеда	Денеб
159 α Пегаса	Маркаб
160 α М. Медведицы	Полярная



1. Футляр
2. горизонтальное кольцо (азимутальный круг), при установке глобуса в ящик, изображает из себя *истинный горизонт*, в зависимости от конструкции глобуса, оцифрован в круговой или *четвертной системе счёта азимута*
3. крестовина вертикалов с подвижным *индексом вертикала* для установки высоты светила. Индекс перемещается по шкале вертикала с делениями через 1° . С помощью крестовины вертикалов на глобусе воспроизводятся горизонтные координаты h и A
4. кольцо меридиана наблюдателя, на котором нанесена *в зависимости от конструкции шкала широт или склонений* с делениями через 1° и оцифровкой через 10° . Кольцо меридиана вставляется в прорези кольца истинного горизонта у точек N и S , и представляет теперь *меридиан наблюдателя*



У нас применяются две модели звездного глобуса:

- старая модель ЗГ (на эпоху 1968 г.)
- модернизированная ЗГ — ОМ1.1 (на эпоху 1990 г.).

Ключевые отличия:

Азимутальное кольцо

- в старой конструкции дано в четвертной системе
- в новой – круговая система

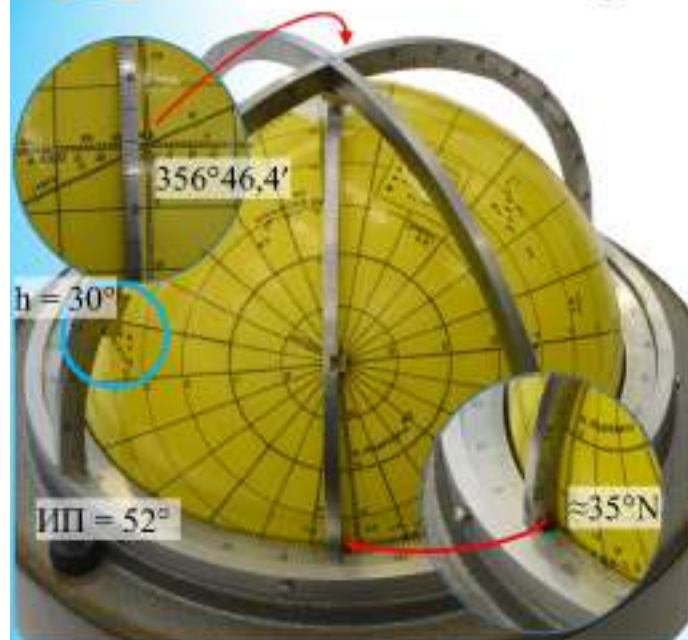
Подвижный меридиан

- в старой конструкции оцифрован от 0° на экваторе, до 90° на полюсах. Склонение δ берётся непосредственно со шкалы. **Для выставления широты берём $90^\circ - \varphi$**
- В новой конструкции, оцифрован от 90° на экваторе, до 0° на полюсах. Склонение δ находится как дополнение до 90° . **Для выставления широты берём значение φ**



На Звёздный глобус нанесены:

- места 170 навигационных звёзд
- небесный экватор со шкалами - сверху градусной шкалой прямого восхождения α (звёздного времени Sm), снизу через 15^m с оцифровкой через 1^h . Начало – отсчёта т.Овна (в этой точке эклиптика пересекает экватор) – обозначена цифрой XXIV (360°)
- Параллели – нанесены через 10°
- Меридианы – нанесены через 15° (1^h). Меридианы равноденствий и солнцестояний выделены двойной линией
- Эклиптика – линия, представляющая собой, годовую траекторию движения Солнца по небесной сфере
- Через полюса проходит ось, на концах которой укреплен *подвижный меридиан*.



Задачи решаемые на ЗГ:

- определение названия неопознанной звезды или планеты
- определение положения светила в заданное время, подбор светил на заданный момент наблюдений.
- определение времени прихода светил в заданное положение.

Установка глобуса по широте φ и звёздному времени $S_m(t_m^?)$

- Выставляем широту места - наклоняем полюс, соответствующий широте над одноимённой частью горизонта на величину φ или $90^\circ - \varphi$ для старого типа глобуса
- Рассчитываем местное звёздное время $S_m(t_m^?)$, при помощи МАЕ
- Выставляем его на глобусе, для чего вращая глобус в меридиональном кольце, по верхнему срезу этого кольца выставляем величину звёздного времени S_m на шкале экватора

• Определение названия неопознанного светила

1. Измеряем высоту светила, замечаем его пеленг по компасу
2. Устанавливаем глобус по широте и звёздному времени.
3. Устанавливаем дугу крестовины вертикала с индексом по измеренному пеленгу. Устанавливаем индекс по высоте.
4. Снимаем наименование звезды под индексом.
5. Если под индексом звезды нет, но есть эклиптика, значит мы наблюдали планету, порядок действий следующий:

- снимаем координаты полученной точки: прямое восхождение α и склонение δ .
- в ежедневных таблицах МАЕ на заданную дату, внизу колонок планет, ищем прямое восхождение соответствующее снятому, по соответствию определяем планету
- для уверенности проводим контроль, сравнивая склонения.

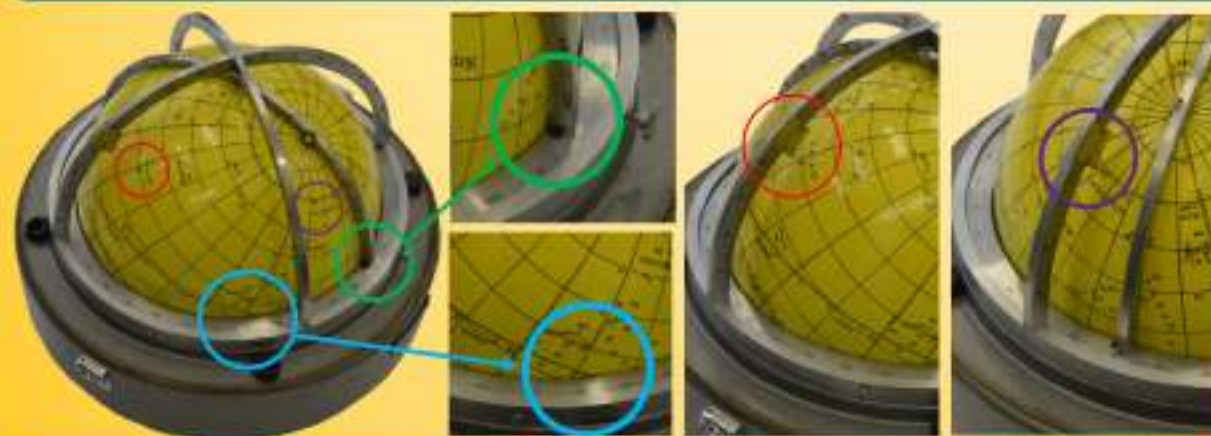
21.12.10 $\varphi_c = 35^\circ 15,0'N$ $h = 30^\circ$
 $Tc = 17^h 25^m$ $\lambda_c = 009^\circ 41,6'W$ ИП = 52°

Tc	$17^h 25^m$	21.12.10	- Из условия
N	$+1^h W$		- $N = \lambda/15$ $\begin{matrix} -E \\ +W \end{matrix}$
T_{Σ}	$18^h 25^m$	21.12.10	- Сумма
S_m	$00^h 12,0'$		- Из МАЕ по часам
ΔS	$06^h 16,0'$		- Осн. Инт. Табл.
S_{Σ}	$06^h 28,0'$		- Сумма
λ	$-9^\circ 41,6' W$		- $\lambda_{\Sigma}^{\pm E}$
S_m	$356^\circ 46,4'$		

Снимаем наименование светила:
 α Возничего

- **Подбор светил на момент наблюдений.**

1. Устанавливаем глобус по широте и звёздному времени точно или приближённо по Солнцу на сумерки
2. Подбираем светила:
 - по возможности с близкими высотами, высоты светил желательны в пределах 15° - 65° , оптимально 30° - 50° ;
 - для двух светил разность азимутов должна быть близкой к 90° , для трёх – близкой к 120° , для четырёх – близкой к 90° ; в последних двух случаях желательно, чтобы светила находились в разных частях горизонта.
3. При помощи крестовины вертикалов снимаем высоты и азимуты подобранных светил, азимуты при этом переводим в круговой счёт.



05.12.2018 $\varphi_c = 55^\circ 25' S$

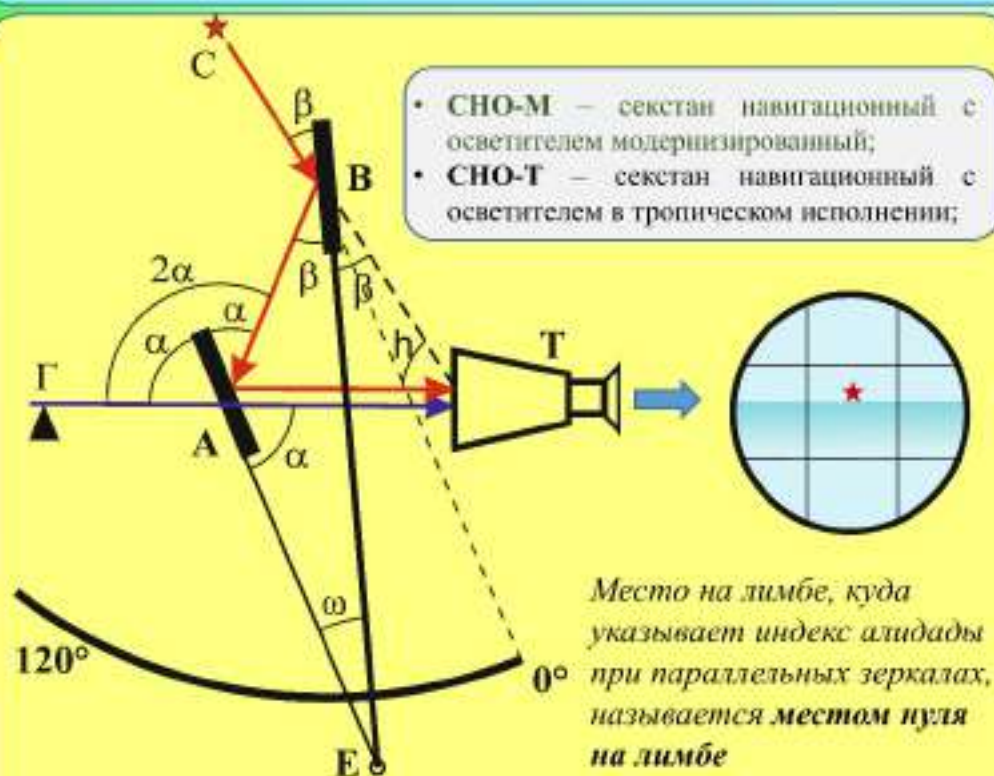
Подобрать два светила на вечерние сумерки

