

Приложение к рабочей программе дисциплины Основы судовождения

Специальность – 26.05.05 Судовождение
Специализация – Судовождение на морских путях
Учебный план 2023 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. Основные понятия навигации и лоции	+	+	+	+	экзамен
Тема 2. Основы картографии и лоции	+	+	+	+	
Тема 3. Графическое счисление пути судна	+	+	+	+	
Тема 4. Понятие об обсервации	+	+	+	+	
Тема 5. Основы мореходной астрономии	+	+	+	+	
Тема 6. Основы несения вахты	+	+	+	+	

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 14 графических и текстовых вопросов, 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.

Вопрос 1. Земля (наиболее точное приближение)

Выбор одного ответа, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:10

Земля (наиболее точное приближение)

☐ Круглая

☐ Квадратная

☐ Плоская

☐ Шароид

☐ Сфероид

☐ Геоид

☐ Псевдогеоид

☐ Затрудняюсь ответить

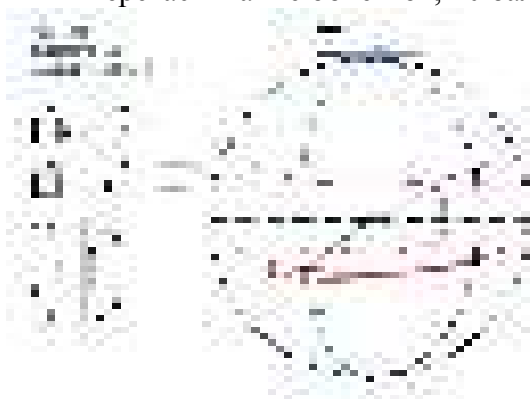
Верный

Варианты ответов

Верный	Варианты ответов
	Круглая
	Квадратная
	Плоская
	Шароид
	Сфероид
V	Геоид
	Линуксоид
	Затрудняюсь ответить

Вопрос 2. Укажите направление вращения Земли

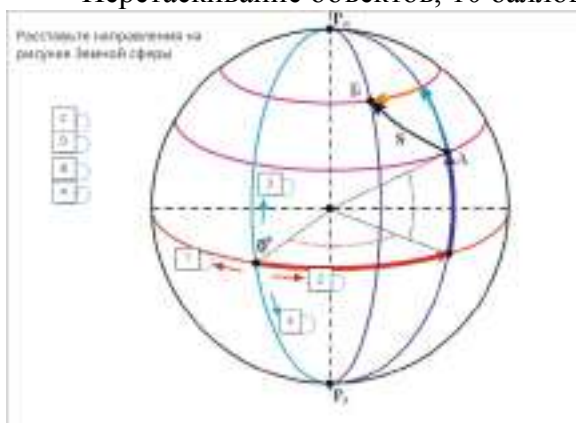
Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:10



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Рисунок 3	1	Прямоугольник 1
B	Рисунок 2		(Нет соответствия)
C	Рисунок 5		(Нет соответствия)
D	Рисунок 6		(Нет соответствия)
	(Нет соответствия)	2	Прямоугольник 2

Вопрос 3. Расставьте направления на рисунке Земной сферы

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



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

Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 1 - "kW"	1	Скругленный прямоугольник 6
B	Скругленный прямоугольник 3 - "kE"	2	Скругленный прямоугольник 7
C	Скругленный прямоугольник 4 - "kN"	3	Скругленный прямоугольник 8
D	Скругленный прямоугольник 5 - "kS"	4	Скругленный прямоугольник 9

Вопрос 4. Расставьте на рисунке Земной сферы

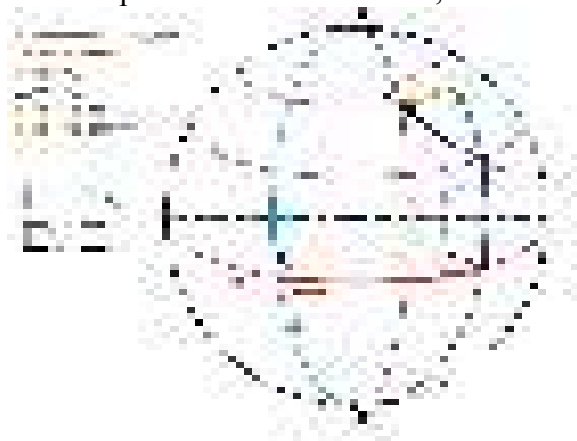
Широту,

Долготу,

Разность широт,

Разность долгот

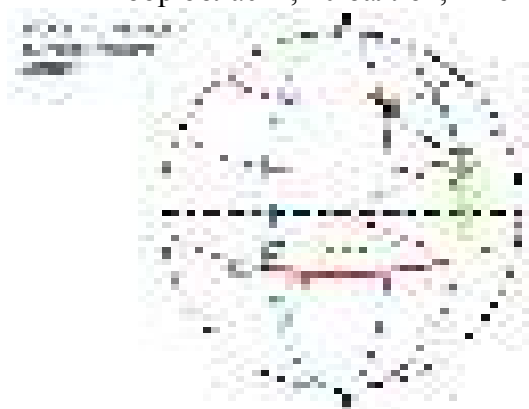
Перетаскивание объектов, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 01:00



Перетаскиваемый объект		Область назначения	
A	Скругленный прямоугольник 1 - "l"	1	Скругленный прямоугольник 11
B	Скругленный прямоугольник 3 - "j"	2	Скругленный прямоугольник 10
C	Скругленный прямоугольник 4 - "Dj"	3	Скругленный прямоугольник 9
D	Скругленный прямоугольник 5 - "DI"	4	Скругленный прямоугольник 12

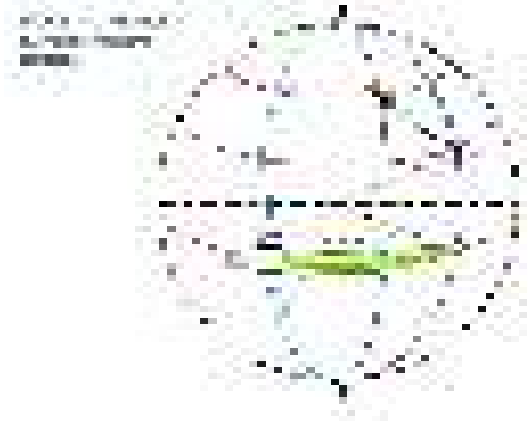
Вопрос 5. Укажите на рисунке дугу измеряющую широту

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



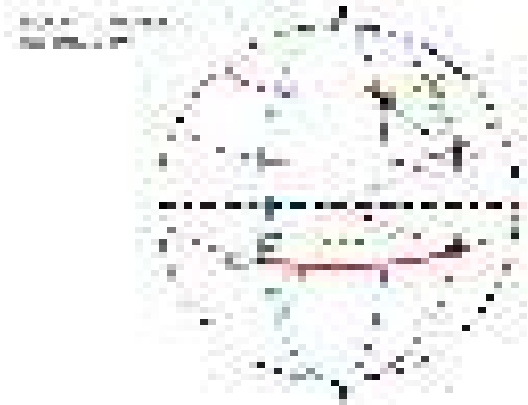
Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 6. Укажите на рисунке дугу измеряющую долготу
Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30



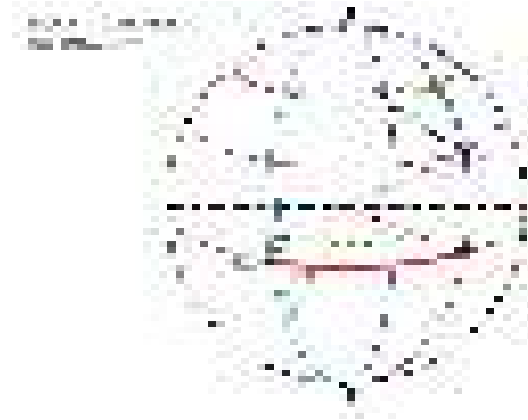
Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 7. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30
Укажите на рисунке разность широт



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 8. Укажите на рисунке разность долгот
Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30



Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 9. Укажите на рисунке Гринвичский меридиан
 Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30



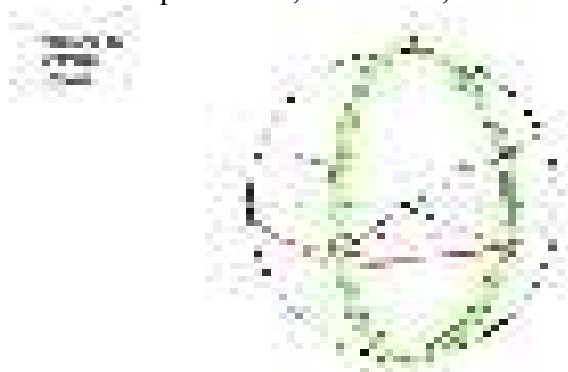
Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 10. Укажите на рисунке экватор
 Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30



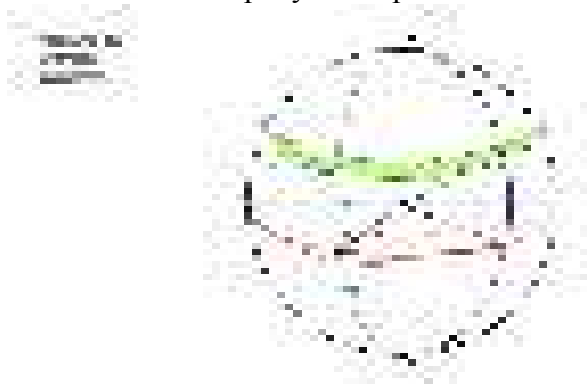
Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 11. Укажите на рисунке меридиан
 Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30



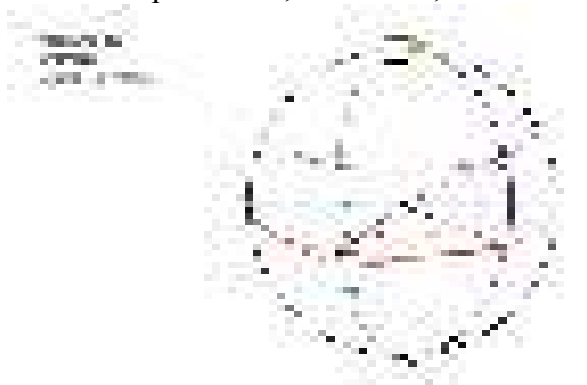
Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 12. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:30
Укажите на рисунке параллель



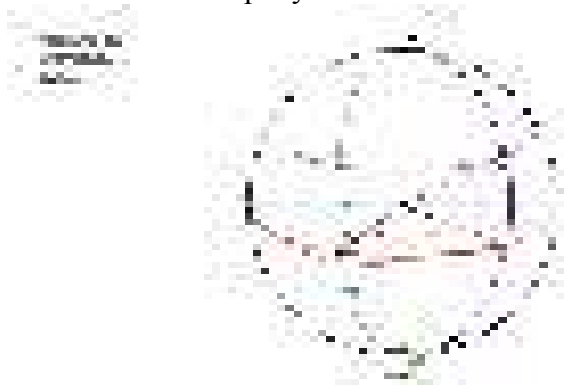
Область	Верный	Описание
1	V	Полилиния 1

Вопрос 13. Укажите на рисунке Северный полюс
Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:10



Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Вопрос 14. Выбор области, 10 баллов, 1 попытка, лимит времени 00:10
Укажите на рисунке Южный полюс



Область	Верный	Описание
1	V	Овал 1

Письменный экспресс опрос на лекциях по каждой теме или лекции

Лекция №1 Форма и размеры земли

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Входной контроль	Приложение А.

Лекция №2 Определение направлений на море

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №1 Компетенции в соответствии с кодексом ПДНВ	Приложение А. ОК №1.

Лекция №3 Единицы длины и скорости, принятые в судовождении

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №2 Предмет Навигация и лоция	Приложение А. ОК №2

Лекция №4 Понятие о земном магнетизме. Компасы

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №4 Направления на море	Приложение А. ОК №4

Лекция №5 Картографические проекции

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №12 Измерение расстояния и скорости на море	Приложение А. ОК №12

Лекция №6 Основы лоции. Навигационное оборудование морей

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

Лекция №7 Основные понятия графического счисления

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №15 Проекция Меркатора	Приложение А. ОК №15

Лекция №8 Ветер, его влияние на движение судна. Учёт дрейфа

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №19 МАМС	Приложение А. ОК №19

Лекция №9 Учёт течения при счислении судна

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №20 Створы и секторные маяки	Приложение А. ОК №20

Лекция №10 Общие положения ОМС

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

Лекция №11 Визуальные ОМС

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №28 Навигационные изолинии	Приложение А. ОК №28

Лекция №12 Радиотехнические средства ОМС

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №9 Радионавигационные средства судовождения	Приложение А. ОК №9

Лекция №13 Основные понятия МА

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №29 Методы получения обсервованного места	Приложение А. ОК №29

Лекция №14 Понятие времени и измерение времени

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №41 Годовое движение Солнца	Приложение А. ОК №41

Лекция №15 Приборы, используемые в мореходной астрономии

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №44 Понятие и основы измерения времени	Приложение А. ОК №44

Лекция №16 Основные задачи мореходной астрономии

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №50 Исправление высот светил	Приложение А. ОК №50

Лекция №17 Основы несения вахты

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №42 Освещённость земной поверхности	Приложение А. ОК №42

Лекция №18 Перспективы развития Навигации

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №1 Компетенции в соответствии с Кодексом ПДНВ	Приложение А. ОК №1

Критерии оценивания

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

“неудовлетворительно” - менее 50%

“удовлетворительно” - 50%-74%

“хорошо” - 75%-89%

“отлично” - 90%-100%

Практические занятия

Оценивание каждого практического задания осуществляется по следующим параметрам:

1. Письменный ответ по опорному конспекту
2. Выполнение практического расчётного задания или выполнение контрольно-тестового задания

Каждый пункт оценивается по четырёхбалльной системе

Критерии оценки	Шкала оценивания
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

Письменный экспресс опрос на практических занятиях

Практическое занятие № 1 Задачи на расчёт географических координат

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №3 Форма Земли. Географическая система координат.	Приложение А. ОК №3

Практическое занятие № 2 Системы деления горизонта.