1. Выставляем широту, для чего южный полюс Ps , наклоняем на 55° над южной частью горизонта (выделено зелёным)
2. Находим положение Солнца на Эклиптике 5 декабря, опускаем найденную точку под горизонт на $\sim 10^\circ$ (Выделено голубым)
3. Подбираем светила в соответствии с условиями – α **Ю. Рыбы** (выделено красным) и α **Ю. Треугольника** (выделено сиреневым)
4. Снимаем координаты
 - α **Ю. Рыбы**
 $A = 290^\circ \quad h = 44^\circ$
 - α **Ю. Треугольника**
 $A = 197^\circ \quad h = 38^\circ$

Приближённое выставление глобуса на сумерки

1. Выставляем глобус по широте
2. Определяем приближённое положение Солнца на эклиптике на заданную дату:
 - прикидываем ближайшую характерную точку движения Солнца
 - отсчитываем от характерной точки количество дней до нашей даты считая, что в сутки Солнце проходит примерно 1°
3. Полученную точку опускаем примерно на 10° под горизонт:
 - с восточной стороны, если утренние сумерки
 - с западной, если вечерние сумерки
4. Радуетесь полученному результату

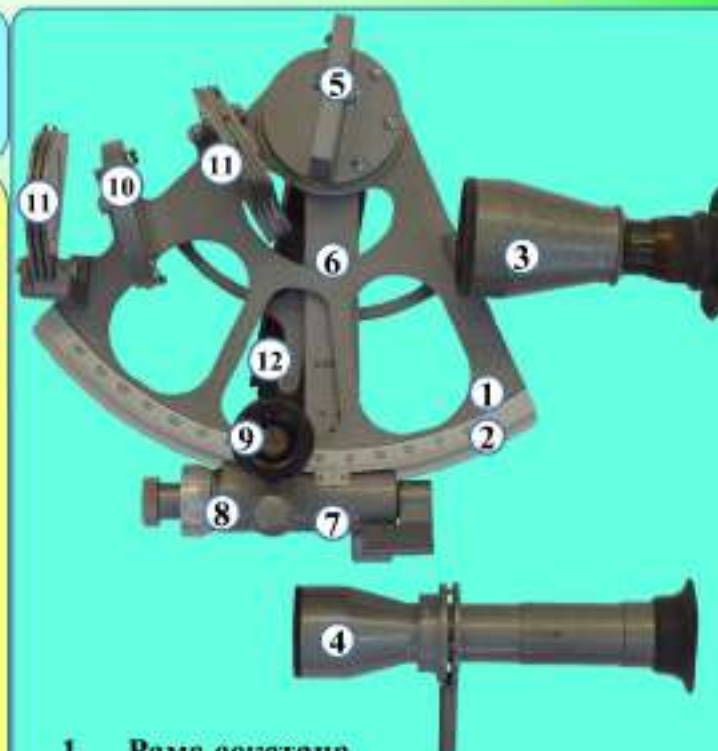
Навигационный секстан – угломерный прибор отражательного типа, предназначенный для измерения вертикальных и горизонтальных углов «с руки»



Поворачивая подвижное зеркало **В** добьёмся совмещения изображений прямого горизонта **Г** и дважды отражённого светила **С**

Как легко заметить из построения $h = 2\omega$

На лимбе секстана указаны удвоенные значения угла между зеркалами, т.е. значения измеряемых углов



1. Рама секстана
2. Лимб со шкалой и зубчатой рейкой
3. Оптическая труба Галилея
4. Астрономическая труба
5. Большое зеркало
6. Алидада
7. Отсчётное устройство
8. Барабан
9. Лунa с осветителем
10. Малое зеркало (полупрозрачное)
11. Светофильтры
12. Ручка

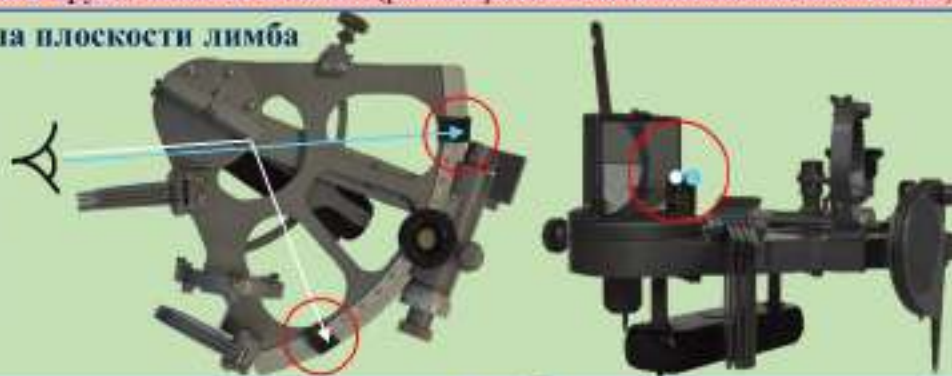
1. Проверка параллельности оптической оси астрономической трубы плоскости лимба (рассматривается в полном конспекте лекций)

2. Проверка перпендикулярности большого зеркала плоскости лимба

Отсчётное устройство устанавливаем на 40° , секстан ставим горизонтально, большим зеркалом в пол-оборота к себе.

На лимбе в начале и в конце шкалы, ставим диоптры так, что бы было прямо видно первый и в большом зеркале было видно отражение другого.

Регулировочным винтом зеркала, совмещаем диоптры на один уровень



3. Проверка перпендикулярности малого зеркала плоскости лимба

Отсчётное устройство устанавливаем на $00^\circ 00'$.

Через оптическую трубу смотрим на удалённый предмет.

Если изображение двоится, то первым регулировочным винтом, выводим оба изображения на одну горизонталь, затем вторым винтом совмещаем в одно



4. Проверка параллельности зеркал (определение поправки индекса)

1) По видимому горизонту, звезде, удалённому предмету. Отсчётное устройство на $00^\circ 00'$.

Смотрим на горизонт, одним движением барабана совмещаем изображения, снимаем отсчёт oi , повторяем 3-4 раза, усредняем, рассчитываем поправку $i = 360^\circ - oi$

2) По Солнцу. На оба зеркала ставим плотные светофильтры,

смотрим на Солнце, совмещаем нижний край прямовидимого изображения с верхним краем дважды отражённого, снимаем отсчёт oi_1 .

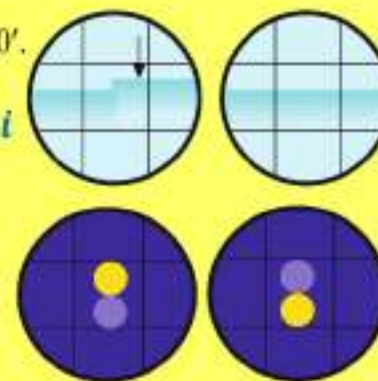
Меняем местами изображения, снимаем отсчёт oi_2

Рассчитываем поправку

$$i = 360^\circ - \frac{oi_1 + oi_2}{2}$$

Проводим контроль правильности наблюдений $4R' = oi_1 - oi_2$.

выбираем R из таблиц, находим $4R$ сравниваем с измеренным, разница должна быть меньше $0,5'$



5. Определение мертвого хода тангенциального винта (рассматриваются в полном конспекте лекций)

6. Проверка призматичности светофильтров

Исправление высот светил

Центр тяжести
инструмента 2.5

Исправлением высоты, называется переход от полученного по секстану отчёта (ОС), к истинной высоте

$$h = OC + (i + s) - \Delta h_d - \Delta h_p + \Delta h_t + \Delta h_B + \Delta h_p \pm (\Delta h_R) \quad (i+s) \text{ сумма поправки индекса секстана } i \text{ и инструментальной поправки секстана } s$$

Поправка за наклонение видимого горизонта Δh_d

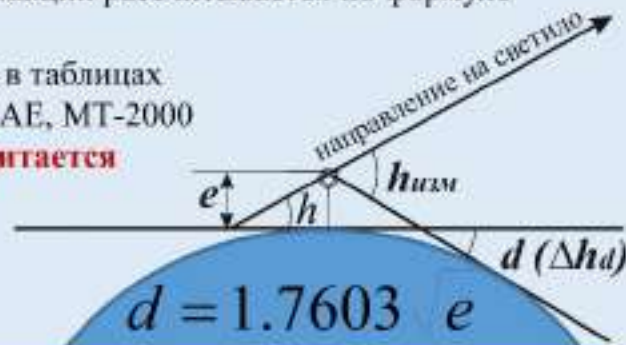
Вертикальный угол между плоскостью истинного горизонта и касательной к видимому горизонту, называется **наклонением** видимого горизонта

Помимо этого из-за неодинаковой плотности атмосферы в приземном слое лучи несколько преломляются (*земная рефракция*)

Наклонение горизонта измеряется **Наклономером**, если он отсутствует, то приближённо с учётом земной рефракции рассчитывается по формуле

Приводится в таблицах
ТВА (1а), МАЕ, МТ-2000

Всегда вычитается



Поправка высоты Солнца за полудиаметр Δh_R

Возникает из-за того, что измеряем край Солнца, а считаем для центра. Нижний край «+»
Верхний край «-»

Поправка за рефракцию Δh_p

Возникает из-за преломления светового луча в атмосфере

Приводится в таблицах ТВА (2),
МАЕ, МТ-2000, для давления
760 мм.рт.ст и температуры 10°.

Всегда вычитается



Поправки за температуру Δh_t и давление Δh_B

Дополнительно к поправке за рефракцию в отдельных таблицах

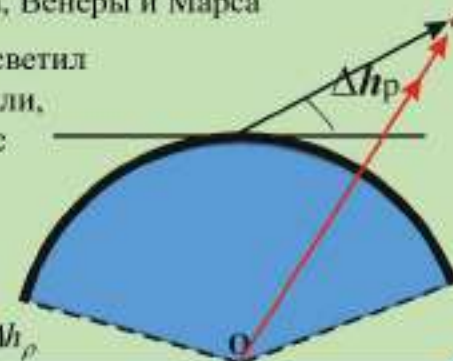
Поправка за параллакс Δh_p

Заметна для Луны, Солнца, Венеры и Марса

В МАЕ даны координаты светил
приведенные к центру Земли,
измерения же приводятся с
поверхности Земли

Приводится в таблицах
ТВА, МАЕ, МТ-2000

Для Солнца совмещена с Δh_p



27a

Исправление высот звёзд. Расчёты

$OC = 23^{\circ}18,7'$ $t = 25^{\circ}$ $h_c = 23^{\circ}16,5'$ Поправка за
 $i + s = +3,6'$ $B = 765$ $A_c = 284^{\circ}$ наклонение
 $e = 7,3$ м mm рт. ст. $ПУ = 127^{\circ}$
 $\Delta T = 5,3''$ $V = 12$ уз.

Отсчёт	$23^{\circ}18,7'$	Отсчёт секстана
$i + s$	$+3,6'$	Совместная поправка
Изм. h	$23^{\circ}22,3'$	Измеренная высота
Δh_d	$-4,8'$	Поправка за наклонение
Вид. h	$23^{\circ}17,7'$	Видимая высота
Δh_p	$-2,2'$	Поправка за рефракцию
Δh_{p+d}	$+0,1'$	Поправки за температу- ру и давление
Ист. h	$23^{\circ}15,6'$	Истинная высота
Δh_z	$-1,0'$	Приведение к одному зениту
Прив. h	$23^{\circ}14,6'$	Счислимая высота
$h - h_c$	$-1,9'$	Перенос

Рассчитываем разность азимута
 светила и путевого угла судна $A - ПУ$
 Из табл. 2.6 МАЕ (табл. 7 ТВА-57) по
 полученной разности (в таблице
 обозначено КУ) и скорости V
 получаем поправку за 1 минуту Δh
 Умножаем на промежуток времени
 между измерениями ΔT
 Получаем поправку Δh_z , рассчитываем
 приведенную высоту

Поправка за
наклонение

e (м)	Δh_d	Звезды			
		h_n	Δh_p	h_n	Δh_p
0.77	-1.6	5°00'	-9.8	10°45'	-4.0
0.87	-1.7	04	-9.7	09	-4.8
0.98	-1.8	08	-9.6	11 13	-4.7
1.10	-1.9	11	-9.5	28	-4.6
1.22	-2.0	15	-9.4	44	-4.5
1.35	-2.1	20	-9.3	12 00	-4.4
1.48	-2.2	24	-9.2	17	-4.3
1.62	-2.3	28	-9.1	34	-4.2
1.77	-2.4	32	-9.0	53	-4.1
1.92	-2.5	37	-8.9	13 12	-4.0
2.08	-2.6	41	-8.8	32	-3.9
2.25	-2.7	46	-8.7	53	-3.8
2.42	-2.8	50	-8.6	14 15	-3.7
2.60	-2.9	55	-8.5	38	-3.6
2.79	-3.0	6 00	-8.4	15 02	-3.5
2.98	-3.1	05	-8.3	28	-3.4
3.18	-3.2	10	-8.2	53	-3.3
3.39	-3.3	16	-8.1	16 24	-3.2
3.60	-3.4	21	-8.0	54	-3.1
3.82	-3.5	26	-7.9	17 26	-3.0
4.04	-3.6	32	-7.8	18 00	-2.9
4.27	-3.7	38	-7.7	36	-2.8
4.51	-3.8	44	-7.6	19 15	-2.7
4.75	-3.9	50	-7.5	19 55	-2.6
5.00	-4.0	56	-7.4	20 39	-2.5
5.26	-4.1	7 02	-7.3	21 26	-2.4
5.52	-4.2	09	-7.2	22 16	-2.3
5.79	-4.3	15	-7.1	23 10	-2.2
6.07	-4.4	22	-7.0	24 08	-2.1
6.35	-4.5	29	-6.9	25 10	-2.0
6.64	-4.6	37	-6.8	26 19	-1.9
6.93	-4.7	44	-6.7	27 33	-1.8
7.23	-4.8	52	-6.6	28 54	-1.7
7.54	-4.9	8 00	-6.5	30 20	-1.6
7.86	-5.0	08	-6.4	31 57	-1.5
8.18	-5.1	16	-6.3	33 46	-1.4
8.50	-5.2				
8.84	-5.3				
9.18					
9.53					
9.88					
10.23					
10.59					
10.95					
11.31					
11.67					
12.03					
12.39					
12.75					
13.11					
13.47					
13.83					
14.19					

	I линия	II линия	III линия	IV линия
A круг.	284°			
$ПУ$	127°			
$A-ПУ$	157°			
Δh	$-0,19'$			
ΔT	$5,3''$			
Δh_z	$-1,0'$			

Табл. 2.4 Поправка высоты за температуру воздуха Δh_t

h_n	Температура ($^{\circ}C$)															
	-30°	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	0°	+5°	+10°	+15°	+20°	+25°	+30°	+35°	+40°	
0°00'	10.2	8.7	7.3	6.0	4.9	3.8	2.8	1.8	0.9	0.0	0.8	1.7	2.4	3.2	3.9	4.6
0 30	8.5	7.3	6.0	4.9	3.8	2.8	1.8	0.9	0.0	0.8	1.7	2.4	3.2	3.9	4.6	
0 40	7.2	6.1	5.1	4.2	3.2	2.4	1.6	0.8	0.0	0.7	1.4	2.1	2.7	3.3	3.9	
1 00	6.1	5.2	4.4	3.6	2.8	2.0	1.3	0.6	0.0	0.6	1.2	1.8	2.3	2.8	3.4	
1 30	5.3	4.5	3.8	3.1	2.4	1.8	1.2	0.6	0.0	0.5	1.1	1.6	2.0	2.5	2.9	
1 40	4.6	4.0	3.3	2.7	2.1	1.5	1.0	0.5	0.0	0.5	0.9	1.4	1.8	2.2	2.6	
2 00	4.1	3.5	2.9	2.4	1.9	1.4	0.9	0.4	0.0	0.4	0.8	1.2	1.6	1.9	2.3	
3 00	2.9	2.5	2.1	1.7	1.4	1.0	0.6	0.3	0.0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.4	1.7	
4 00	2.3	2.0	1.6	1.3	1.0	0.8	0.5	0.2	0.0	0.2	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	
5 00	1.8	1.6	1.3	1.1	0.8	0.6	0.4	0.2	0.0	0.2	0.4	0.6	0.7	0.9	1.0	
6 00	1.5	1.3	1.1	0.9	0.7	0.5	0.3	0.2	0.0	0.2	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	
7 00	1.3	1.1	1.0	0.8	0.6	0.4	0.3	0.1	0.0	0.1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	
8 00	1.2	1.0	0.8	0.7	0.5	0.4	0.3	0.1	0.0	0.1	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	
10 00	0.9	0.8	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	
20 00	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
30 00	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
50 00	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	

Табл. 2.5 Поправка высоты за давление воздуха Δh_p

h_n	Давление (мм рт. ст.)												
	720	725	730	735	740	745	750	755	760	765	770	775	780
0°	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1	2.0	1.7	1.5	1.2	1.0	0.7	0.5	0.2	0.0	0.2	0.5	0.7	1.0
2	1.3	1.2	1.0	0.8	0.7	0.5	0.3	0.2	0.0	0.2	0.3	0.5	0.7
3	1.0	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4	0.2	0.1	0.0	0.2	0.2	0.4	0.5
4	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.2	0.2	0.3	0.4
5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.0	0.2	0.2	0.2	0.3
6	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.2	0.3
10	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
20	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

Табл. 2.6 Приведение высот к одному месту измерений (зениту)
 $\Delta h_z = \omega_{h_z} \cdot \Delta T''$, где ω_{h_z} — скорость изменения высоты за 1"

V (узлы)	КУ — курсовой угол												V (узлы)
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	
4	0.02	0.07	0.06	0.06	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	4
6	0.16	0.10	0.09	0.08	0.06	0.05	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	6
8	0.13	0.13	0.12	0.12	0.10	0.09	0.07	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	8
10	0.17	0.16	0.15	0.14	0.13	0.11	0.08	0.06	0.03	0.00	0.00	0.00	10
12	0.20	0.20	0.19	0.17	0.15	0.13	0.10	0.07	0.03	0.00	0.00	0.00	12
14	0.23	0.23	0.22	0.20	0.18	0.15	0.12	0.08	0.04	0.00	0.00	0.00	14
16	0.27	0.26	0.25	0.23	0.20	0.17	0.13	0.09	0.05	0.00	0.00	0.00	16
18	0.30	0.30	0.28	0.26	0.23	0.19	0.15	0.10	0.05	0.00	0.00	0.00	18
20	0.33	0.33	0.31	0.29	0.26	0.21	0.17	0.11	0.06	0.00	0.00	0.00	20
22	0.37	0.36	0.34	0.32	0.28	0.24	0.18	0.13	0.06	0.00	0.00	0.00	22
24	0.41	0.37	0.35	0.33	0.31	0.26	0.20	0.14	0.07	0.00	0.00	0.00	24
26	0.44	0.40	0.38	0.36	0.30	0.23	0.16	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	26
28	0.47	0.43	0.39	0.37	0.32	0.25	0.17	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	28
30	0.50	0.46	0.41	0.39	0.34	0.27	0.18	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	30
32	0.53	0.49	0.43	0.39	0.36	0.28	0.19	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	32
34	0.56	0.52	0.46	0.43	0.39	0.30	0.21	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	34
36	0.59	0.55	0.48	0.45	0.41	0.32	0.22	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	36
38	0.63	0.58	0.51	0.47	0.43	0.33	0.23	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	38
40	0.66	0.61	0.54	0.49	0.45	0.35	0.24	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	40
42	0.69	0.63	0.56	0.49	0.47	0.37	0.25	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	42
44	0.72	0.66	0.59	0.52	0.49	0.38	0.26	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	44
46	0.75	0.69	0.61	0.54	0.51	0.40	0.27	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	46
48	0.78	0.72	0.64	0.54	0.54	0.42	0.28	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	48
50													50

КУ — курсовой угол

29.04.10

 $t = 25^\circ$ $\odot \text{ OC} = 27^\circ 43,5'$ $B = 765 \text{ мм рт. ст.}$ $i + s = -1,8'$ $h_c = 27^\circ 48,4'$ $e = 12,7 \text{ м}$ Поправка за
наклонениеПоправка за
рефракцию и
параллаксТабл. 2.4 Поправка высоты за температуру воздуха Δh_t

h _a	Температура (°C)															
	-30°	-25°	-20°	-15°	-10°	-5°	0°	+5°	+10°	+15°	+20°	+25°	+30°	+35°	+40°	
0°00'	10,2	8,7	7,3	6,0	4,0	3,4	2,2	1,1	0,0	1,0	2,0	2,9	3,8	4,7	5,6	
0°10'	8,5	7,2	6,0	4,9	3,8	2,8	1,8	0,9	0,0	0,8	1,7	2,4	3,2	3,9	4,6	
0°20'	7,2	6,1	5,1	4,2	3,2	2,4	1,6	0,8	0,0	0,7	1,4	2,1	2,7	3,3	3,9	
0°30'	6,1	5,2	4,4	3,6	2,8	2,0	1,3	0,6	0,0	0,6	1,2	1,8	2,3	2,8	3,4	
0°40'	5,3	4,5	3,8	3,1	2,4	1,8	1,2	0,6	0,0	0,5	1,1	1,6	2,0	2,5	2,9	
0°50'	4,6	4,0	3,3	2,7	2,1	1,5	1,0	0,5	0,0	0,5	0,9	1,4	1,8	2,2	2,6	
1°00'	4,1	3,5	2,9	2,4	1,9	1,4	0,9	0,4	0,0	0,4	0,8	1,2	1,6	1,9	2,3	
1°10'	2,9	2,5	2,1	1,7	1,4	1,0	0,6	0,3	0,0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,4	1,7	
1°20'	2,3	2,0	1,6	1,3	1,0	0,8	0,5	0,2	0,0	0,2	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	
1°30'	1,8	1,6	1,3	1,1	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0	0,2	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	
1°40'	1,5	1,3	1,1	0,9	0,7	0,5	0,3	0,2	0,0	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	
1°50'	1,3	1,1	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	
2°00'	1,2	1,0	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	
2°10'	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	
2°20'	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	
2°30'	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	
2°40'	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	
2°50'	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	
3°00'	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	
3°10'	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	
3°20'	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	