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №5 Системы счёта направлений	Приложение А. ОК №5

Практическое занятие № 3 Расчёт дальности видимости предметов на море

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №6 Измерение направлений на море при помощи компасов	Приложение А. ОК №6

Практическое занятие № 4 Контрольно-тестовое занятие по разделу

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

Практическое занятие № 5 Контрольно-тестовое занятие по обозначениям на карте

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №16 Морские навигационные карты	Приложение А. ОК №16

Практическое занятие № 6 Контрольно-тестовое занятие по МАМС

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №18 Средства навигационного оборудования морей	Приложение А. ОК №18

Практическое занятие № 7 Графическое счисление пути судна

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №21 Счисление координат судна	Приложение А. ОК №21

Практическое занятие № 8 Учёт дрейфа в графическом счислении

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №23 Ветер и его влияние. Ветровой дрейф	Приложение А. ОК №23

Практическое занятие № 9 Учёт течения в графическом счислении. Прямая задача

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №25 Морские течения	Приложение А. ОК №25

Практическое занятие № 10 Учёт течения в графическом счислении. Обратная задача

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №26 Графическое счисление координат судна с учётом течения	Приложение А. ОК №26

Практическое занятие № 11 Визуальные ОМС. Пеленг

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №30 Определение места судна по двум и трём пеленгам	Приложение А. ОК №30

Практическое занятие № 12 Визуальные ОМС. Дистанция

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №32 Определение места судна по двум и трём дистанциям	Приложение А. ОК №32

Практическое занятие № 13 Контрольно-тестовое занятие по счислению и ОМС

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №38 Небесная сфера. Основные понятия	Приложение А. ОК №38

Практическое занятие № 14 Задачи на перевод времени

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №46 Системы счёта времени	Приложение А. ОК №46

Практическое занятие № 15 Устройство и выверки секстана

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №48 Устройство и использование навигационного секстана	Приложение А. ОК №48

Практическое занятие № 16 Измерение секстаном вертикальных и горизонтальных углов

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №43 Фазы и возраст Луны	Приложение А. ОК №43

Практическое занятие № 17 Контрольно-тестовое занятие по основам мореходной астрономии

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
Опорный конспект №53 Определение широты места судна	Приложение А. ОК №53

Перечень контрольных вопросов, задаваемых при защите отчетов по практическим работам

Тема 1 Основные понятия навигации и лоции**Практическое занятие № 1. Задачи на расчёт географических координат**

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Форма Земли, реальная?	Приложение А. Опорный конспект №3

2. Форма Земли, первое приближение?	
3. Форма Земли, второе приближение?	
4. Что такое референц-эллипсоид?	
5. Что такое меридианы?	
6. Что такое параллели?	
7. Что такое Экватор?	
8. Что такое Гринвичский меридиан?	
9. Что такое широта?	
10. Чем измеряется широта?	
11. Разность широт?	
12. Что такое долгота?	
13. Чем измеряется долгота?	
14. Разность долгот?	

Практическое занятие № 2. Системы счёта направлений

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Какие есть системы счёта направлений?	Приложение А. Опорный конспект №5
2. Четвертная система счёта направлений	
3. Полукруговая система счёта направлений	
4. Что такое курсовой угол?	
5. Что такое истинный курс?	
6. Что такое истинный пеленг?	
7. Как измеряется курсовой угол?	
8. Как связаны КУ, ИК и ИП?	

Практическое занятие № 3. Расчёт дальности видимости предметов на море

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Что такое географическая дальность видимости?	Приложение А. Опорный конспект №13
2. Что такое и какими факторами определяется оптическая дальность видимости?	
3. Какая дальность видимости указывается на картах?	
4. Для какой высоты глаза указывается дальность видимости на картах?	

Практическое занятие № 4. Контрольно-тестовое занятие по разделу

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Что такое магнитное склонение?	Приложение А. Опорный конспект №6
2. Что такое девиация магнитного компаса?	
3. Что такое компасный курс?	
4. Что такое компасный пеленг?	
5. Что такое истинный курс?	
6. Что такое истинный пеленг?	
7. Что такое курсовой угол и как измеряется?	
8. Как связаны КУ, ИК и ИП?	
9. Что такое и чем измеряется широта?	
10. Что такое и чем измеряется долгота?	
11. Что такое магнитный курс?	
12. Что такое магнитный пеленг?	

13. Четвертная система счёта направлений	
14. Полуциркулярная система счёта направлений	

Тема 2. Основы картографии и лоции

Практическое занятие № 5. Обозначения на карте

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Что такое контурные объекты на карте?	Приложение А. Опорный конспект №14
2. Что такое зарамочная информация?	
3. Какая дальность видимости указывается на картах?	
4. Для какой высоты глаза указывается дальность видимости на картах?	
5. Что такое нуль глубин?	
6. Что означают цифры в названии карты?	
7. Что указывается в заголовке карты?	

Практическое занятие № 6. Контрольно-тестовое занятие по МАМС

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Что такое латеральная система?	Приложение А. Опорный конспект №19а
2. Какие регионы в латеральной системе?	
3. Что такое кардинальная система ограждения??	
4. Световые характеристики знаков кардинальной системы?	

Тема 3. Графическое счисление пути судна

Практическое занятие № 7. Графическое счисление пути судна

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Что называют счислением?	Приложение А. Опорный конспект №21
2. Какие виды счисления?	
3. Какие требования к счислению?	
4. Элементы счисления?	

Практическое занятие № 8. Учёт дрейфа в графическом счислении.

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Что такое ветровой дрейф и от чего зависит?	Приложение А. Опорный конспект №23
2. Что такое истинный и кажущийся ветер?	
3. Что такое ПУ α ?	
4. Что такое угол дрейфа α и как определяется его знак?	

Практическое занятие № 9. Учёт течения в графическом счислении. Прямая задача

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Что такое линия пути судна при воздействии течения?	Приложение А. Опорный конспект №26
2. Что такое путевой угол судна при течении (ПУ β)?	
3. Что такое угол сноса β ?	

Практическое занятие № 10. Учёт течения в графическом счислении. Обратная задача

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Что такое линия пути судна при воздействии течения?	Приложение А. Опорный конспект №26
2. Что такое путевой угол судна при течении (ПУ β)?	
3. Что такое угол сноса β ?	

Тема 4 Понятие об обсервации

Практическое занятие № 11. Визуальные ОМС. Пеленг

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Какой угол оптимален при ОМС по двум пеленгам?	Приложение А. Опорный конспект №30
2. Какой угол оптимален при ОМС по трём пеленгам?	
3. На какие ориентиры следует брать пеленги в первую очередь?	

Практическое занятие № 12. Визуальные ОМС. Дистанция

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Какой угол оптимален при ОМС по двум дистанциям?	Приложение А. Опорный конспект №32
2. Какой угол оптимален при ОМС по трём дистанциям?	
3. На какие ориентиры следует измерять дистанции в первую очередь?	

Практическое занятие № 13. Контрольно-тестовое занятие по счислению и ОМС

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Что называют счислением?	Приложение А. Опорный конспект №21
2. Какие виды счисления?	
3. Какие требования к счислению?	
4. Элементы счисления?	

Тема 5 Основы мореходной астрономии

Практическое занятие № 14. Задачи на перевод времени

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Что такое местное время?	Приложение А. Опорный конспект №46
2. Что такое часовой пояс?	
3. Что такое гринвичское время?	
4. Что такое летнее время?	
5. Что такое линия смены дат?	
6. Что такое стандартное время?	

Практическое занятие № 15. Устройство и выверки секстана

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Что измеряют при помощи секстана?	Приложение А. Опорный конспект №48
2. Точность измерения секстаном?	
3. Что мы наблюдаем в окуляре секстана?	
4. Типы секстанов?	

Практическое занятие № 16. Измерение секстаном вертикальных и горизонтальных углов

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Для чего нужны выверки секстана?	Приложение А. Опорный конспект №49
2. Первая выверка секстана?	
3. Вторая выверка секстана?	
4. Третья выверка секстана?	
5. Четвёртая выверка секстана?	

2.3 Оценочные материалы для проведения промежуточного контроля

Устный экзамен

Условием допуска к промежуточной аттестации 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.

Перечень вопросов для устного экзамена.

Приводятся критерии объективного оценивания ответа по четырехбальной шкале.

Контрольный вопрос	Рекомендуемое содержание ответа (источник)
1. Компетенции в соответствии с Кодексом ПДНВ (А – II/1)	Приложение А. ОК №1
2. Предмет Навигация	Приложение А. ОК №2
3. Форма и размеры Земли. Географическая система координат	Приложение А. ОК №3
4. Направления на море. Основные понятия	Приложение А. ОК №4
5. Системы счёта направлений. Истинные направления	Приложение А. ОК №5
6. Определение направлений на море при помощи компасов.	Приложение А. ОК №6
7. Определение поправок курсоуказателей	Приложение А. ОК №11
8. Радионавигационные средства	Приложение А. ОК №9
9. Спутниковые Радионавигационные Системы	Приложение А. ОК №10
10. Дальность видимости предметов на море	Приложение А. ОК №13
11. Основы картографии.	Приложение А. ОК №14
12. Измерение расстояния и скорости на море	Приложение А. ОК №12
13. Проекция Меркатора.	Приложение А. ОК №15
14. Морские навигационные карты	Приложение А. ОК №16
15. Счисление координат судна.	Приложение А. ОК №21
16. Ветер и его влияние. Ветровой дрейф	Приложение А. ОК №23
17. Счисление с учётом дрейфа	Приложение А. ОК №24
18. Морские течения.	Приложение А. ОК №25
19. Средства навигационного оборудования морей	Приложение А. ОК №18
20. Створы. Секторные огни	Приложение А. ОК №19
21. Определение места судна. Общие положения	Приложение А. ОК №27
22. Навигационные изолинии	Приложение А. ОК №28
23. Методы получения обсервованного места	Приложение А. ОК №29
24. Определение места судна по двум и трём пеленгам	Приложение А. ОК №30
25. Определение места судна по двум и трём дистанциям	Приложение А. ОК №32
26. Радиомаяки	Приложение А. ОК №34
27. Гиперболические системы	Приложение А. ОК №35
28. Небесная сфера. Горизонтная система координат	Приложение А. ОК №38
29. Небесная сфера. 1 и 2 экваториальные системы координат	Приложение А. ОК №39
30. Годовое движение Солнца	Приложение А. ОК №41
31. Освещённость земной поверхности	Приложение А. ОК №42
32. Фазы и возраст Луны	Приложение А. ОК №43
33. Понятие и основы измерения времени	Приложение А. ОК №44
34. Виды времени. Единицы измерения времени	Приложение А. ОК №45
35. Системы счёта времени	Приложение А. ОК №46
36. Измерители времени. Служба времени на судне	Приложение А. ОК №47
37. Устройство навигационного секстана	Приложение А. ОК №48
38. Основные выверки секстана	Приложение А. ОК №49
39. Исправление высот светил	Приложение А. ОК №50

40. Основы ОМС астрономическими способами	Приложение А. ОК №51
41. ОМС методом ВЛП. Общие положения	Приложение А. ОК №52

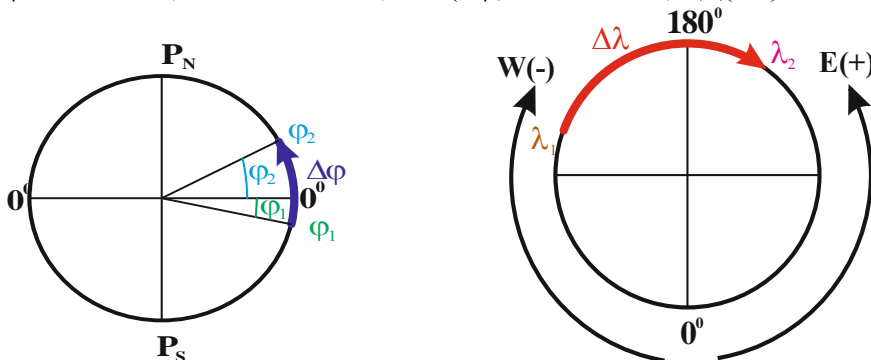
Критерии оценивания

Шкала оценивания	Показатели
Отлично	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; - обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; - излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка
Хорошо	- обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого материала
Удовлетворительно	<ul style="list-style-type: none"> - обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но: - излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; - не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; - излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого
Не удовлетворительно	- обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал

Примеры и алгоритмы решения типовых задач

Определить координаты точки пришествия, расчёты подтвердить построением:

$$\varphi_1 = 12^\circ 34' S; \lambda_1 = 110^\circ 08' W; \text{РШ}(\Delta\varphi) = 21^\circ 14' \text{кN}; \text{РД}(\Delta\lambda) = 98^\circ 57' \text{кW}$$



Решение:

$$\begin{array}{rcl}
 \varphi_1 & = & -12^\circ 34' \\
 +\text{РШ} & = & +21^\circ 14' \\
 \hline
 \varphi_2 & = & +8^\circ 40'
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{rcl}
 \lambda_1 & = & -110^\circ 08' \\
 +\text{РД} & = & -98^\circ 57' \\
 \hline
 \lambda_2 & = & -208^\circ 05'
 \end{array}$$

$$\varphi_2 = 8^\circ 40' N \qquad \lambda_2 = 360 - 208\ 05 = 151^\circ 55' E$$

Определить координаты разности широт и долгот, если:

$$\varphi_1 = 12^\circ 34' S, \lambda_1 = 154^\circ 08' W; \quad \varphi_2 = 8^\circ 40' N, \lambda_2 = 173^\circ 55' E$$

Решение:

$$\begin{array}{rcl}
 \varphi_2 & = & +08^{\circ}40' \\
 -\varphi_1 & = & -12^{\circ}34' \\
 \hline
 \text{РШ} & = & +21^{\circ}14'
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{rcl}
 \lambda_2 & = & +173^{\circ}55' \\
 -\lambda_1 & = & -154^{\circ}08' \\
 \hline
 \text{РД} & = & -31^{\circ}57'
 \end{array}$$

$$\text{РШ}(\Delta\varphi) = 21^{\circ}14'N; \text{РД}(\Delta\lambda) = 31^{\circ}57'W$$

Определить координаты пункта отхода (φ_1 и λ_1), если:

$$\varphi_2 = 08^{\circ}40'N, \lambda_2 = 173^{\circ}55'E; \text{РШ}(\Delta\varphi) = 21^{\circ}14'N; \text{РД}(\Delta\lambda) = 31^{\circ}57'W$$

Решение:

$$\begin{array}{rcl}
 \varphi_2 & = & +08^{\circ}40' \\
 -\text{РШ} & = & +21^{\circ}14' \\
 \hline
 \varphi_1 & = & -12^{\circ}34'
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{rcl}
 \lambda_2 & = & +173^{\circ}55' \\
 -\text{РД} & = & -31^{\circ}57' \\
 \hline
 \lambda_1 & = & -154^{\circ}08'
 \end{array}$$

$$\varphi_1 = 12^{\circ}34'S; \lambda_1 = 154^{\circ}08'W;$$

Навигационная прокладка №1. Графическое счисление без учёта дрейфа и течения.