Определение широты места судна

Солнце

При прохождении Солнцем меридиана наблюдателя (момент кульминации) можно определить широту места судна

Для верхней кульминации

$$\varphi = Z \pm \delta$$

$$Z = 90^\circ - H$$

Зенитное расстояние

Для нижней кульминации

$$\varphi = H \pm \Delta$$

$$\Delta = 90^\circ - \delta$$

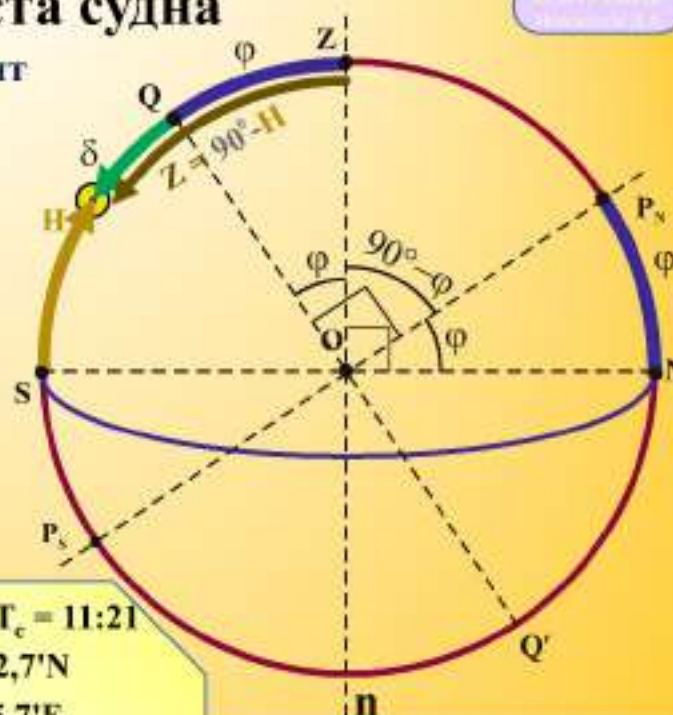
Полярное расстояние

При одноимённых «+»,
при разноимённых «-»

H – меридиональная высота;
 δ – склонение

Наименование Z противоположно наименованию H .

Наименование H определяется по части горизонта светила



Отсчёт	42°21,5'S	T_c	11°21'	Δ	/+1,0	02.10.10 $T_c = 11:21$
$i+s$	0,9'	N_{+W}°	-2	δ_i	3°35,6'S	$\varphi_c = 43^\circ 52,7'N$
Изм. H	42°22,4'S	Приб. $T_{пр}$	09°21'	$\Delta\delta$	0,4'	$\lambda_c = 36^\circ 55,7'E$
ΔH_d	-4,3'	Дата	02.10.10	δ	3°36,0'S	$\odot OC = 42^\circ 21,5'S$
Вид. H	42°18,1'S					$i+s = 0,9' \quad e = 5,9m$

Поправки	$\Delta H_{\rho, p}$	-1,0'
	$\Delta H_{r, v}$	
	R_{\odot}	16,0'

Ист. H	42°33,1'S
$Z = 90^\circ - H$	47°26,9'N
δ	3°36,0'S
φ_0	43°50,9'N

- В период прохождения Солнцем верхней кульминации, в быстром темпе, делаем ряд измерений высоты, пока она не начнёт убывать. Максимальную высоту принимаем за меридиональную (существуют разные способы измерения). По части горизонта, даём наименование (N или S)
- Исправляем высоту поправками
- Рассчитываем Z (для верхней кульминации). Наименование противоположно меридиональной высоте H
- По дате и времени выбираем из МАЕ склонение Солнца δ
- Находим широту (одноимённые Z и δ «+», разноимённые «-»)

Достоинства

- простое и быстрое решение;

Недостатки:

- возможность только одного (двух в полярный день) измерения в сутки
- недостаточная точность определения момента кульминации

В классическом методе долготу получали по сличению момента кульминации с хронометром

Определение широты и поправки компаса по Полярной

Вблизи Северного полюса мира, располагается α Малой Медведицы, называемая Полярной. Её склонение $\delta \approx 89,3^\circ$

Полярная звезда описывает окружность вокруг Северного полюса мира радиусом несколько десятков минут



Широта по высоте Полярной

Для определения широты используются таблицы МАЕ «Широта по высоте Полярной», разбитые на три части:

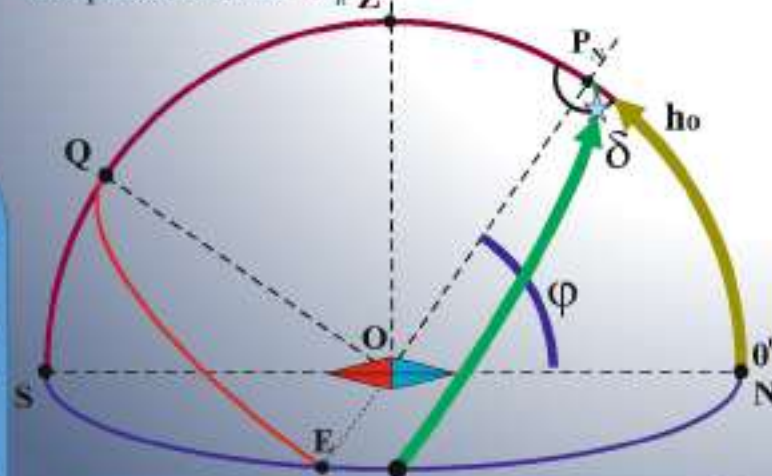
- Поправка I, входят по местному звёздному времени $S_m(t_m)$
- Поправка II, входят по местному звёздному времени $S_m(t_m)$ и высоте Полярной h
- Поправка III, входят по местному звёздному времени $S_m(t_m)$ и дате

Порядок действий:

- Измеряем высоту Полярной, исправляем поправками получаем истинное (приведенное) h_0 .
- На время измерения рассчитываем местный часовой угол точки Овна t_m (звёздное время S_m)
- Из таблиц «Широта по высоте Полярной» выбираем поправки I, II, III
- по формуле $\varphi = h_0 + I + II + III$, рассчитываем широту места судна

Применяться в северных широтах от $5^\circ N$ до $75^\circ N$

Измеренная высота Полярной даёт приближённое значение широты, а измеренный пеленг приближённое направление на $N_{\pi} Z$



Поправка компаса по Полярной

1. Наблюдаем серию пеленгов Полярной, замечаем время, рассчитываем среднее значение
2. Рассчитываем звездное время S_m (местный часовой угол точки Овна t_m).
3. По S_m и φ_c выбираем азимут из таблицы «Азимут Полярной», переводим в круговой счёт.
4. Рассчитывают поправку $\Delta K = A_{\pi} - K\Pi_{\pi}$

Применяться в N широтах от $5^\circ N$ до $35^\circ N$

Определение широты по Полярной. Расчёт

Полярная	1 линия
Приб. T_c	06°45'
N_{W+}^{O+}	-11
Приб. T_ϕ	19°45'
Дата	22.12.10
T	20°08'39"
u	-23°35'
T_{cp}	19°45'04"
t_r	16°13,6'
Δt	11°17,9'
Δt	
t_{cp}	27°31,5'
λ_{W-}^{O+}	168°02,9'
t_m^Y	195°34,4'

Отсчёт	49°20,8'
$i + s$	1,3'
Изм. h	49°22,1'
Δh_d	-4,5'
Вид. h	49°17,6'
Поправки	
Δh_{cp}	-0,8'
$\Delta h_{r, B}$	
R_\odot	
Ист. h	49°16,8'
Δh_z	
Прив. h	49°16,8'
h_c	
$h - h_c$	

23.12.10 $\phi_c = 49^\circ 55,7' N$ $OC = 49^\circ 20,8'$
 $T_c = 06:45$ $\lambda_c = 168^\circ 02,9' E$ $i = 1,3'$ $e = 6,5 m$
 $T_{cp} = 20^\circ 08' 39''$ $U_{cp} = -23^\circ 35'$

- Измеряем высоту Полярной
- Рассчитываем местный часовой угол точки Овна t_m (звёздное время S_m)
- Исправляем поправками отсчёт секстанса, получаем истинную (приведенную) h_o
- Из таблиц «Широта по высоте Полярной» выбираем поправки I, II, III

- Поправка I, входят по местному звёздному времени S_m (t_m)
- Поправка II, входят по местному звёздному времени S_m (t_m) и высоте Полярной h_o
- Поправка III, входят по местному звёздному времени S_m (t_m) и дате
- по формуле $\phi_o = h_o + I + II + III$ рассчитываем широту места судна

Полярная	
I погр.	+37,0'
II погр.	+0,1'
III погр.	-0,2'
Σ	+36,9'
Прив. h	49°16,8'
ϕ_o N	49°53,7'

Особо одарённые должны просто запомнить, что широта определённая таким способом, будет всегда иметь наименование N

ШИРОТА ПО ВЫСОТЕ ПОЛЯРНОЙ, 2010 г.

Таблица I. Первая поправка

 Аргумент — истинный часовой угол точки Овна t_m^Y

t_m^Y	180°	190°	200°	210°	220°	230°	240°	250°	260°	270°
0 00	+30,9	+35,1	+38,3	+40,2	+41,0	+40,5	+38,8	+35,9	+31,9	+26,9
0 30	+31,2	+35,3	+38,4	+40,3	+41,0	+40,4	+38,6	+35,7	+31,6	+26,6
1 00	+31,4	+35,5	+38,5	+40,4	+41,0	+40,4	+38,5	+35,5	+31,4	+26,4
1 30	+31,6	+35,7	+38,6	+40,4	+41,0	+40,3	+38,4	+35,3	+31,2	+26,1
2 00	+31,9	+35,9	+38,8	+40,5	+41,0	+40,2	+38,3	+35,1	+30,9	+25,8
2 30	+32,1	+36,0	+38,9	+40,5	+41,0	+40,2	+38,1	+35,0	+30,7	+25,5
3 00	+32,3	+36,2	+39,0	+40,6	+41,0	+40,1	+38,0	+34,8	+30,5	+25,2
3 30	+32,5	+36,4	+39,1	+40,6	+41,0	+40,0	+37,9	+34,6	+30,2	+25,0
4 00	+32,7	+36,5	+39,2	+40,7	+40,8	+39,9	+37,7	+34,4	+30,0	+24,7
4 30	+33,0	+36,7	+39,3	+40,7	+40,8	+39,9	+37,6	+34,2	+29,7	+24,4
5 00	+33,2	+36,8	+39,4	+40,8	+40,8	+39,8	+37,5	+34,0	+29,5	+24,1
5 30	+33,4	+37,0	+39,5	+40,8	+40,8	+39,7	+37,3	+33,8	+29,2	+23,8
6 00	+33,6	+37,2	+39,6	+40,8	+40,8	+39,6	+37,2	+33,6	+29,0	+23,5
6 30	+33,8	+37,3	+39,7	+40,9	+40,8	+39,5	+37,0	+33,4	+28,7	+23,2

ШИРОТА ПО ВЫСОТЕ ПОЛЯРНОЙ, 2010 г.

Таблица II. Вторая поправка (всегда положительная)

 Аргумент — истинный часовой угол точки Овна t_m^Y и высота h

t_m^Y	Высота h												t_m^Y
	18°	20°	30°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	72°	74°	
0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	180
5	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	185
10	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	190
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	195
20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	200
25	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	205

ШИРОТА ПО ВЫСОТЕ ПОЛЯРНОЙ, 2010 г.

Таблица III. Третья поправка

 Аргумент — истинный часовой угол точки Овна t_m^Y и дата

t_m^Y	1 ян.	1 февр.	1 март	1 апр.	1 май	1 июнь	1 июль	1 авг.	1 сент.	1 окт.	1 нояб.	1 дек.	31 дек.
0	-0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4	-0,2	-0,1	+0,1	+0,3	+0,3
35	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,5	-0,6	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	0,0	+0,2	+0,2
70	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,5	-0,4	-0,2	0,0	+0,1
45	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7	-0,6	-0,5	-0,3	-0,1	0,0
60	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	-0,3	-0,1
75	-0,2	-0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,5	-0,6	-0,6	-0,6	-0,5	-0,4	-0,2
90	-0,2	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,2	-0,4	-0,5	-0,6	-0,6	-0,6	-0,5	-0,3
105	-0,2	-0,1	+0,1	+0,1	+0,1	-0,1	-0,2	-0,4	-0,5	-0,6	-0,6	-0,5	-0,4
120	-0,2	0,0	+0,1	+0,2	+0,2	+0,1	-0,1	-0,2	-0,4	-0,5	-0,6	-0,5	-0,4
135	-0,2	0,0	+0,1	+0,3	+0,3	+0,2	+0,1	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	-0,5	-0,4
150	-0,1	0,0	+0,2	+0,3	+0,4	+0,3	+0,1	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	-0,4	-0,3
165	0,0	0,0	+0,2	+0,3	+0,4	+0,3	+0,3	+0,1	-0,1	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3
180	0,0	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,5	+0,5	+0,4	+0,2	+0,1	-0,1	-0,2	-0,3
195	-0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,5	+0,5	+0,5	+0,4	+0,2	+0,1	-0,1	-0,2	-0,3
210	-0,1	+0,1	+0,1	+0,3	+0,4	+0,6	+0,6	+0,6	+0,5	+0,4	+0,2	0,0	-0,2
225	+0,2	+0,1	+0,1	+0,2	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7	+0,6	+0,5	+0,3	+0,1	0,0
240	+0,2	+0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,6	+0,6	+0,6	+0,6	+0,4	+0,3	+0,1

25.06.10 $\varphi_c = 19^\circ 25,4'N$ КП = 1,9° $T_c = 02:12$ $\lambda_c = 67^\circ 42,3'E$

1. Наблюдаем серию пеленгов Полярной, замечаем время, рассчитываем среднее значение
2. Рассчитываем звездное время S_m (местный часовой угол точки Овна tm).
3. По широте φ_c и звездному времени S_m выбираем азимут из таблицы «Азимут Полярной», переводим в круговой счёт.
4. Рассчитывают поправку $\Delta K = A_{\Pi} - КП_{\Pi}$

	Полярная
	1 линия
Приб. T_c	02°12"
N_{W+}^{0-}	-5
Приб. T_{φ}	21°12"
Дата	24.06.10
T	
u	
T_{φ}	21°12"
t_T	227°54,4'
Δt	3°00,5'
Δt	
t_p	230°54,9'
λ_{W-}^{0+}	67°42,3'
t_m^Y	298°37,2'

Так как часовой угол точки Овна выбирался справа, наименование NE

$$A_{\Pi} = 0^\circ 42' NE = 0,7^\circ$$

$$A_{\Pi} = 0,7^\circ$$

$$-КП = 1,9^\circ$$

$$\Delta K = -1,2^\circ$$

Применяться в северных широтах от 5°N до 35°N

АЗИМУТ ПОЛЯРНОЙ, 2010 г.

Местный часовой угол точки Овна t_m^Y	Широта северная														Местный часовой угол точки Овна t_m^Y
	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	
41	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	41
46	0°04'	0°04'	0°04'	0°04'	0°04'	0°04'	0°04'	0°04'	0°05'	0°05'	0°05'	0°05'	0°07'	0°09'	36
51	0°07'	0°07'	0°07'	0°08'	0°08'	0°08'	0°09'	0°09'	0°10'	0°11'	0°13'	0°14'	0°17'	0°21'	31
56	0°11'	0°11'	0°11'	0°12'	0°12'	0°12'	0°13'	0°14'	0°15'	0°17'	0°19'	0°22'	0°26'	0°32'	26
61	0°14'	0°14'	0°15'	0°15'	0°15'	0°16'	0°17'	0°18'	0°20'	0°22'	0°25'	0°28'	0°34'	0°42'	21
66	0°17'	0°18'	0°18'	0°18'	0°19'	0°20'	0°21'	0°23'	0°25'	0°27'	0°31'	0°35'	0°42'	0°52'	16
71	0°21'	0°21'	0°21'	0°22'	0°23'	0°24'	0°25'	0°27'	0°29'	0°32'	0°36'	0°42'	0°49'	1°02'	11
76	0°24'	0°24'	0°24'	0°25'	0°26'	0°27'	0°29'	0°31'	0°34'	0°37'	0°41'	0°48'	0°57'	1°11'	6
81	0°26'	0°27'	0°27'	0°28'	0°29'	0°31'	0°32'	0°35'	0°38'	0°41'	0°46'	0°53'	1°03'	1°19'	1
86	0°29'	0°29'	0°30'	0°31'	0°32'	0°34'	0°36'	0°38'	0°41'	0°45'	0°51'	0°59'	1°10'	1°27'	356
91	0°32'	0°32'	0°33'	0°33'	0°35'	0°36'	0°39'	0°41'	0°45'	0°49'	0°55'	1°04'	1°15'	1°34'	351
96	0°34'	0°34'	0°35'	0°36'	0°37'	0°39'	0°41'	0°44'	0°48'	0°53'	0°59'	1°08'	1°21'	1°40'	346
101	0°36'	0°36'	0°37'	0°38'	0°39'	0°41'	0°43'	0°47'	0°50'	0°56'	1°02'	1°12'	1°25'	1°45'	341
106	0°37'	0°38'	0°38'	0°40'	0°41'	0°43'	0°45'	0°49'	0°53'	0°58'	1°05'	1°15'	1°29'	1°50'	336
111	0°39'	0°39'	0°40'	0°41'	0°43'	0°45'	0°47'	0°50'	0°55'	1°00'	1°08'	1°18'	1°32'	1°54'	331
116	0°40'	0°40'	0°41'	0°42'	0°44'	0°46'	0°48'	0°52'	0°56'	1°02'	1°09'	1°20'	1°34'	1°57'	326
121	0°41'	0°41'	0°42'	0°43'	0°45'	0°47'	0°49'	0°53'	0°57'	1°03'	1°11'	1°21'	1°36'	1°59'	321
126	0°41'	0°41'	0°42'	0°43'	0°45'	0°47'	0°50'	0°53'	0°58'	1°04'	1°11'	1°22'	1°37'	2°00'	316
131	0°41'	0°42'	0°42'	0°44'	0°45'	0°47'	0°50'	0°54'	0°58'	1°04'	1°11'	1°22'	1°37'	2°00'	311
136	0°41'	0°41'	0°42'	0°43'	0°45'	0°47'	0°50'	0°53'	0°58'	1°03'	1°11'	1°22'	1°36'	1°59'	306
141	0°41'	0°41'	0°42'	0°43'	0°45'	0°47'	0°49'	0°53'	0°57'	1°03'	1°10'	1°20'	1°35'	1°57'	301
146	0°40'	0°40'	0°41'	0°42'	0°44'	0°46'	0°48'	0°52'	0°56'	1°01'	1°09'	1°19'	1°33'	1°55'	296
151	0°39'	0°39'	0°40'	0°41'	0°43'	0°45'	0°47'	0°50'	0°54'	1°00'	1°07'	1°17'	1°30'	1°51'	291
156	0°37'	0°38'	0°38'	0°39'	0°41'	0°43'	0°45'	0°48'	0°52'	0°58'	1°04'	1°14'	1°27'	1°47'	286
161	0°36'	0°36'	0°37'	0°38'	0°39'	0°41'	0°43'	0°46'	0°50'	0°55'	1°01'	1°10'	1°23'	1°42'	281
166	0°34'	0°34'	0°35'	0°36'	0°37'	0°39'	0°41'	0°44'	0°47'	0°52'	0°58'	1°06'	1°18'	1°36'	276
171	0°32'	0°32'	0°32'	0°33'	0°35'	0°36'	0°38'	0°41'	0°44'	0°48'	0°54'	1°02'	1°13'	1°30'	271
176	0°29'	0°29'	0°30'	0°31'	0°32'	0°33'	0°35'	0°38'	0°41'	0°45'	0°50'	0°57'	1°07'	1°23'	266
181	0°26'	0°27'	0°27'	0°28'	0°29'	0°30'	0°32'	0°34'	0°37'	0°41'	0°45'	0°52'	1°01'	1°15'	261
186	0°24'	0°24'	0°24'	0°25'	0°26'	0°27'	0°29'	0°31'	0°33'	0°36'	0°41'	0°46'	0°55'	1°07'	256
191	0°21'	0°21'	0°21'	0°22'	0°23'	0°24'	0°25'	0°27'	0°29'	0°32'	0°36'	0°40'	0°48'	0°58'	251
196	0°17'	0°18'	0°18'	0°18'	0°19'	0°20'	0°21'	0°22'	0°24'	0°27'	0°30'	0°34'	0°40'	0°49'	246
201	0°14'	0°14'	0°15'	0°15'	0°15'	0°16'	0°17'	0°18'	0°20'	0°22'	0°24'	0°28'	0°33'	0°40'	241
206	0°11'	0°11'	0°11'	0°11'	0°12'	0°12'	0°13'	0°14'	0°15'	0°16'	0°18'	0°21'	0°25'	0°30'	236
211	0°07'	0°07'	0°07'	0°08'	0°08'	0°08'	0°09'	0°09'	0°10'	0°11'	0°12'	0°14'	0°17'	0°20'	231
216	0°04'	0°04'	0°04'	0°04'	0°04'	0°04'	0°04'	0°05'	0°05'	0°06'	0°06'	0°07'	0°08'	0°10'	226
221	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	0°00'	221

Местный часовой угол точки Овна t_m^Y слева — азимут Полярной NWМестный часовой угол точки Овна t_m^Y справа — азимут Полярной NE

Снимаем компасный пеленг КП Солнца в момент касания верхним краем видимого горизонта, замечаем судовое время T_c .