Карта №3208, скорость ППХ $V = 10,0$ узлов $\Delta L = 3,0\%$, $\Delta G_k = 2,5^{\circ}$. Плавание 2016 год.

16.00 ОЛ = 21,7 Находимся в точке со счислимыми координатами $\varphi_c = 42^{\circ}45,2'N$, $\lambda_c = 42^{\circ}45,2'N$. Следуем $GKK = 350,7^{\circ}$

?? ?? **ОЛ = 38,0** Легли на $GKK = 284,0^{\circ}$. Нанесли на карту пеленг на *мк.Пицунда* **ИП = 225,0^{\circ}**

?? ?? **ОЛ = ?** Вышли на линию проведенного пеленга. Легли на ИК = **317,6^{\circ}**

19.59 ОЛ = ? Продолжаем следовать прежним курсом

Алгоритмы и примеры решения заданы в Опорных конспектах №22 и 22а

Навигационная прокладка №2. Графическое счисление с учётом дрейфа.

Карта №3228, скорость ППХ $V = 10,5$ узлов $\Delta L = 2,5$, $\Delta G_k = 3,0^{\circ}$. Ветер **NE** силой 4 балла. Плавание 2016 год.

20.34 ОЛ = 10,0 Находимся в точке со счислимыми координатами $\varphi_c = 44^{\circ}48,5'N$, $\lambda_c = 36^{\circ}27,5'E$. Следуем $GKK = 177,0^{\circ}$

?? ?? **ОЛ = 37,8** Легли на $GKK = 66,1^{\circ}$, учитываем дрейф **4,0^{\circ}** (знак дрейфа определяем из реальной обстановки).

02.43 ОЛ = ? Легли на $ПУ = 336,0^{\circ}$, учитываем дрейф **4,0^{\circ}**

?? ?? **ОЛ = ?** Вышли на траверз *мк.Утриш*. Вышел из строя гирокомпас, перешли на управление по магнитному компасу, легли на **KK = 280,2^{\circ}**. Учитываем угол дрейфа **2,0^{\circ}**

06.29 ОЛ = 11,6 Перешли на управление по гирокомпасу. Перестали учитывать дрейф Легли на ИК = **235,9^{\circ}**

Алгоритмы и примеры решения заданы в Опорных конспектах №22, 22а, 24

Навигационная прокладка №3. Графическое счисление с учётом дрейфа и течения.

Карта №1065, скорость ППХ $V = 8,0$ узлов $\Delta L = 2,5$, $\Delta G_k = -1,5^{\circ}$. Ветер **NE** силой 4 балла. Плавание 2015 год.

16.00 ОЛ = 21,7 Находимся в точке со счислимыми координатами $\varphi_c = 35^{\circ}7,4'N$, $\lambda_c = 129^{\circ}13,5'E$. Следуем $GKK = 166,0^{\circ}$. Начали учитывать течение $K_t = 225,0^{\circ}$, $V_t = 1,5$ узла

?? ?? **ОЛ = 28,8** Легли на $GKK = 278,3^{\circ}$

?? ?? **ОЛ = ?** Вышли на траверз Огня Saeng Do. Легли на $GKK = 330,5^{\circ}$ учитываем дрейф **3,0^{\circ}**

18.17 18.17 Перестали учитывать течение следуем по намеченной линии пути

Алгоритмы и примеры решения заданы в Опорных конспектах №22, 22а, 24, 26

Приложение А. Опорные конспекты по Основам судовождения

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

Кафедра судовождения и промышленного рыболовства

Новоселов Дмитрий Альбертович

Основы судовождения

Опорные конспекты

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

1**Компетенции в соответствии с Кодексом ПДНВ (А – II/1)***Курс Навигация и лоция даёт освоение следующих компетенций ПДНВ***Компетенция****Знание, понимание и профессионализм**

*Планирование и
проведение перехода и
определение
местоположения*

Плавание с использованием наземных и береговых ориентиров.

Умение определить место судна с помощью:

1. береговых ориентиров
2. средств навигационного ограждения включая маяки, знаки и буи
3. счисления с учётом ветра, приливов, течений и предполагаемой скорости

Глубокие знания и практические навыки пользования морскими навигационными картами и пособиями, такими как лоции, таблицы приливов, извещения мореплавателям, навигационные предупреждения, передаваемые по радио, и информация об установленных путях движения судов

*Несение безопасной
навигационной вахты*

Использование установленных путей движения судов в соответствии с общими положениями об установлении движения судов.

Использование информации навигационного оборудования для несения вахты

Навигация - процесс планирования, учета и контроля движения судна из одного места в другое

Основные методы морской навигации

- Навигации по наземным ориентирам
- Навигация с помощью наблюдений небесных тел
- Радионавигация - навигация с помощью радиосигналов для определения положения
- Счисление пути - навигация с помощью подсчета скорости, затраченного времени и направления движения судна из известной точки

Рекомендуется определять местоположение судна с использованием нескольких методов навигации

Океанская навигация

- за пределами континентального шельфа (200 метров в глубину) и более чем на 50 миль от берега;
- в водах, где определение местоположение судна визуально относительно земли и нанесенных на карту объектов невозможно;
- достаточно далеко от суши и судоходных путей, где опасности мелководья и столкновения сравнительно невелики

Минимальные требования к безопасности - расчетная точность от 2 до 4 миль, при заданном фиксированном интервале от 15 минут до 2 часов

Виды навигации:

- океанская навигация,
- прибрежная навигация
- навигация в фарватере (навигация в порту)
- навигация по внутренним водным путям.

Прибрежная навигация

- в пределах 50 миль от берега или границы континентального шельфа (200 метров в глубину);
- в водах, прилегающих к суше или группе островов, где трансокеанские маршруты сходятся в одной точке и где движение судов между портами проходит по участкам, параллельным побережью

Минимальные требования к безопасности - определение места судна с точностью до 0,25 морских миль при заданном фиксированном интервале от 2 до 15 минут.

Навигация в фарватере (порту)

Требования к безопасности судоходства в ограниченных водах требуют от навигационных систем обеспечения:

- постоянной точной проверки положения судна;
- информацию, отображающую любые отклонения судна от намеченного курса;
- мгновенное указание направления, в котором должно двигаться судно

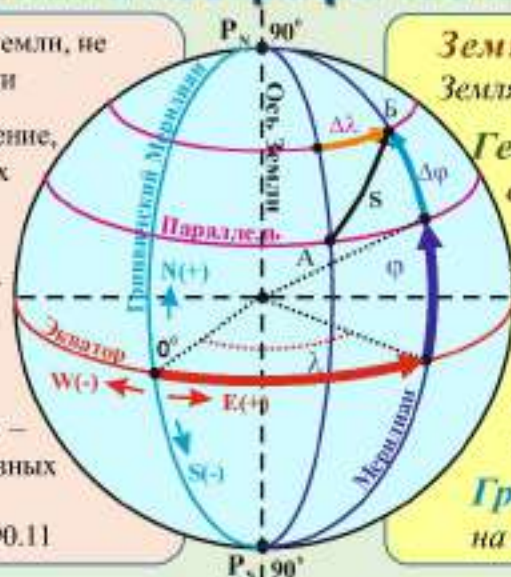
Требования к компетентности при подготовке определяются кодексом ПДНВ, разделы А II/1 и А II/2

Геоид – реальная форма Земли, не описывается математически

Сфера – первое приближение, для расчётов не требующих высокой точности

Эллипсоид (сфероид) – используется для точных расчётов

Референц-эллипсоиды – Эллипсоиды принятые в разных морских державах
WGS-84, Красовского, ПЗ-90.11



Земная ось – воображаемая прямая, вокруг которой Земля совершает свое суточное вращение.

Географические полюса – точки пересечения Земной оси с поверхностью Земли, северный – P_N , южный – P_S

Экватор – большой круг, перпендикулярный Земной оси, делит Землю на северное и южное полушария

Параллели – малые круги, параллельные экватору

Меридианы – Большие круги, перпендикулярные экватору, проходящие через полюса

Гринвичский (нулевой) меридиан делит земной шар на восточное и западное полушария

Земной эллипсоид – это двухосный эллипсоид вращения, с объемом равным объему геоида;

- большая и малая оси соответственно совпадают с плоскостью экватора и осью вращения Земли;
- отклонения его поверхности от поверхности Земли минимальны (не превышают 100÷150 м).

Географическая широта точки – угол между плоскостью экватора и отвесной линией в данной точке

измеряется дугой меридиана от экватора до параллели точки

Широта обозначается символом « φ » (фи) или «Ш».

На экваторе $\varphi = 0^\circ$, на северном полюсе (P_N) $\varphi = 90^\circ N$ при расчётах (+)
на южном полюс (P_S) $\varphi = 90^\circ S$ при расчётах S (-)

Географическая долгота – двугранный угол между плоскостями Гринвичского меридиана и меридиана данной точки
измеряется меньшей дугой экватора от Гринвичского меридиана до меридиана точки

Долгота обозначается буквой « λ » (лямбда) или «Д»

На Гринвичском меридиане $\lambda = 0^\circ$ к востоку кЕ до $180^\circ E$ при расчётах E(+)
к западу кW до $180^\circ W$ при расчёте W(-)

Разность широт $\Delta\varphi$ (РШ) – изменение широты φ , при переходе судна из одного пункта в другой.
Измеряется от 0° до $\pm 180^\circ$, кN+, кS-.

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$$

Разность долгот $\Delta\lambda$ (РД) – изменение долготы λ , при переходе судна из одного пункта в другой.
Измеряется от 0° до $\pm 180^\circ$, кE+, кW-.

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$$

3

Форма Земли. Географическая система координат

 Географическая
система координат

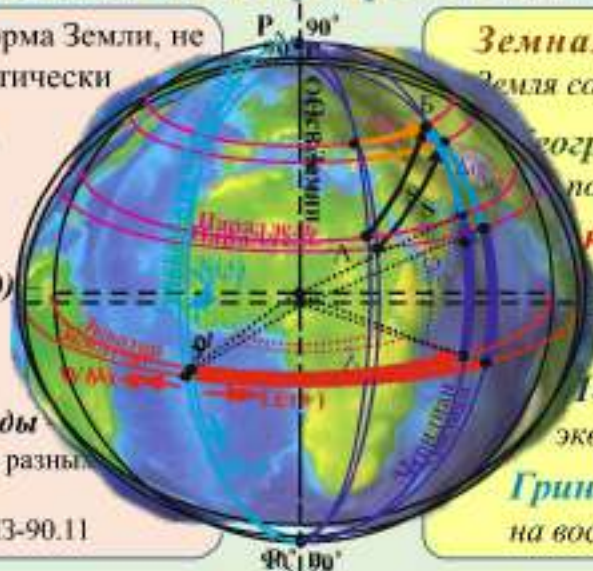
Геоид – реальная форма Земли, не описывается математически

Сфера $R = 6370$ км,
точность расчётов
невысока

Эллипсоид (сфероид)
используется для
точных расчётов

Референц-эллипсоиды

Эллипсоиды приняты в разных
морских державах
WGS-84, Красовского, ПЗ-90.11



Земная ось – воображаемая прямая, вокруг которой Земля совершает свое суточное вращение.

Географические полюса – точки пересечения Земной оси с поверхностью Земли, северный – P_N , южный – P_S .

Экватор – большой круг, перпендикулярный Земной оси, делит Землю на северное и южное полушария

Параллели – малые круги, параллельные экватору

Меридианы – Большие круги, перпендикулярные экватору, проходящие через полюса

Гринвичский (нулевой) меридиан делит земной шар на восточное и западное полушария

Земной эллипсоид – это двухосный эллипсоид вращения, с объемом равным объему геоида;

- большая и малая оси соответственно совпадают с плоскостью экватора и осью вращения Земли;
- отклонения его поверхности от поверхности Земли минимальны (не превышают 100÷150 м).