Записываем меньшее от

заданного табличное значение широты и табличный интервал

Выбираем на заданную дату азимут для табличного значения широты

Рассчитываем разность между заданным и табличным значением широты $47^\circ 48,9'N - 45^\circ N = 2^\circ 48,9'$

и разность между следующим и нашим табличным значениями азимута для расчёта поправки за широту

Рассчитать поправку за широту можно прямой интерполяцией

Поправка за долготу интерполируется по суточному изменению азимута, если долгота восточная – от прошлой даты, если долгота западная – от следующей

Получаем значение азимута для высоты глаза $e=0m$ и $t=10^\circ$ и $B = 760$ мм.рт.ст.

Из таблиц 2.2, 2.4, 2.5 (стр.284-285) выбираем поправки высоты за высоту глаза, температуру и давление

Из таблиц А и Б (стр.280) находим поправку азимута ΔA за Δh , знак поправки одноимённый с Δh

Рассчитываем
ИП = А + ΔA
Рассчитываем
 $\Delta K = ИП - КП$

Достоинство - простота расчетов

Недостатки:

- невысокая точность;
- вероятность случайных ошибок и промахов
- ограниченная возможность в наблюдении

КП = $93,1^\circ$

02.10.2010

$\varphi_c = 47^\circ 48,9'N$ $\lambda_c = 129^\circ 28,6'E$

$e = 15,5m$, $t = +5^\circ$,

$B = 775$ мм.рт.ст

Октябрь 1, 2, 3 (274, 275,

φ	2		1	2	3
	Нач. сумерек навиг. грамп.	Восход Солнца	Азимут Солнца на востоке (верхн. край)		
0°	Ч М	Ч М	Ч М	0°	0°
$N 74^\circ$	3 38	5 12	6 27	98.6	100.0
72	3 53	5 15	6 22	97.7	98.9
70	4 05	5 18	6 19	97.0	98.1
68	4 14	5 20	6 16	96.4	97.4
66	4 22	5 22	6 13	95.9	96.9
64	4 28	5 24	6 11	95.5	96.4
62	4 33	5 25	6 09	95.2	96.0
60	4 37	5 26	6 07	94.9	95.6
58	4 41	5 27	6 06	94.6	95.4
56	4 44	5 28	6 05	94.4	95.1
54				94.9	95.5
52				94.7	95.3
50	4 51	5 29	6 01	93.9	94.5
45	4 56	5 30	5 59	93.6	94.2

Таблица А. Определение аргумента K по дате и широте

Широта	янт.	февр.	март	апр.	май	июнь	июль	авг.	сент.	окт.	нояб.	дек.
60°	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04
58	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04
56	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03
54	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03
52	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
45 - 50	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
40	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
20 - 30	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
0 - 10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Таблица Б. Определение ΔA по K и Δh

K	ΔA															
	1'0	1'5	2'0	2'5	3'0	3'5	4'0	4'5	5'0	5'5	6'0	6'5	7'0	8'0	9'0	10'0
0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.01	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
0.02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2
0.03	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
0.04	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5

Метод моментов наиболее универсален, его можно применять в любое время суток, при наличии светил отвечающих определённым условиям. С другой стороны метод достаточно громоздкий по сравнению с другими, однако при использовании его совместно с ОМС этот недостаток устраняется

Если при пеленговании светила замечен момент времени и сняты с карты координаты φ и λ , то параллактический треугольник решается по формуле котангенсов

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

Азимут в полукруговом счёте, при часовых углах близких к 90° точность снижается

При расчётах азимута A :

- φ и t при расчётах берутся положительными,
- δ берётся:
 - «+» если δ одноимённо с широтой φ
 - «-» если δ разноимённо с широтой φ
- результат вычислений:
 - положительный - оставляем без изменений
 - отрицательный - добавляем 180°
- первая буква наименования A одноимённа с широтой φ , вторая с часовым углом t

• Порядок действий.

1. Наблюдаем серию минимум из трёх компасных пеленгов светила, замечаем момент по хронометру или часам. Рассчитываем средние значения $KП_{ср}$ и $T_{ХРср}$.
2. При помощи МАЕ вычисляем местный часовой угол $t_{\text{м}}$ и склонение δ светила (ОК 20а, 20б)
3. По таблицам ВАС-58, ТВА-57, Norie's Tables ABC или формулам рассчитываем азимут светила, переводим его в круговой счет, т.е. получаем истинный пеленг $ИП_{св}$ (ОК 4б, 6а)
4. Вычисляем поправку компаса по формуле

$$\Delta K = ИП_{св} - КП_{св}$$

При определении поправки совместно с ОМС при измерении высоты одного из светил замечается его компасный пеленг. Азимут светила получается автоматически при расчёте элементов ВЛП

Заполнение журнала поправок компаса

Колонки 1, 2, 3. Гринвичское время, дата, координаты

Колонка 4. Ship's Head. Курс судна на момент
обсервации

4.1 Буго – гирокомпасный курс

4.2 Standard – курс по главному компасу

4.3 Steering – курс по путевому компасу (при отсутствии путевого компаса прочерк)

Колонка 5. Bearing - Пелент

5.1 True – истинный пеленг на объект

5.2 Gyro - Гиро пеленг

5.3. Standard - пеленг по главному компасу

Колонка 6. Object. Название объекта (светила)

Колонка 7. Еггег – поправка компаса:

7.1 Gyro error = True bearing – Gyro bearing [7.1=5.1-5.2]

7.2 Standard error: *Standard error = True bearing – Standard bearing* [7.2=5.1-5.3] или по сравнению с гироскопом

7.3 Steering error – по сравнению с гирокомпасом

Колонка 8. Variation – магнитное склонение

Колонка 9 Deviation

9.1 Standard Deviation – девиация магнитного компаса

9.2. Steering Deviation – девиация путевого компаса

Магнитные компасы

- Главный (Standard)
- Путевой (Steering)

$$\Delta MK = d + \delta$$

d – магнитное склонение (**Variation**), берётся с карты, исправляется поправкой за годовое изменение (**Annual change**)

$$d = d_{\text{к}} + \Delta d^{\text{год}} \cdot n^{\text{лет}}$$

 $\Delta d^{r \cdot n^l}$ имеет наименование E(+) или W(-)

$+ \frac{d}{\delta} \frac{\Delta MK}{\Delta MK}$	<p>годовое изменение может указываться как с наименованием E(+) или W(-), так и независимо от наименования увеличение или уменьшение величины склонения</p>
--	---

δ – девиация, выбирается из Таблицы девиации по компасному курсу (КК)

Колонка 10. Heel – Крен судна

Колонка 11. Remarks – пояснения

Колонка 12.Observer – исполнитель

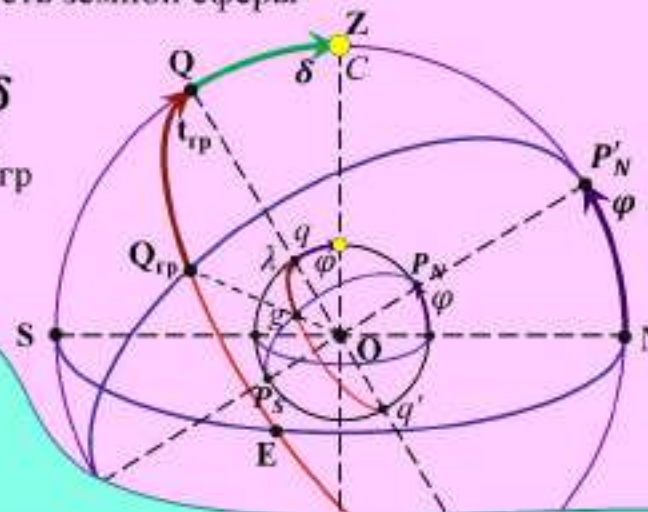
[illegible]

Полюс освещения светила – проекция светила на поверхность земной сферы

Из полюса освещения светило наблюдается в зените и в кульминации, то есть в меридиане наблюдателя, отсюда следует - географические координаты полюса освещения численно равны экваториальным координатам светила на небесной сфере

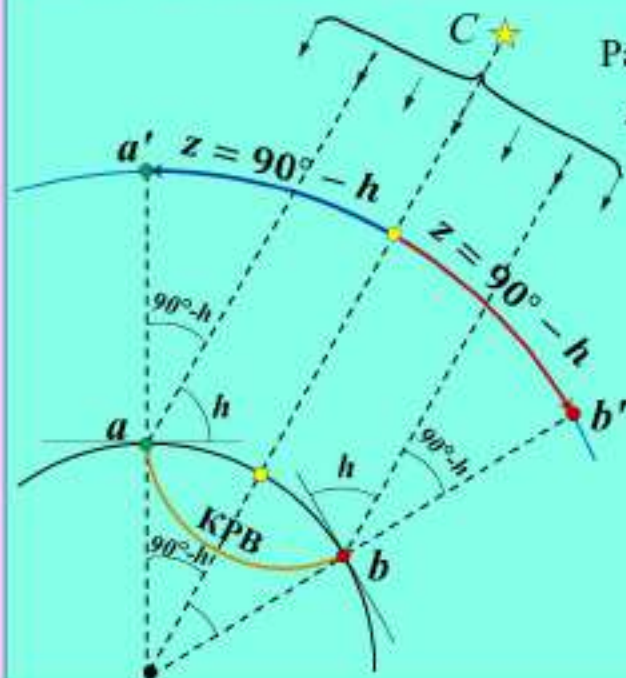
$$\varphi = \delta$$

$$\lambda = t_{гр}$$



Круг равных высот (КРВ) –

малый круг на поверхности Земли, в любой точке которого в данный момент времени светило имеет одну и ту же высоту, то есть КРВ, является изолинией высоты светила



Радиус круга равных высот равен зенитному расстоянию светила

$$z = 90^\circ - h$$

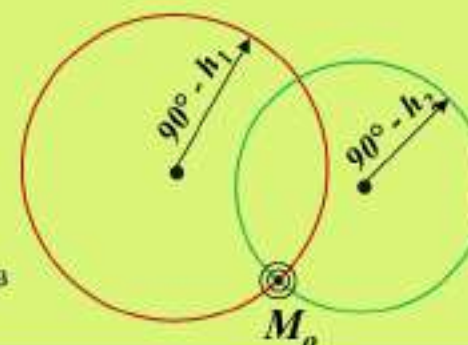
Круг равных высот описывается уравнением

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t_m$$

Для определения места судна необходимо, как минимум две изолинии, для этого можно измерить высоты двух светил

Графически - построить круги равных высот, точка их пересечения, ближайшая к счислимому месту и будет obserвированным местом. Недостаток в том, что радиусы кругов могут быть в несколько тысяч миль.

Аналитически - решить уравнения кругов равных высот совместно



ОМС методом ВЛП. Общие положения

Наблюдатель находится в некоторой точке M с координатами φ и λ , которые ему неизвестны.

В этой точке он измеряет высоту h_o светила C с центром освещённости в т. O

При этом известны счислимые координаты φ_c и λ_c точки.