Географическая широта точки – угол между плоскостью экватора и отвесной линией в данной точке

измеряется дугой меридиана от экватора до параллели точки

Широта обозначается символом « φ » (фи) или «Ш».

На экваторе $\varphi = 0^\circ$, на северном полюсе (P_N) $\varphi = 90^\circ N$ при расчётах (+)
на южном полюс (P_S) $\varphi = 90^\circ S$ при расчётах S (-)

Географическая долгота – двугранный угол между плоскостями Гринвичского меридиана и меридиана данной точки
измеряется меньшей дугой экватора от Гринвичского меридиана до меридиана точки

Долгота обозначается буквой « λ » (лямбда) или «Д»

На Гринвичском меридиане $\lambda = 0^\circ$ к востоку кЕ до $180^\circ E$ при расчётах E(+)
к западу кW до $180^\circ W$ при расчёте W(-)

Разность широт $\Delta\varphi$ (РШ) – изменение широты φ , при переходе судна из одного пункта в другой.
Измеряется от 0° до $\pm 180^\circ$, кN+, кS-.

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$$

Разность долгот $\Delta\lambda$ (РД) – изменение долготы λ , при переходе судна из одного пункта в другой.
Измеряется от 0° до $\pm 180^\circ$, кE+, кW-.

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$$

Отвесная линия (Zan) или вертикаль, проходит через наблюдателя a , направлена по нормали к поверхности, по направлению силы тяжести. При пересечении с воображаемой небесной сферой, отвесная линия даёт:

- а) – над головой наблюдателя точку Z – **зенит** наблюдателя
- б) – в противоположную сторону точку n – **надир** наблюдателя

Н - Плоскость истинного горизонта наблюдателя

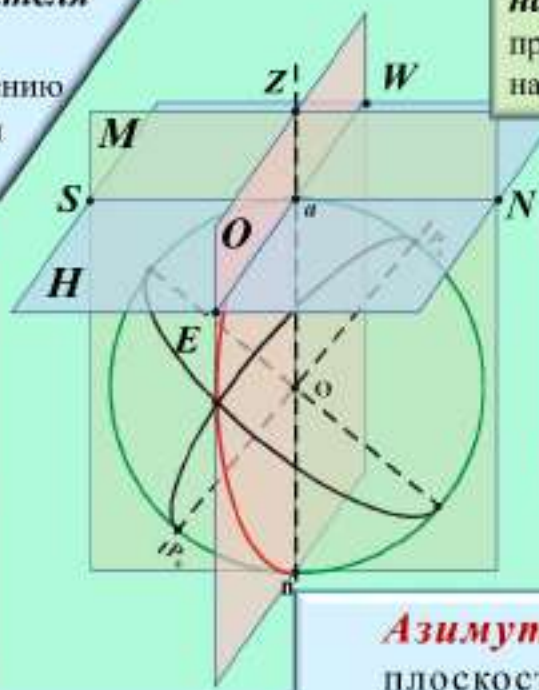
горизонтальная плоскость, перпендикулярная направлению отвесной линии и проходящая через глаз наблюдателя.

М - Плоскость истинного меридиана наблюдателя - вертикальная плоскость,

проходящая через отвесную линию, место наблюдателя и полюсы Земли.

О - Плоскость первого вертикала наблюдателя -

вертикальная плоскость, проходящая через отвесную линию и перпендикулярная плоскостям M и H . в пресечении с плоскостью H даёт направление на точки: E – Восток («ист») и W – Запад («вест»).



Направления N, S, E, W называются **главными направлениями** («главными румбами»).

Главные направления делят плоскость истинного горизонта наблюдателя на 4 равные четверти: NE, SE, SW, NW

Азимут (A) – основная координата в плоскости истинного горизонта H

Горизонтальный угол между направлением меридиана в точке наблюдателя и направлением на объект

Полуденная линия - пересечение плоскости меридиана наблюдателя M и плоскости истинного горизонта H дают направления на точки: N – Север («норд») S – Юг («зюйд»)

Полукруговая система



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

$$A_{\text{пк}} = N150^\circ E = S30^\circ E$$

Круговая система

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



$$A_{\text{кр}} = 150^\circ$$

Румбовая система

32 румба, 1 румб = $11\frac{1}{4}^\circ$

Четвертная система



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

$$A_{\text{чт}} = 30^\circ SE$$

Курсовой угол (КУ)

угол между диаметральной плоскостью судна и направлением на объект

Курсовые углы измеряются в круговой системе от 0° до 360° (Отсчёт Курсового Угла (ОКУ))

В полукруговой системе

от 0° до 180°

$$ОКУ = 360^\circ - КУ_{\text{л/б}} \quad ОКУ = КУ_{\text{п/б}}$$

Курсовые углы в 90° (п/б, л/б) называются *траверсными*



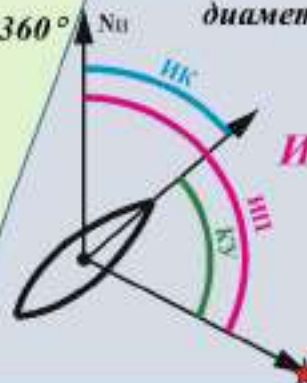
Истинный курс (ИК)

угол между северной частью плоскости истинного меридиана и носовой частью диаметральной плоскости судна

$$ИП = ИК + КУ$$

Истинный пеленг (ИП)

угол при наблюдателе между северной частью плоскости истинного меридиана и направлением на объект



6

Измерение направлений на море при помощи компасов

Магнитный компас

Земля – магнит

Магнитные полюса не совпадают с географическими, положение магнитных полюсов постоянно меняется

Магнитное склонение снимается с карты с наименованием и годовым изменением

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

Компасный курс КК – угол между северной частью компасного меридиана и носовой частью диаметральной плоскости судна

Компасный пеленг КП – угол при центре компаса между северной частью компасного меридиана и направлением на объект

Переход от компасных направлений к истинным – **исправление румбов**

$\begin{array}{r} + \text{КК} \\ \delta \\ \hline \text{МК} \end{array}$	$\begin{array}{r} + \text{КК} \\ \Delta \text{МК} \\ \hline \text{ИК} \end{array}$	$\begin{array}{r} + \text{КП} \\ \delta \\ \hline \text{МП} \end{array}$	$\begin{array}{r} + \text{КП} \\ \Delta \text{МК} \\ \hline \text{ИП} \end{array}$
$\begin{array}{r} \text{МК} \\ d \\ \hline \text{ИК} \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{МК} \\ \Delta \text{МК} \\ \hline \text{ИК} \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{МП} \\ d \\ \hline \text{ИП} \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{МП} \\ \Delta \text{МК} \\ \hline \text{ИП} \end{array}$

+ d - **Магнитное склонение** - угол между истинным и магнитным меридианами кЕ(+), кW(-)

+ δ - **Девияция магнитного компаса** – угол между магнитным и компасным меридианом

ΔМК - **Поправка магнитного компаса** – горизонтальный угол между истинным и компасным меридианами.

$$\Delta \text{МК} = d + \delta$$

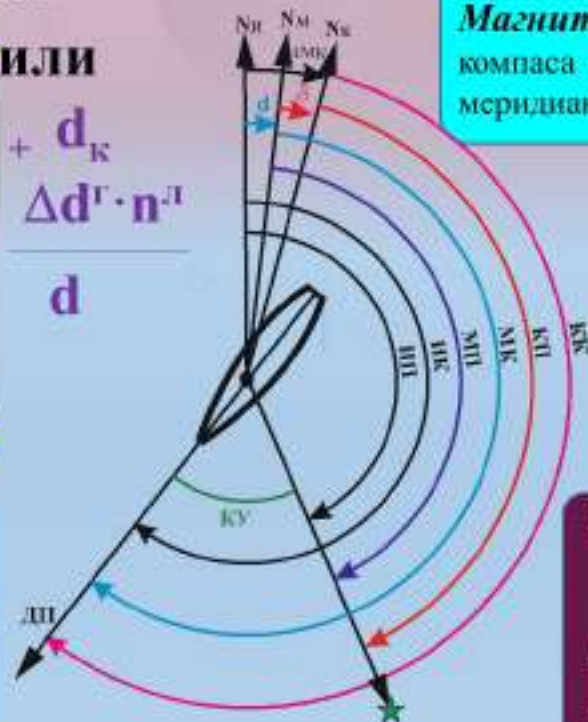
Магнитный курс МК – угол между северной частью магнитного меридиана и носовой частью диаметральной плоскости судна

Магнитный пеленг МП – угол при центре компаса между северной частью магнитного меридиана и направлением на объект

ИЛИ

$$+ d_K + \Delta d^{\text{г}} \cdot n^{\text{л}}$$

d



Переход от истинных направлений к компасным – **перевод румбов**.

$\begin{array}{r} \text{ИК} \\ d \\ \hline \text{МК} \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{ИК} \\ \Delta \text{МК} \\ \hline \text{КК} \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{ИП} \\ d \\ \hline \text{МП} \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{ИП} \\ \Delta \text{МК} \\ \hline \text{КП} \end{array}$
$\begin{array}{r} \text{МК} \\ \delta \\ \hline \text{КК} \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{МК} \\ \Delta \text{МК} \\ \hline \text{КК} \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{МП} \\ \delta \\ \hline \text{КП} \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{МП} \\ \Delta \text{МК} \\ \hline \text{КП} \end{array}$

Гирокомпас

исправление

$\begin{array}{r} + \text{ГКК} \\ \Delta \text{ГК} \\ \hline \text{ИК} \end{array}$	$\begin{array}{r} + \text{ГКП} \\ \Delta \text{ГК} \\ \hline \text{ИП} \end{array}$
---	---

ΔГК – поправка гирокомпаса

перевод

$\begin{array}{r} \text{ИК} \\ \Delta \text{ГК} \\ \hline \text{ГКК} \end{array}$	$\begin{array}{r} \text{ИП} \\ \Delta \text{ГК} \\ \hline \text{ГКП} \end{array}$
---	---

Воздействие общего магнитного поля судна; отклоняет стрелку компаса на значение девиации

Радионавигационные средства - это совокупность судовой и береговой радиоэлектронной аппаратуры, предназначенной для решения навигационных задач, могут иметь береговое и космическое базирование

Задачи решаемые РНС:

- определение места судна в море
- определение параметров движения судна
- определение манёвренных элементов судна
- обеспечение навигационной безопасности, как на ходу, так и на якорной стоянке и пр.

Достоинства РНС:

- независимость измерений от метеорологических условий, видимости, времени суток
- высокая точность определений навигационных параметров
- возможность автоматической обработки сложной навигационной информации
- высокая скорость получения данных и пр.

РНС подразделяются на:

- азимутальные, позволяют получить пеленги
- дальномерные, позволяют получить расстояние
- разностно-дальномерные (гиперболические), дают разность расстояний до двух станций
- радиально-скоростные, позволяют измерить скорость изменения расстояния между источником радиоизлучения и приёмником

Применяются

- радиомаяки
- гиперболические радионавигационные системы (РНС)
- спутниковые радионавигационные системы (СРНС)

Морские радиомаяки - передающие радиоустройства, имеющие строго фиксированное положение на местности и передающие свойственные только им радиосигналы

- радиомаяки кругового излучения
- створные радиомаяки
- радиолокационные маяки
- секторные радиомаяки с веером вращающихся равносигнальных зон

Разностно-дальномерные (гиперболические) РНС:

- фазовые
- импульсные
- частотные
- комбинированные

Для ОМС применяются:

- автоматизированные приёмники
- специальные карты, с нанесёнными на них сетками гиперболических пар станций
- таблицы

Спутниковые системы навигации GPS, ГЛОНАСС

Спутниковая радионавигационная система (СРНС)

второго поколения это:

- глобальная, ультракоротковолновая, всепогодная, круглосуточная, высокоточная, «сетевая» спутниковая радионавигационная система со спутниками на «средневысоких» орбитах,
- обеспечивающая возможность пассивного измерения «псевдодальностей» до нескольких навигационных ИСЗ одновременно
- предназначена для непрерывного определения координат места и абсолютной скорости неограниченного числа подвижных объектов различных классов, в том числе – высокоскоростных и динамичных
- а также для определения точного времени в навигационных и иных целях

Состоит из четырёх компонентов

- Подсистема **навигационных космических аппаратов (НКА)**, космический сегмент
- Подсистема **контроля и управления** - это наземный **командно-измерительный комплекс (КИК)**, обеспечивающий наблюдение и контроль над НКА
- **Блоки функционального дополнения** - режим дифференциальных измерений на региональном уровне
- Подсистема **потребителей**, навигационная структура потребителей СРНС, АПИ – автоматические приёмники

Основная задача

- Определение пространственно-временных координат.
- Вычисления выполняются непосредственно в аппаратуре потребителя, на основе принятой беззапросной информации от нескольких ИСЗ с известными координатами
- обеспечивается неограниченная пропускная способность СРНС

В настоящее время

Полностью развёрнуты и действуют две глобальные системы СРНС:

- глобальная система позиционирования GPS NAVSTAR, под управлением США;
- глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС, под управлением России.

Помимо этого

- действует региональная китайская система Компас
- в состоянии развёртывания европейская система Галилео

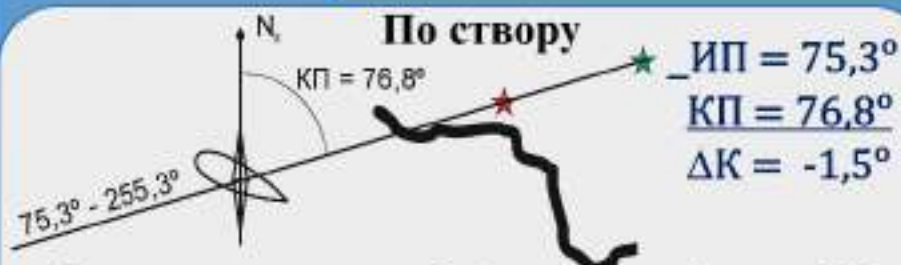
Недостатки:

- **Подчинённость систем военным структурам**
- **Наличие специально разработанных средств РЭБ**

Определение поправок курсоуказателей

Общая формула:

$$\Delta K = ИП - КП$$



Находясь точно в створе, берётся компасный пеленг КП на створ, с карты, снимается направление створа ИП



Частый случай – получение ΔK , при ОМС по 2 горизонтальным углам получаемым из 3 пеленгов. Наиболее точный из визуальных методов

Сличение $\Delta K_1 = ?$, ΔK_2 - известно $ИК = КК_2 + \Delta K_2$
 Получение ΔK по известному $\Delta K_1 = ИК - КК_1$ или
 значению другого курсоуказателя. $\Delta K_1 = КК_2 + \Delta K_2 - КК_1$

Астрономические методы (вдали от берега)

(Рассматриваются в курсе мореходной астрономии)

По одному из методов, рассчитывается Истинный Пеленг (Азимут) на светило

1. Метод **моментов** (наиболее точный).
Любое подходящее светило
2. Метод **высот** (самый простой).
По видимому восходу или заходу Солнца
3. Метод **моментов и высот**. (ограничен районом)
По Полярной

Магнитный компас

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

d – магнитное склонение, берётся с карты, имеет наименование **E(+)** или **W(-)**, исправляется поправкой
 $d = dk + \Delta d * n^{(лет)}$

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

Примем Землю за шар с объёмом Земного эллипсоида.

1' дуги меридиана = 1 морская миля = 1852,3 м

Округлённо до 1852м
Международная морская миля

Принято в России,
Германии, Испании, США

Англия, Япония = 1853,18 м
Италия = 1851,85 м

Измерения показали
На экваторе = 1842,9 м
На широте 45° = 1852,2 м
На полюсе = 1862,8 м

Удобно!!!

Мера длины и угловая мера
одновременно

Разность широт в минутах
 $\Delta\phi$ (минуты) = мили

Разность долгот Нельзя
 $\Delta\lambda \neq$ мили

Отшествоие Можно
 $ОТШ = \Delta\lambda \cdot \cos(\phi)$ миль

Скорость
V- узлы $1 \text{ узел} = \frac{1 \text{ миля}}{1 \text{ час}} = \frac{1852 \text{ м}}{1 \text{ час}}$

$$V = \frac{60 \cdot S}{\Delta T_{\text{мин}}} \quad S = V \cdot \frac{\Delta T_{\text{мин}}}{60}$$

$$V_{\text{кбт/мин}} = \frac{V_{\text{уз}}}{6} \quad V_{\text{м/с}} = \frac{1}{2} V_{\text{уз}}$$

На скорость влияют: осадка, ветер, крен и дифферент, мелководье, обрастание и пр.

Лаги Приборы для измерения скорости и пройденного расстояния

Абсолютные. Скорость относительно грунта при небольшой глубине

1. Гидроакустический доплеровский
2. Гидроакустический корреляционный

Относительные. Скорость относительно воды

1. Гидродинамический (устаревший)
2. Индукционный (не работает в пресной воде)

Другие единицы длины

Морская миля (миля, М), 1М = 1852м = 10 кбт

Кабельтов (кбт, каб), 1 кбт = 1/10 мили = 185,2м

Метр (м), для измерения высот, глубин

Применялись раньше

Фут (фут), 1 фут = 0,3048 м, для высот, глубин

Ярд (ярд), 1 ярд = 3 фут, для малых расстояний

Морская сажень = 6 фут, для глубин

Береговая миля = 1609,344м реки, озёра, суша

ΔЛ% -

Поправка лага

Получена измерениями и расчётами для разных значений скорости на мерной миле. При изменении скорости, меняется.

ОЛ – отсчёт лага, показание лага в момент времени Т

РОЛ – разность отсчётов лага

$$РОЛ = ОЛ_2 - ОЛ_1$$

$$K_L = 1 + \frac{\Delta L}{100\%}$$

Расчёт расстояния по показаниям лага

$$S_L = РОЛ \cdot K_L$$

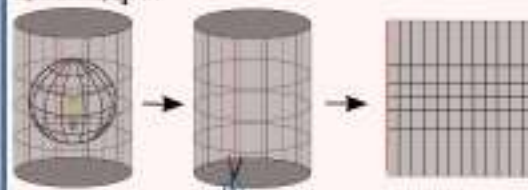
На карте указывается меньшая дальность (обычно параметры маяка выбираются так, что бы оптическая дальность не уменьшала географическую)

Картографическая сетка - условное изображение географической сетки земных меридианов и параллелей.

Картографическая проекция - способ построения картографической сетки на плоскости и изображение на ней сферической поверхности Земли, подчиненный определенному математическому закону.

по построению картографической сетки

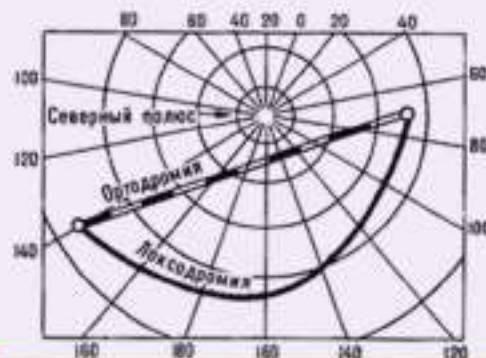
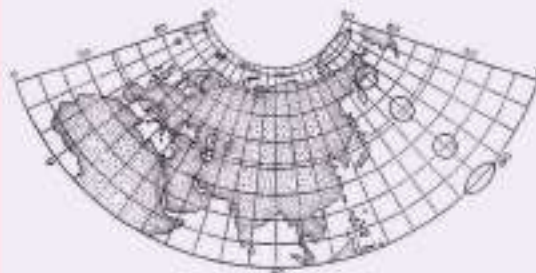
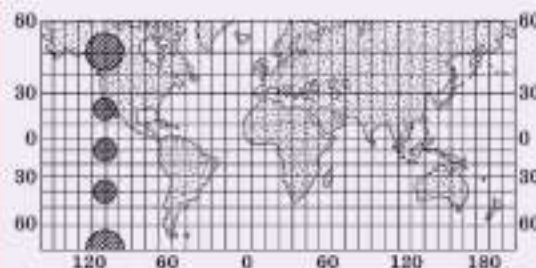
Цилиндрические - проецирование земных координатных линий на поверхность цилиндра.



Конические - проектирование земных координатных линий на поверхность конуса.



Азимутальные - проецирование земных координатных линий на плоскость, касательную к земному шару.



Равноугольная цилиндрическая равновекликая коническая (номоническая (азимутальная)

**Морская карта**

графическое изображение на плоскости водных районов Земли и прилегающих к ним участков суши, выполненное в определенной картографической проекции и определенном масштабе.

Масштабом, в данной точке карты, называется отношение длины отрезка взятого около данной точки на карте и соответствующего ему отрезка на местности.

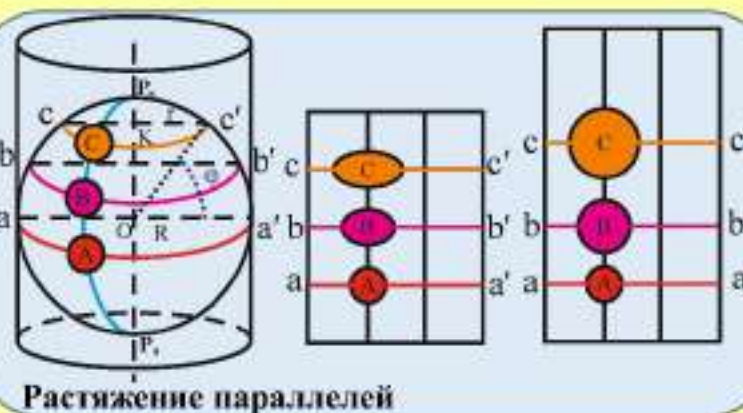


Главная параллель, параллель, для которой дан числовой масштаб

Линейный масштаб, - графическое изображение числового масштаба, на МНК совпадает со шкалой широт, меняется в зависимости от широты

Меркаторская миля является изображением на карте морской мили для данной широты (φ) и служит для измерения расстояний на карте.

Меркаторская проекция. Все меридианы и параллели прямые и взаимно перпендикулярные линии. Линия постоянного курса судна изображается прямой, называемой *локсодромией*



Растяжение параллелей

Линейная величина каждого градуса широты постепенно увеличивается с возрастанием широты, пропорционально $\sec \varphi \left(\frac{1}{\cos \varphi} \right)$.

Экваториальная миля - длина одной минуты дуги экватора - равна 1855,1 м.

Меридиональная часть (МЧ или D) - расстояние по меридиану от экватора до данной параллели, выраженное в экваториальных милях.

Классификация карт**По назначению**

1. справочные и вспомогательные морские карты;
2. навигационные морские карты.

По масштабу:

1. Генеральные 1:500 000 – 1:5 000 000;
2. Путевые 1:100 000 – 1:500 000;
3. Частные 1:25 000 – 1:100 000;
4. Морские планы – крупнее 1:25 000

Морские навигационные карты (МНК), предназначены для обеспечения решения задач судовождения, счисления, ОМС и пр. подразделяются:

- Морские навигационные карты (МНК)
- Радионавигационные морские карты (РНК)
- Навигационно-промысловые морские карты (НПК)
- Карты внутренних водных путей (КВВП)

Содержание морских навигационных карт**Контурные условные**

знаки– острова, озёра и пр.

Внемасштабные условные

знаки– буи, маяки, вехи и пр.

Пояснительные условные

знаки– дальность видимости, характер действия и пр.



Заголовок – район, масштаб, меры высот и глубин, магнитное склонение и пр.

Зарамочная информация – № карты, составитель, издатель, корректура, размеры

Пояснительные слова

Дополнительные характеристики – врезки, планы, таблицы течений, пояснения и пр.

Ноль глубин

Нет приливов – по многолетнему среднему уровню

Есть приливы – по наименьшей глубине

Система адмиралтейских номеров карт

1 цифра

Океан или его часть

1. Северный ледовитый
2. Атлантика. Северная ч.
3. Атлантика. Южная ч.
4. Индийский океан
5. Тихий океан. Север. ч.
6. Тихий океан. Южная ч.

2 цифра

Масштаб

- | | |
|--------|-------------------------|
| 0. | 1:500 000 – 1:5 000 000 |
| 1. | 1:500 000 – 1:1 000 000 |
| 2. | 1:200 000 – 1:500 000 |
| 3 и 4. | 1:100 000 – 1:200 000 |
| 5 и 6. | 1:10 000 – 1:50 000. |
| 7. | Резерв |
| 8 и 9. | Крупнее 1:25 000 |

3 цифра

Район океана

4 и 5 цифры

№ карты в районе

Координаты снимаем и наносим с точностью до 0,1' сначала наносим широту $\varphi = 46^{\circ}04,0'N$

затем долготу $\lambda = 37^{\circ}19,6'E$

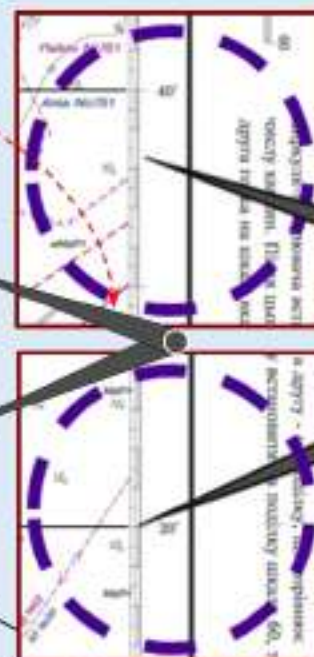
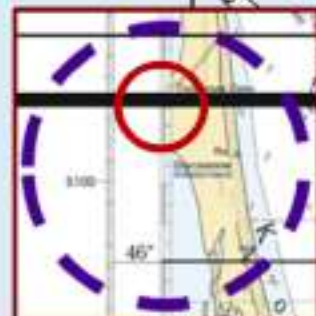
Приступая к работе с картой, разбираемся с ценой деления на вертикальной рамке карты. На данной карте, минимальное деление 0,5'(мили), то есть 1'(миля) разбита на две части

Расстояния снимаем и наносим с точностью до 0,1 мили (1 кабельтов) в примере 18,3 мили

Координаты удобнее наносить при помощи линейки и измерителя.

Направления снимаем и наносим с точностью до 0,1°, в примере 70,8°(250,8°)

Если движемся в сторону Востока, то направление меньше 180° (в примере 70,8°), если в сторону Запада, то больше 180° (в примере 250,8°)





Морской маяк - фундаментальное строение башенного типа приметной формы и окраски, оборудованное специальным световым сигналом с особой световой характеристикой с видимостью более 10 миль. Может быть оборудован дополнительными средствами

Плавучий маяк - специальное судно, имеющее характерный силуэт и окраску, установленное на якорях в штатном месте. Оснащен теми же средствами, что и береговой маяк.



Светящий морской навигационный знак - капитальное береговое сооружение, имеющее светотехнический аппарат с дальностью видимости огней менее 10 миль.