Из параллактического треугольника можно рассчитать счислимые высоту h_c и азимут A_c светила:

$$\sin h_c = \sin \varphi_c \sin \delta + \cos \varphi_c \cos \delta \cos t$$

$$\sin A_c = \sin t \cos \delta \sec h_c$$

Эту высоту наблюдатель измерил, если бы находился в точке M_c . Через эту точку проходит круг равных высот с радиусом

$$Z_c = 90^\circ - h_c$$

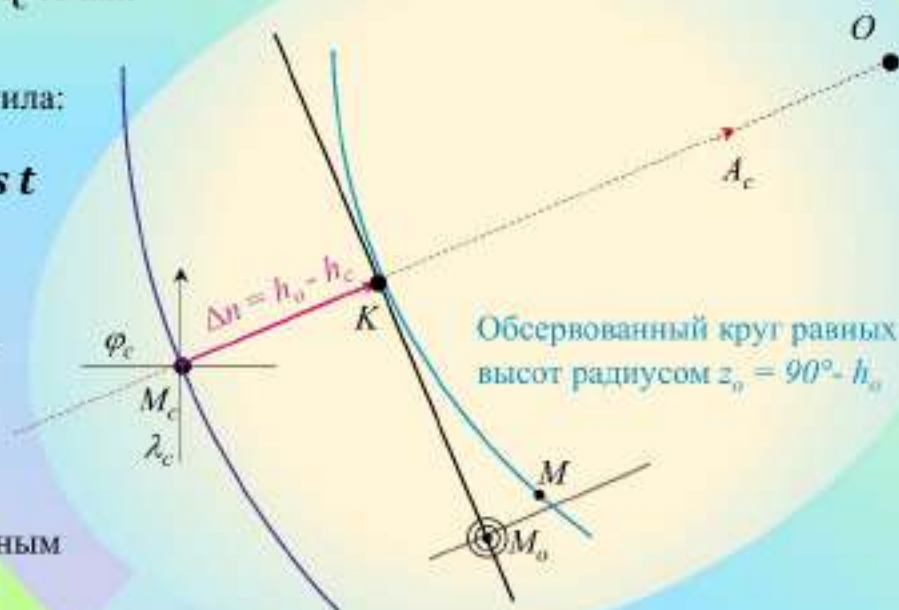
Перенос $\Delta n = h - h_c$

даст нам расстояние в милях между действительным и счислимым кругами равных высот.

Проведя **азимут A_c** на светило и отложив на нём со своим знаком **перенос Δn** , мы найдём **определяющую точку K** на **действительном круге равных высот**.

Проведя через неё перпендикуляр, мы получим **Высотную Линию Положения (ВЛП)**

Измерив высоту другого светила и произведя аналогичные расчёты, мы получим вторую ВЛП. Пересечение обеих ВЛП даст нам **обсервованное место судна M_θ** .



Так как радиус круга равных высот, как правило, на несколько порядков больше расстояния между точками M_c и M_θ , замена дуги на прямую линию практически не отразится на точности расчётов.

Аналитически место судна можно определить, рассчитав по поправке к координатам и прибавив их к счислимым со своими знаками

$$\Delta \varphi = \frac{n_1 \sin A_2 - n_2 \sin A_1}{\sin(A_2 - A_1)}$$

$$\Delta \lambda = \frac{n_2 \cos A_1 - n_1 \cos A_2}{\sin(A_2 - A_1) \cos \varphi}$$

Получение места судна при помощи ВЛП

0. Производим расчёт элементов ВЛП

Маркаб (α Пегаса)

Хамаль (α Овна)

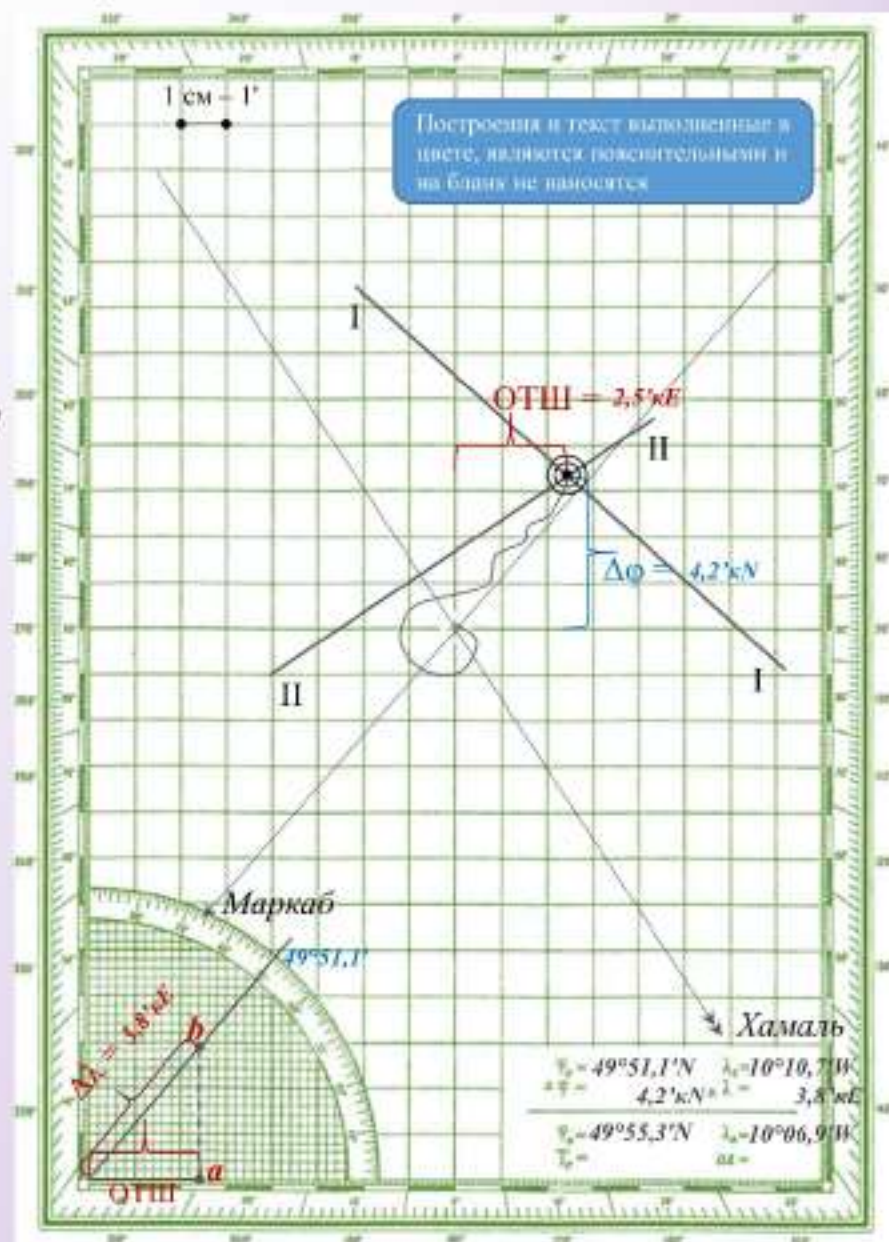
$$\Delta h_1 = -4,0' \quad A_1 = 222,2^\circ$$
$$\Delta h_2 = -1,4' \quad A_2 = 146,7^\circ$$

Записываем на бланке счислимые координаты

$$\varphi_s = 49^\circ 51,1' \text{N}$$
$$\lambda_{\text{e}} = 0,10^{\circ}10,7^{\circ}\text{W}$$

Выбираем масштаб, чаще всего – 1 см – 1'

1. Через центр планшета проводим азимут первой ВЛП A_1
2. Откладываем Δh_p , «+» по азимуту, «-» против
3. Проводим первую Высотную Линию Положения I
4. Выполняем пункты 1-3 для ВЛП II
5. На пересечении получаем обсервованное место
6. Снимаем $\Delta \varphi$, вверх от центра кN, вниз – кS
7. Рассчитываем обсервованную широту φ_o
8. Снимаем ОТШ, вправо наименование кЕ, влево – кW
9. Переводим ОТШ в $\Delta \lambda$, для чего:
 - в левом нижнем углу проводим линию под углом φ
 - вдоль нижней рамки планшета откладываем ОТШ получаем точку **a**
 - из полученной точки **a** проводим перпендикуляр к
 - линии широты, получаем точку **b**
 - от угла до точки **b** снимаем $\Delta \lambda$
10. Рассчитываем обсервованную долготу λ_o



Точность ОМС по светилам. Ошибки в ВЛП

Элементы высотной линии положения, т.е. $n=h-h_c$ и A содержат погрешности

Погрешности разделяются на:

Прوماхи – просчеты, грубые ошибки, иногда допускаемые наблюдателем на любом этапе;

Систематические погрешности (Δ), меняющиеся по определенному закону;

Случайные погрешности – ошибки в измерениях и вычислениях, возникающие от многих причин

Систематические погрешности

- расхождения теоретических и паспортных поправок с действительными,
- ошибки при измерении высоты,
- промахи при определении какой-либо поправки
- Для наклона горизонта $m_d = \pm 0,6'$;
- Для поправок с секстанов СНО $m_s = \pm 0,4' - 0,6'$
- Для поправки индекса i $m_i = \pm 0,4'$

СКП поправок
$$m_{\Delta} = \sqrt{m_i^2 + m_s^2 + m_d^2}$$

Прوماхи в наблюдениях или расчетах

Представляют наибольшую опасность.

При расчётах появляются в простых операциях: сложении, определении знака и др., где внимание снижено.

До 30% линий у нетренированных наблюдателей

Грубые промахи могут быть выявлены после сравнения полученного переноса с критерием предельно возможным

$$n_{пр} \leq 3 \sqrt{\frac{1}{2} M_c^2 + m_n^2} + \Delta_{пр}$$

переносом $n_{пр}$,
равным ожидаемой
невязке счисления

где M_c – средняя квадратическая ошибка счислимого места

m_n – средняя квадратическая ошибка ВЛП;

$\Delta_{пр}$ – предельное значение возможной систематической ошибки

Мелкие промахи могут быть выявлены только после прокладки четырех или более линий – по анализу их взаимного расположения

Случайные ошибки в переносе

где $m_{обр}$ – СКП обработки наблюдений, включающая точность получения поправок и точность вычислений.

В среднем

$$m_{обр} = \pm 0,2 - 0,3'$$

$$m_{ос} = \pm 0,5 - 0,7'$$

$$m_n = \sqrt{\frac{m_{ос}^2}{N} + m_{обр}^2}$$

- точность ВЛП зависит в основном от более крупной ошибки $m_{ос}$;
- увеличивать число наблюдений в серии свыше пяти нет смысла, так как точность ВЛП повышается мало;
- увеличивать точность обработки $m_{обр}$ при больших $m_{ос}$ нет смысла; достаточно $m_{обр}/m_{ос} \leq 0,5$

ОМС по одновременным наблюдениям светил

Светила могут быть видны одновременно, тогда их высоты можно измерять в быстрой последовательности. Такие наблюдения называются одновременными, и они практически не зависят от ошибок счисления.

Вычисления ведутся с одними координатами $\varphi_c; \lambda_c$, перемещение судна учитывается приведением ВЛП к одному зениту.

Приведение высот к одному зениту (месту на Земле)

Обычно на судах все высоты измеряются одним наблюдателем, поэтому между наблюдениями двух-четырех светил проходит некоторое время.