Створ - это линия, сектор или полоса, образованная средствами навигационного оборудования



Буи, Бакены, Вехи - малые плавучие средства навигационного оборудования, характерной окраски с характерной топовой фигурой, чаще всего оборудованы огнём соответствующей характеристики

Характер огней:

П – постоянный

Згм – затмевающий

Изо – изофазный

Пр – проблесковый

Мо – азбукой Морзе (А)



★ Ч Пр(3) 15с 22М РМк

Красный

Ч Гр Пр – частый групповой проблесковый (3) – количество проблесков в группе

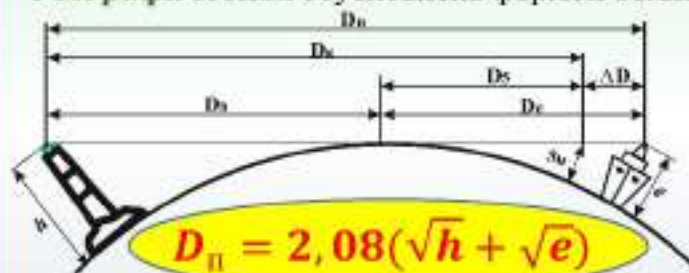
15с – период в секундах

22М – дальность видимости в милях

РМк – установлен радиомаяк

Дальность видимости предметов на море

Географическая обусловлена формой Земли



D – мили; h, e – метры

На карте видимость маяков дана для $e = 5\text{ м}$

$$\Delta D = 2,08\sqrt{e} - 4,7; \quad D_{\Pi} = D_{\kappa} + \Delta D$$

Оптическая накладываются дополнительные факторы. Меньше или равна географической

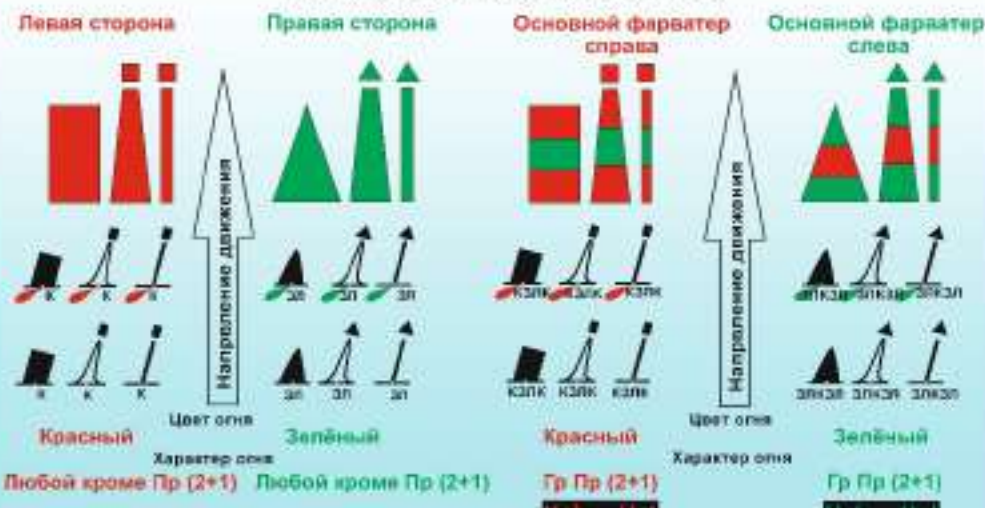
19a

MAMC (Международная ассоциация маячных служб)

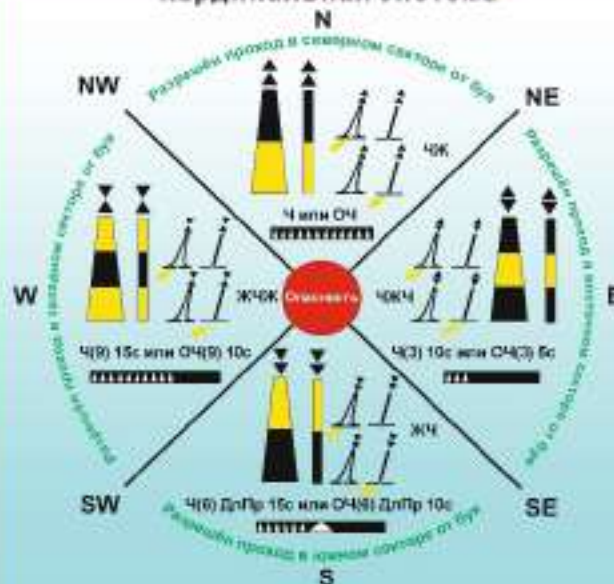
Система знаков
показывает путь

Латеральная система. Регион А

Знаки ограждающие стороны фарватера Знаки места разделения фарватеров
При входе в фарватер со стороны моря

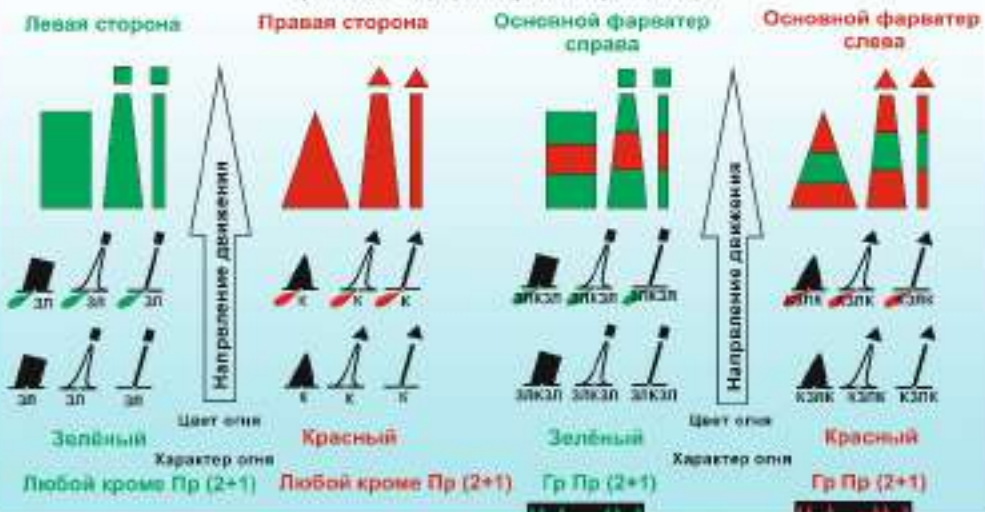


Кардинальная система



Латеральная система. Регион В

Знаки ограждающие стороны фарватера Знаки места разделения фарватеров
При входе в фарватер со стороны моря



Знаки ограждающие опасности незначительных размеров



Светлый
Пр 2

Знаки обозначающие начальные точки и ось фарватера и середину прохода



Белый
Изо, Стм, Дл
Пр-10с, Мо(А)

Знаки специального назначения



Жёлтый
Пр, Гр Пр

Осевой (линейный) навигационный створ – система из двух или трёх знаков располагающихся на створной линии (оси створа), ИП этих знаков в любой точке этой линии одинаковы и указаны на карте.

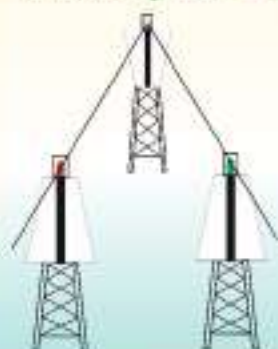


Передний знак
ниже заднего

Судно ведётся по переднему знаку –
куда знак туда и руль.

Знак **влево** – **лево руля**

Знак **вправо** – **право руля**



Щелевой навигационный створ – это система из трех знаков для обозначения положения судового хода и его кромок.

Линейная чувствительность створа – величина отклонения от оси створа, на которой створные знаки будут казаться наблюдателю слившимися



Секторный огонь – неподвижное СНО, излучающее свет различных цветов и/или световых ритмов над соответствующими секторами.



- Для указания направления по фарватеру и границ судходного пути;
- Для выделения области или позиции, к примеру якорная стоянка;
- Для передачи информации об опасных участках – отмели, берега и пр.

Ведущие створы – для следования вдоль линии створа

Секущие створы – пересекают линию пути.

Указывают начало поворота, фиксируют расстояние пройденное вдоль ведущего створа и пр.

Ограждающие створы – указывают запрещённые сектора

Специальные створы – девиационные, промерные, створы мерной мили и пр.

Многообразие конструкций и назначения створов не ограничивается указанными на плакате

Счисление - вычисление текущих координат судна от известных координат по времени, курсу и скорости с учетом влияния на судно внешних факторов - ветра и течения

Сущность счисления - от известного исходного места на навигационной карте прокладываются направления движения судна и пройденные по ним расстояния с целью получения его места на любой заданный момент времени

- **графическое**, основанное на непрерывном учете элементов счисления и изображении их на навигационной карте;
- **аналитическое**, основанное на расчете текущих координат по определенным математическим зависимостям

Требования к счислению

- **непрерывность** - в любое время знать координаты
- **точность** - обеспечить навигационную безопасность плавания и решение свойственных данному судну задач
- **простота и наглядность**

Элементы счисления:

- исходные координаты судна - φ_1, λ_1 ;
- истинный курс судна **ИК**;
- пройденное судном расстояние S_T
- **ветровой дрейф** судна
- **снос** судна течением
- **время плавания** ΔT

Счисляемое место - определенное при помощи счисления:

φ_c - счисляемая широта;

λ_c - счисляемая долгота.

Навигационная прокладка пути судна - графические построения на морской карте при решении навигационных задач судовождения

Линия пути судна - линия, по которой перемещается центр масс судна относительно дна моря



- Все построения только простым карандашом
- Толщина основных линий примерно, как у параллелей и меридианов, у вспомогательных на тон ниже
- Нажим карандаша не должен оставлять следов;
- Надписи не должны накладываться на линию пути
- Высота букв и цифр ~3-5 мм

22 Графическое счисление координат судна без учета дрейфа и течения

10.03 ОЛ = 33,5 $\varphi_c = 45^\circ 21,3'N$, $\lambda_c = 36^\circ 28,9'E$. Легли на ГKK = $64,0^\circ$ $\Delta GK = 1,0^\circ$, Дали ППХ, $V_c = 7,5$ узла, $\Delta L = -2,5\%$

11.12 ОЛ = 42,3 Легли на КК = $115,3^\circ$

???.? ОЛ = 47,8

1. Отмечаем начальную точку (φ_c , λ_c)

2. Рассчитываем значение ИК и из начальной точки, проводим **линию пути**, совпадающую при отсутствии дрейфа и течения со значением истинного курса **ИК**

3. Рассчитываем пройденный путь S_d , откладываем по проведенной линии пути

4. Около начальной точки, на свободном месте записываем время начала движения T и отсчёт лага **ОЛ** – (в примере $\frac{10.03}{33,5}$)

Вдоль линии пути: (в примере ГKK $64,0^\circ (+1,0^\circ)$)
Знак равенства между ГKK и значением не ставится
Указывается величина и знак принятой поправки компаса.

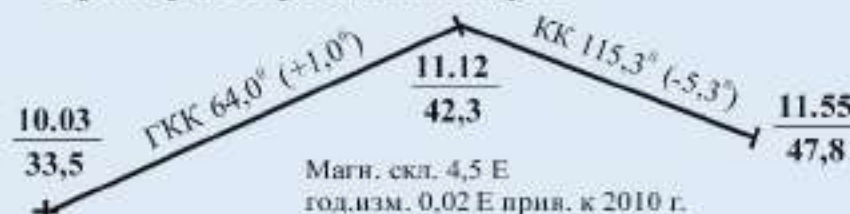
5. Делаем запись в судовой журнал:

- Каждый раз при изменении курса или скорости, а так же при изменении других важных параметров движения;
- при съёмке судна с якоря и при постановке на якорь;
- в часы кратные 4-м (00, 04, 08 ... 20);
- каждый час при плавании судна по счислению вблизи берега;
- при смене штурманской (ходовой) вахты и в других случаях по указанию капитана.

Пример расчётов

10.03 ОЛ = 33,5 ГKK = $64,0^\circ$ $\Delta GK = 1,0^\circ$ ИК = $65,0^\circ$	ОЛ ₂ = 42,3 ОЛ ₁ = 33,5 РОЛ = 08,8 $S_d = РОЛ \cdot K_d$ $S_d = 08,6$ мили	$K_d = 1 + \frac{\Delta L}{100\%}$ $K_d = 0,975$
11.12 ОЛ = 42,3 КК = $115,3^\circ$ $+d_k = 4,5^\circ$ $+ \Delta MK = 2,9^\circ$ $\Delta d = 0,1^\circ$ ИК = $117,2^\circ$ $+d = 4,6^\circ$ $\delta = -1,7^\circ$ $\Delta MK = 2,9^\circ$	ОЛ ₂ = 47,8 ОЛ ₁ = 42,3 РОЛ = 05,5 $S_x = РОЛ \cdot K_x = 05,4$ мили $T_1 = 11.12$ $\Delta T = \frac{S_d}{V_c} 60 = 43$ мин $T_1 = 11.55$	
11.55 ОЛ = 47,8		

Пример построения на карте



Пример заполнения судовой журнала

Время	
10.03	ОЛ=33,5 $\varphi_c = 45^\circ 21,3'N$, $\lambda_c = 36^\circ 28,9'E$. Легли на ГKK= $64,0^\circ (+1,0^\circ)$. Дали
	ППХ, $V_c = 7,5$ узла, $\Delta L = -2,5\%$.
10.44	ОЛ = 42,3 $\varphi_c = 45^\circ 23,3'N$, $\lambda_c = 36^\circ 35,4'E$ Легли на ГKK = $122,0^\circ (+1,0^\circ)$. —

Расчёт направлений

Прямая задача (исправление румбов)

Гирокомпас	Магнитный компас	
$\angle ГКК$	$\angle КК$	d_k (с карты)
$\angle \Delta ГК$	$\angle \Delta МК$	$\Delta МК = d + \delta$ $\frac{\Delta d}{\Delta d' = \Delta d' \cdot n^{(зем)}}$
$\angle ИК$	$\angle ИК$	d
α	α	δ (по КК)
$ПУ\alpha$	$ПУ\alpha$	$\Delta МК$

Обратная задача (перевод румбов). МК при $\delta < 5^\circ$

Гирокомпас	Магнитный Компас	
$\angle ПУ\alpha$	$\angle ПУ\alpha$	
α	α	
$\angle ИК$	$\angle ИК$	d_k (с карты)
$\angle \Delta ГК$	d	$\frac{\Delta d}{\Delta d' = \Delta d' \cdot n^{(зем)}}$
$\angle ГКК$	$\angle МК \Rightarrow \delta$ (из т. дев.	d
	δ по МК)	δ (по КК)
	$\angle КК$	$\Delta МК$

Для МК при $\delta > 5^\circ$

Магнитный Компас	d_k (с карты)
$\angle ПУ\alpha$	$\frac{\Delta d}{\Delta d' = \Delta d' \cdot n^{(зем)}}$
α	d
$\angle ИК$	δ (по КК)
d	$\Delta МК$
$\angle МК \Rightarrow \delta_1$ (из т. дев.	$\angle ИК$
δ_1 по МК)	$\angle \Delta МК$
$\angle КК_1 \Rightarrow \delta$ (по КК ₁)	$\angle КК$

$\angle ПУ\epsilon$
$\angle ПУ\alpha$
β
$\angle ПУ\beta$
$\angle ИК$
β
$\angle ПУ\epsilon$
$\angle ИК$
ϵ
$\epsilon = \alpha + \beta$

Различные случаи расчёта, расстояния и времени

$$k_L = 1 + \frac{\Delta L}{100}$$

Без течения или течение учитывается графически

Дано:	Дано:	Дано:	Дано:
T_1 OL_1	T_1 OL_1	T_1 OL_1	T_1 OL_1 <small>Снято с карты</small>
T_2 OL_2	? OL_2	T_2 ?	? ?
$\frac{OL_2}{OL_1} =$	$\frac{OL_2}{OL_1} =$	$\frac{T_2}{T_1} =$	$POЛ = \frac{S_n}{k_L}$
$\frac{POЛ}{POЛ} =$	$\frac{POЛ}{POЛ} =$	$\frac{\Delta T}{\Delta T} =$	$\frac{OL_1}{POЛ} =$
$S_n = POЛ \cdot K_L$	$S_n = POЛ \cdot K_L$	$S_n = V_c \cdot \frac{\Delta T}{60}$	$\frac{POЛ}{OL_2} =$
	$\Delta T = \frac{S_n}{V_c} \cdot 60$	$POЛ = S_n / K_L$	$OL_2 =$
	$T_1 =$		$\Delta T = \frac{S_n}{V_c} \cdot 60$
	$\frac{\Delta T}{T_2} =$		$T_1 =$
	$T_2 =$	$\frac{OL_1}{OL_2} =$	$\frac{\Delta T}{T_2} =$

При попутном или встречном течении

Дано:	Дано:	Дано:	Дано:
T_1 OL_1	T_1 OL_1	T_1 OL_1	T_1 OL_1 <small>Снято с карты</small>
T_2 OL_2	? OL_2	T_2 ?	? ?
$\frac{OL_2}{OL_1} =$	$\frac{OL_2}{OL_1} =$	$\frac{T_2}{T_1} =$	$\Delta T = \frac{S_n}{V_c \pm V_r} \cdot 60$
$\frac{POЛ}{POЛ} =$	$\frac{POЛ}{POЛ} =$	$\frac{\Delta T}{\Delta T} =$	$T_1 =$
$S_n = POЛ \cdot K_L$	$S_n = POЛ \cdot K_L$	$S_n = V_c \cdot \frac{\Delta T}{60}$	$\frac{\Delta T}{T_2} =$
$\frac{T_2}{T_1} =$	$\Delta T = \frac{S_n}{V_c} \cdot 60$	$POЛ = \frac{S_n}{k_L}$	$S_n = V_c \cdot \frac{\Delta T}{60}$
$\frac{T_1}{\Delta T} =$	$T_1 =$	$\frac{OL_1}{OL_2} =$	$POЛ = \frac{S_n}{k_L}$
$S_n = S_n + V_r \cdot \frac{\Delta T}{60}$	$\frac{\Delta T}{T_2} =$	$OL_2 =$	$\frac{OL_1}{POЛ} =$
	$T_2 =$		$OL_2 =$
	$S_n = S_n + V_r \cdot \frac{\Delta T}{60}$	$S_n = S_n + V_r \cdot \frac{\Delta T}{60}$	

Дрейф - отклонение судна от линии истинного курса под действием ветра.

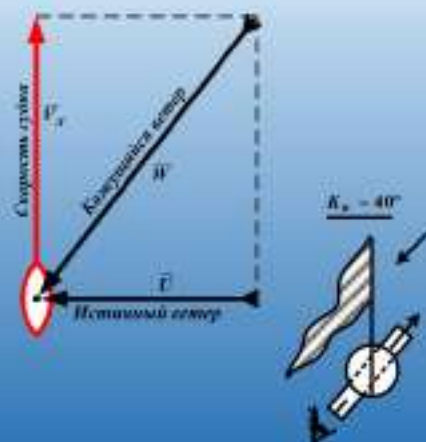
Величина дрейфа зависит:

1. От размеров и формы надводной части судна
2. От осадки, размеров и формы обводов подводной части судна
3. От скорости (силы) ветра и скорости судна
4. От направления ветра или его курсового угла ($KУ$)

Различают истинный и кажущийся (вымпельный) ветер.

Истинный ветер – ветер, который наблюдается относительно водной поверхности и характеризуется: направлением (K_U) и скоростью (U).

Кажущийся (вымпельный) ветер – ветер, который наблюдается непосредственно на движущемся судне, суммарный ветер, складывающийся из вектора истинного ветра (U) и вектора скорости хода судна (V) характеризуется: направлением (K_W) и скоростью (W).



Направление ветра (K_U или K_W) определяется в градусах в круговой системе счета направлений от 0° до 360° и той точкой горизонта «откуда дует ветер».

Ветер дует в компас

Линия пути при дрейфе – линия движения судна с учётом дрейфа.

Угол дрейфа α – угол между линией пути при дрейфе и истинным курсом.

Путевой угол при дрейфе $ПУ_\alpha$ – угол между северной частью истинного меридиана и направлением линии пути при дрейфе



$$ПУ_\alpha = ИК + \alpha$$

При расчётах:

- **положительный $+\alpha$** , если ветер дует в левый борт (левый галс) и разворачивает по часовой стрелке
- **отрицательный $-\alpha$** если ветер дует в правый борт (правый галс) и разворачивает против часовой стрелки.

(Учёт дрейфа, предвычисление прихода в заданную точку (ETA))

00.54 ОЛ=41,8 $\varphi_c = 43^\circ 18,1'N$, $\lambda_c = 39^\circ 51,0'E$. Дали ППХ $V_c = 11,7$ узлов $\Delta L = -2,5\%$. Легли на ПУ = $290,0^\circ$ учитываем дрейф 5° от SW ветра. Рассчитать время и ОЛ при прохождении траверза маяка Сочинский
T=? ОЛ=? Прошли траверз маяка Сочинский.

00.54 ОЛ=41,8 $\varphi_c = 43^\circ 18,1'N$ Наносим указанные
 $\lambda_c = 39^\circ 51,0'E$ координаты на карту
 ПУ_а = $290,0^\circ$
 $\alpha = +5,0^\circ$ Так как ветер л/б, знак α «+»
 ИК = $285,0^\circ$ ИК = $287,0^\circ$ к ИК курсу прибавляем
 $\Delta ГК = -2,0^\circ$ КУ = 90° КУ = 90° (траверз)
 ГKK = $287,0^\circ$ ИП = $17,0^\circ$ Получаем ИП мк. Сочинский при
 траверзе проводим на карте

$S_x = 14,4$ мили От точки начала движения до точки
 пересечения с траверзом снимаем
 расстояние с карты

$$K_n = 0,975 \quad \text{РОЛ} = \frac{S_x}{K_n} \quad \Delta T = \frac{S_x}{V_c} \cdot 60$$

$$\text{РОЛ} = 14,7 \quad \Delta T = 74'' = 01'14''$$

$$^+ \text{ОЛ}_1 = 41,8 \quad ^+ T_1 = 00 54$$

$$\text{ОЛ}_2 = 56,5 \quad T_2 = 02'08''$$

02.08 ОЛ=56,5

1. Отмечаем начальную точку (φ_c , λ_c)
2. Рассчитываем значение ИК и из начальной точки, проводим **линию пути**, совпадающую при отсутствии дрейфа и течения со значением истинного курса **ИК**
3. Рассчитываем пройденный путь S_x , откладываем по проведенной линии пути
4. Около начальной точки, на свободном месте записываем время начала движения **T** и отсчёт лага **ОЛ** – (в примере $\frac{10.03}{33,5}$)

Вдоль линии пути: (в примере ГKK $64,0^\circ (+1,0^\circ)$)
 Знак равенства между ГKK и значением не ставится
 Указывается величина и знак принятой поправки компаса.

Пример построения на карте



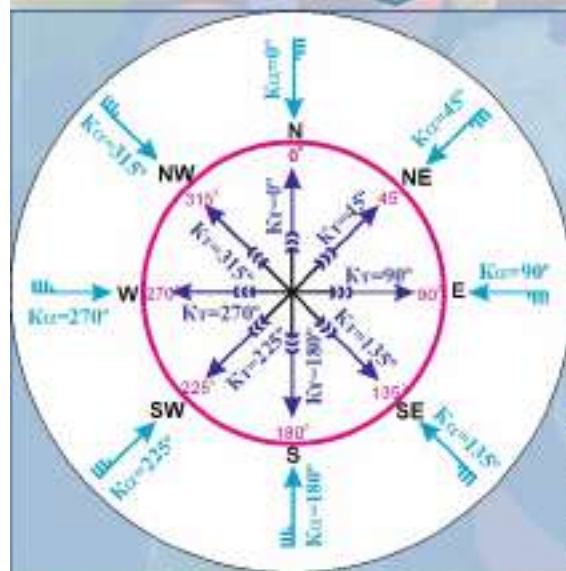
Пример заполнения судового журнала

Время	
00.54	ОЛ=41,8 $\varphi_c=43^\circ 18,1'N$, $\lambda_c=39^\circ 51,0'E$. Легли на ГKK=287,0°(-2,0°), дрейф
	5° л/б
02.08	ОЛ2 = 56,5

Морские течения
горизонтальные
перемещения водных масс
в морях и океанах

Сведения о течениях приводятся в:

- 1) Атласах течений
- 2) Атласах физико-географических данных морей и океанов
- 3) лоциях
- 4) навигационно-гидрографических обзорах и руководствах
- 5) на навигационных морских картах
- 6) на специальных картах течений



Скорость течения называется расстояние, на которое перемещаются водные массы в единицу времени.

Измеряется в узлах (миль/час)

Обозначается V_T

Направление течения определяется той точкой горизонта, куда оно направлено - «течение вытекает из компаса»

Измеряется в градусах, от 0° до 360°

Обозначается K_T

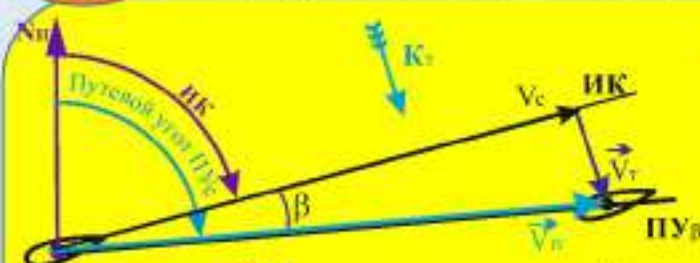
Элементы течения (K_T , V_T) могут быть определены

- с помощью абсолютного гидроакустического лага,
- по высокоточным наблюдениям
- с помощью поплавков - при стоянке судна на якоре

Виды течений

постоянные временные приливное отливное

1. **Постоянные течения** - течения, направление и скорость которых длительное время остаются постоянными (Гольфстрим, Куро-Сию, Бразильское и др.)
2. **Периодические течения** - течения, направление и скорость которых непрерывно изменяются, периодически повторяя свои элементы (приливо-отливные)
3. **Временные течения** - течения, которые действуют короткий промежуток времени (ветровые, сгонно-нагонные и др.)



Угол сноса (β) → угол между линией истинного курса и линией пути судна
от 0° до 180° правый борт (+), левый борт (-)

Линия пути судна при течении - линия, по которой перемещается центр массы судна относительно дна

Путевой угол судна при течении ($ПУ_\beta$) $ПУ_\beta = ИК + \beta$
угол между северной частью истинного меридиана $ИК = ПУ_\beta - \beta$
и направлением перемещения центра массы судна $\beta = ПУ_\beta - ИК$

- рассчитываем $ПУ_\alpha$ (ИК) и наносим его на карту
- берём циркулем расстояние, равное величине скорости V_c и откладываем из начальной точки на $ПУ_\alpha$ (ИК)
- из полученной точки откладываем вектор течения, то есть его направление K_t и величину его скорости V_t
- из начальной точки и через окончание вектора скорости проводим линию пути судна $ПУ_\beta$ ($ПУ_\beta$)
- на $ПУ_\alpha$ (ИК), откладываем пройденное расстояние S_n
- направлением течения переносим эту точку на $ПУ_\beta$ ($ПУ_\beta$), это и есть искомая точка в которую мы придём при наличии течения

Прямая задача учёта течения



Обратная задача учёта течения

- Проводим на карте $ПУ_\beta$ ($ПУ_\beta$)
- из начальной точки проводим вектор течения
- берём циркулем скорость судна V_c и из конца вектора течения делаем засечку на $ПУ_\beta$, соединяем конец вектора течения с полученной точкой
- переносим параллельно полученную линию в начальную точку, это и есть наш искомый $ПУ_\alpha$ (ИК)
- транспортиром снимаем его значение с карты и рассчитываем ГКК(КК) и угол сноса течением β .
- рассчитываем пройденное по лагу расстояние S_n
- откладываем его на полученном $ПУ_\alpha$ (ИК)
- направлением течения переносим его на $ПУ_\beta$ ($ПУ_\beta$)



Определение места судна или обсервация - процесс получения координат места судна по данным внешних источников навигационной информации

Источниками навигационной информации являются специально созданные сооружения или устройства

- навигационные знаки
- радионавигационные системы
- космические навигационные системы и пр.