Изменения обсервованных высот за счет движения судна учитывают в виде поправок за приведение высот к одному зениту, как правило, к последнему

Из таблиц (МТ-2000, ТВА-57, ВАС-58) по КУ, или А-ПУ и скорости V_c выбирается Δh^1 за одну минуту и умножается на ΔT между измерениями

Одновременная видимость нескольких светил и горизонта бывает только в определенные периоды, которые, кроме того, должны удовлетворять и наивыгоднейшим условиям наблюдений. Поэтому наблюдения всегда должны планироваться заранее

Светила подбираются по следующим принципам:

- по возможности с близкими высотами, высоты светил желательно в пределах 15° - 65° , оптимально 30° - 50° ;
- для двух светил разность азимутов должна быть близкой к 90° , для трёх – близкой к 120° , для четырёх – близкой к 90° ;
- в последних двух случаях светила должны находиться в разных частях горизонта

Определение места по звездам классическими общими приемами выполняется обычно только по двум и трем, редко по четырем звездам

Общая последовательность выполнения обсервации.

1. Предварительные операции: выбор времени наблюдений, подбор светил, проверка приборов.
2. Наблюдения: получение поправок $u; i; d$, наблюдения высот с регистрацией моментов, получение навигационной информации T_c ; ол; $\varphi_c; \lambda_c$; ПУ; V ; M_c .
3. Обработка наблюдений: получение $T_{cp}; t_m$ и δ светил, исправление высот, вычисление $h_c; A_c; n$, прокладка ВЛП.
4. Анализ обсервации: выявление промахов и систематических ошибок, отыскание вероятнейшего места, оценка его точности, использование полученной информации для навигации.

ОМС по разновременным наблюдениям Солнца

Если видно только одно светило, например Солнце, то для получения по нему второй высотной линии необходимо подождать, пока его азимут изменится на достаточную величину и провести вторые измерения. Такие наблюдения называются разновременными.

При этом вычисления линий ведутся с разными φ_c , λ_c и обсервация получается счислимо-обсервованной.

Разновременные наблюдения кратко называют «по Солнцу», так как применяются они только днем к Солнцу, хотя в принципе могут быть применены к любому светилу.

К одному месту ВЛП могут приводиться методом крюйс-расстояния, но вместо крюйс-расстояния, можно просто обе линии проводить из второго счислимого места.

Положение ВЛП не зависит от принятых при ее расчете счислимых координат, поэтому положение второй линии не зависит от счислимого места С2 и его ошибок.

Аналогично положение первой линии не зависит от места С2, но при перемещении ее к месту С2 все ошибки счисления между местами С1 и С2 войдут в линию Г'. Следовательно, место, полученное по разновременным наблюдениям, является счислимо-обсервованным, аналогично полученному способом крюйс-расстояния, однако его принято обозначать двумя кружками, как и другие астрономические обсервации.

В некоторый момент T_c , находясь по счислению в месте С1, измерили высоту Солнца и заметили момент T_1 . Через некоторое время, достаточное для смещения Солнца по азимуту на определенную величину, снова измерили высоту Солнца и заметили момент T_2 , но судно при этом находилось по счислению уже в точке С2.

Для каждого из этих наблюдений можно рассчитать элементы высотной линии обычным порядком для своих координат и моментов времени.

$$m_1 = \sqrt{m_{n_1}^2 + \frac{1}{2}M_c^2} \quad m_{n_1} = m_{n_2} = m_n$$

$$M = \frac{\sqrt{m_1^2 + m_n^2}}{\sin \Delta A} = \frac{\sqrt{2m_n^2 + m_z^2}}{\sin \Delta A}$$

Наивыгоднейшие условия наблюдений:

С одной стороны минимальное время между наблюдениями, с другой стороны желателен угол между ВЛП 40° - 60° , но не меньше 30° .

Быстрее всего азимут меняется при прохождении кульминации, особенно заметно в низких широтах, следовательно оптимальные измерения симметричны относительно кульминации.

ОМС по наблюдениям Солнца при высотах более 88°

При очень больших высотах Солнца порядка $88-89^\circ$, вблизи зенита, азимут изменяется очень быстро, для получения достаточной разности азимутов в $40-50^\circ$ между двумя линиями положения требуется всего 2—5 м,

Полюс освещения Солнца за несколько минут перемещается в положения c_1, c_2, c_3

и вследствие малости Z азимут, резко меняется.

Поэтому, если из точек c_i радиусами Z_i провести круги I, II, III, то они пересекутся под достаточными углами и дадут место M_0 .

Точек пересечения кругов получается две — севернее и южнее параллели φ_c

— при измерении высоты заметить азимут

Солнца, и если оно наблюдалось к S, то место будет в M_0 (севернее параллели δ_\odot), если к N, — то в M'_0 ;

— принять то место, которое ближе к счислимому

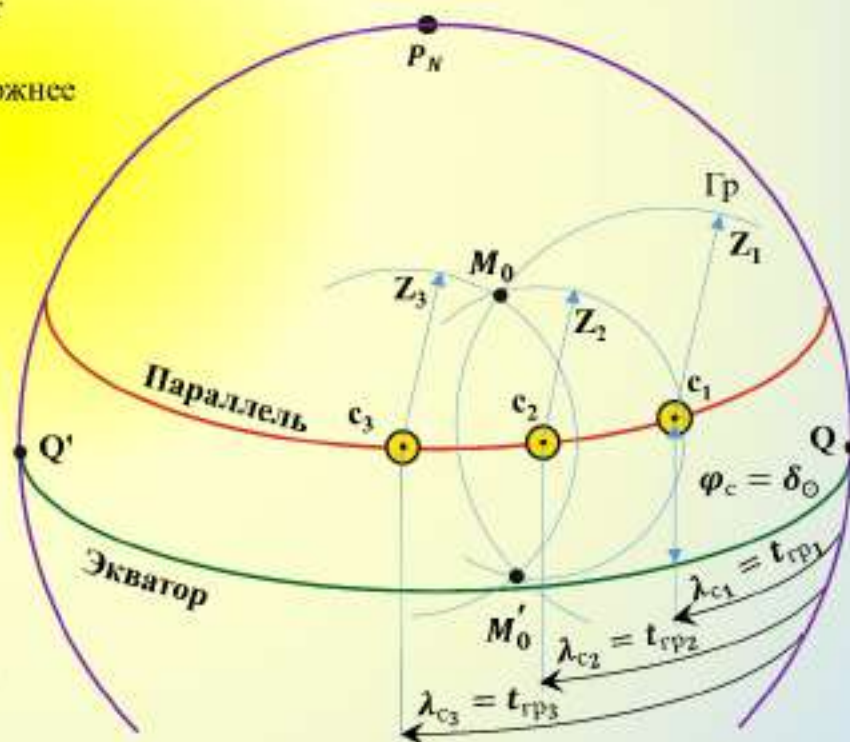
В малых широтах искажения изображений на карте в меркаторской проекции невелики, поэтому построения, могут производиться и на путевой карте без значительных искажений.

В более высоких широтах для звёзд, способ неприемлем, так как в меркаторской проекции будут значительные искажения

Географические координаты полюса освещения численно равны экваториальным координатам светила на небесной сфере

$$\varphi_c = \delta_\odot \quad \lambda_c = t_{\text{гр}}$$

Радиус круга равных высот будет всего в несколько десятков миль



Определение широты места судна

Степень сложности
Оценочная 3

При прохождении Солнцем меридиана наблюдателя (момент кульминации) можно определить широту места судна

Для верхней
кульминации

$$\varphi = Z \pm \delta$$

$$Z = 90^\circ - H$$

Зенитное расстояние

Для нижней
кульминации

$$\varphi = H \pm \Delta$$

$$\Delta = 90^\circ - \delta$$

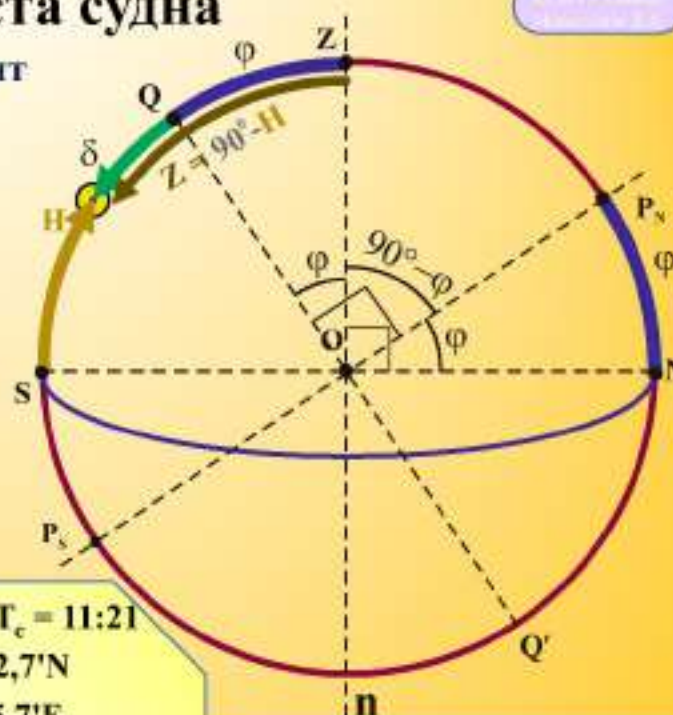
Полярное расстояние

При одноимённых «+»,
при разноимённых «-»

H – меридиональная высота;
 δ – склонение

Наименование Z противоположно наименованию H .

Наименование H определяется по части горизонта светила



Достоинства

• простое и быстрое решение;

Недостатки:

- возможность только одного (двух в полярный день) измерения в сутки
- недостаточная точность определения момента кульминации

В классическом методе долготу получали по сличению момента кульминации с хронометром

Отсчёт	42°21,5'S	T_c	11°21'М	Δ	/+1,0	02.10.10 $T_c = 11:21$
$i+s$	0,9'	N_{+W}°	-2	δ_i	3°35,6'S	$\varphi_c = 43^\circ 52,7'N$
Изм. H	42°22,4'S	Приб. $T_{пр}$	09°21'М	$\Delta\delta$	0,4'	$\lambda_c = 36^\circ 55,7'E$
ΔH_d	-4,3'	Дата	02.10.10	δ	3°36,0'S	$\odot OC = 42^\circ 21,4'S$
Вид. H	42°18,1'S					$i+s = 0,9' \quad e = 5,9m$
Поправки	$\Delta H_{\rho, p}$					
	$\Delta H_{r, v}$					
	R_\odot					
Ист. H	42°33,1'S					
$Z=90^\circ-H$	47°26,9'N					
δ	3°36,0'S					
φ_0	43°50,9'N					

- В период прохождения Солнцем верхней кульминации, в быстром темпе, делаем ряд измерений высоты, пока она не начнёт убывать. Максимальную высоту принимаем за меридиональную (существуют разные способы измерения). По части горизонта, даём наименование (N или S)
- Исправляем высоту поправками
- Рассчитываем Z (для верхней кульминации). Наименование противоположно меридиональной высоте H
- По дате и времени выбираем из МАЕ склонение Солнца δ
- Находим широту (одноимённые Z и δ «+», разноимённые «-»)