Естественные объекты

- Звезды и планеты
- приметные горы, мысы, устья рек и пр.

Навигационные ориентиры - объекты с отличительными признаками и известным положением или известным законом изменения положения, наблюдаемые для ОМС

Результатом наблюдения навигационного ориентира, является

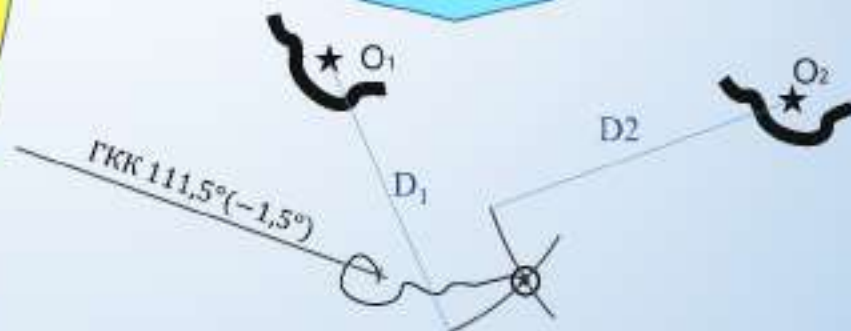
Навигационный параметр — физическая величина, определяющая положение судна относительно навигационного ориентира.

К навигационным параметрам относятся: направления, углы, расстояния, разности расстояний, скорости изменения расстояний и пр.

Счисление подвержено ошибкам накапливающимся со временем. Правильно проведенная обсервация даёт более точное место, чем счисление

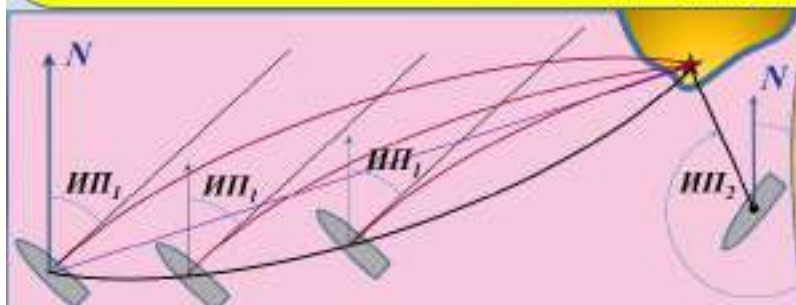
Исходя из способа ОМС можно выделить группы:

- визуальные определения
- астрономические определения
- радиотехнические определения



В результате обработки навигационных параметров, место судна может быть получено в виде географических координат или точки на карте. Такое место судна называется **обсервованным**, а полученные координаты - **обсервованными**. Они обозначаются (φ_0, λ_0) .

Навигационная изолиния - линия, каждая точка которой соответствует одному и тому же значению навигационного параметра

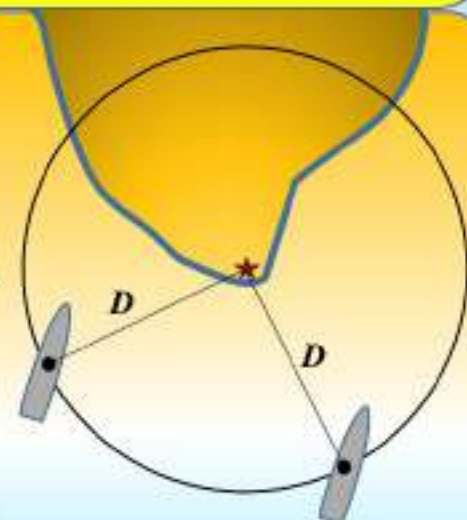


Изоазимута, изолиния равных азимутов –

- это линия, в каждой точке которой пеленг (азимут) с судна на ориентир остаётся постоянным ($ИП_0$); при измерении пеленга луч распространяется по ортодромии;
- при малых расстояниях обе линии можно считать прямыми и совпадающими друг с другом ($ИП_2$)

Изостадия, изолиния равных расстояний – получается при измерении расстояния.

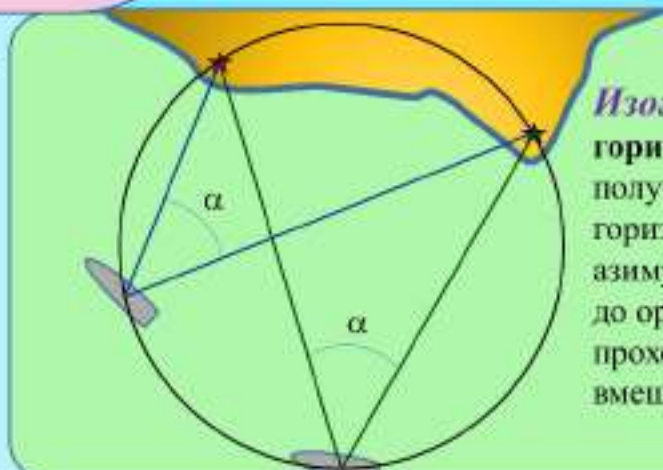
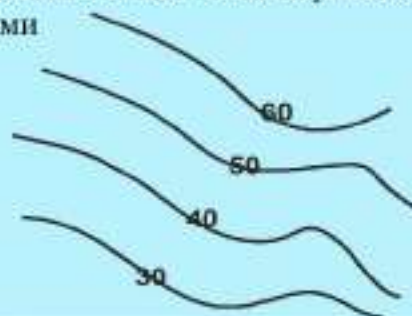
Это окружность, проведенная из точки, в которой расположен ориентир с радиусом, равным измеренному расстоянию



К изостадии, по смыслу близок

круг равных высот – получается при измерении высоты светила, окружность, с центром в полюсе освещения светила, с радиусом равным зенитному расстоянию светила

Изобата, изолиния равных глубин – получается при измерении глубин. Это линия, соединяющая точки с равными глубинами



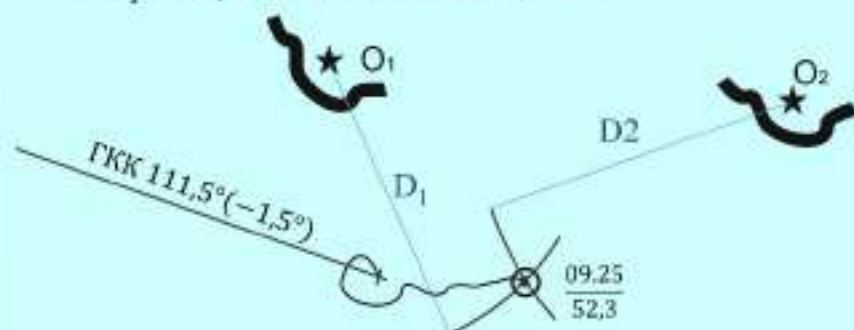
Изогона, изолиния равного горизонтального угла –

получается при измерении горизонтального угла или разности азимутов. При малых расстояниях до ориентиров это окружность, проходящая через ориентиры и вмещающая измеренный угол

Графические методы, получение obserвованного места построениями на карте, делятся на два вида

- непосредственное нанесение изолиний на карту
- использование карт с сетками изолиний

Обсервованное место судна, полученное визуальными способами, обозначается условным знаком \odot . Рядом дробь, в числителе время измерения, в знаменателе отсчет лага



Расхождение одномоментных счислимых и obserвованных координат места судна называется **невязкой C**.

Невязка характеризуется направлением от счислимого места к obserвованному и расстоянием. Невязка изображается волнистой линией, эта линия пересекает счислимый курс позади счислимого пути.

В судовом журнале направление невязки указывается с точностью до 1° , а ее величина — с точностью до 0,1 мили. Например, $C = 89^\circ - 1,2$ мили.

Аналитический метод реализуется с помощью вычислительной техники.

Существуют разные вариации,

- математическое решение системы уравнений
- Численные методы решения
- Математическое решение обобщенного метода линий положения

При **графоаналитическом методе**, задача частично решается аналитически, а затем производятся графические построения на карте или листе бумаги. Как правило, графическое решение обобщенного метода линий положения

Организация работы штурмана при ОМС:

- Выбор способа определения места судна и подбор береговых навигационных ориентиров
- Подготовка приборов и инструментов, с помощью которых будут производиться наблюдения
- Опознание выбранных навигационных ориентиров местности
- Измерение навигационных параметров
- Обработка наблюдений
- Нанесение obserвованного места судна на путевую навигационную карту.
- Анализ произведенной обсервации.
- Заполнение судового журнала

Угол между пеленгами должен быть не менее 30° , в идеале, для двух ориентиров близок к 90° , для трёх к 120°

Первыми следует брать пеленги на курсовых углах близких к диаметральной плоскости, последними на траверзных курсовых углах

Если треугольник погрешностей мал и его стороны не более 5 мм на карте, то точка ставится в центре треугольника

При большом треугольнике, производим его анализ

Если основная ошибка систематическая, то производим разгон треугольника погрешностей, для чего:

- к каждому пеленгу «+» или «-» 2° - 3° и проводим их на карте
- аналогичные углы соединяем прямыми
- точке пересечения прямых получаем obserвованное место

Если ориентиры с разных сторон горизонта, obserвованное место внутри треугольника, если с одной стороны, то снаружи

Если основная ошибка случайная, obserвованное место на пересечении антимедиан



При совместном воздействии ошибок, применяем оба способа, искомое место находим между ними



- До 12 узлов, наблюдения можно считать одновременными, если затрачено не более 0,5 мин
- Более 12 узлов и на малых расстояниях (2-3 миль) необходимо измерять пять пеленгов: первые три пеленга обычным порядком, а затем повторно – пеленги второго и вслед за ним первого ориентиров – $КП'_1, КП'_2, КП'_3, КП''_2, КП''_1$

$$КП_1 = \frac{КП'_1 + КП''_1}{2} \quad КП_2 = \frac{КП'_2 + КП''_2}{2}$$

$КП_3$ третьего ориентира оставляют без изменений

Определение места судна по двум горизонтальным углам

Один из самых точных визуальных методов

Ориентиры и считаемое место судна не должны находиться на одной окружности

Место на карте получают

С помощью кальки или протрактора

- устанавливаем на протракторе или наносим на кальку оба вычисленных угла
- совмещаем протрактор или кальку с картой так, чтобы все три пеленга совпали со своими ориентирами;
- в точке пересечения пеленгов на протракторе или кальке наносим наблюдаемое место судна

Построением окружностей, вмещающих измеренный угол

- Соединяем два ориентира линией (базой)
- из середины базы проводим перпендикуляр
- из маяка проводим линию под углом $90^\circ - \alpha$ к базе
- в пересечении \perp получаем центр окружности
- проводим окружность
- повторяем действия для второй пары маяков
- на пересечении двух окружностей наблюдаемое место

Измерения производятся с помощью секстана

- Секстаном измеряют два горизонтальных угла между ориентирами, исправляют поправкой $i + s$ или компаса
- Компасом измеряют компасные пеленги,
- Пересчитывают их в два горизонтальных угла.

Пример расчёта

ИП (с карты)	Ориентир	ГКП	α	$\Delta ГК = ИП - ГКП$
324,5°	Мк. Первый	326,0°		324,5 - 326,0 = -1,5°
		$\alpha_1 = ГКП_2 - ГКП_1 =$	56,5°	
21,0°	Мк. Второй	22,6°		21,0 - 22,6 = -1,6°
		$\alpha_2 = ГКП_3 - ГКП_2 =$	72,0°	
93,0°	Мк. Третий	94,4°		93,0 - 94,4 = -1,4°

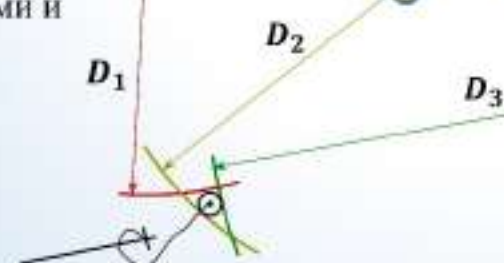
$\Delta Гк = - 1,5$

Для вычисления поправки компаса

- из полученной точки максимально точно снимаем истинные пеленги (ИП) на объекты,
- по формуле $\Delta ГК = ИП - ГКП$ рассчитываем поправки компаса для каждого пеленга,
- находим среднюю поправку

Угол между изолиниями не менее 30° , в идеале, для двух ориентиров близок к 90° , для трёх к 120°

Дистанции до ориентиров на море можно определить визуальными методами и при помощи РЛС



Место, определённое визуальным способом, обозначается условным знаком \odot , место определённое при помощи РЛС обозначается условным знаком \otimes

Разгон треугольника погрешностей производится аналогичным пеленгам способом. Дистанции изменяются на равную величину. Соответствующие углы полученных треугольников соединяются отрезками, на их пересечении искомое место

Измерения расстояний до ориентиров выполняют в определенной последовательности, первыми измеряются дистанции, близкие к траверзу, последними - на острых курсовых углах

Определение расстояния по вертикальному углу

$$D = \frac{13 h}{7 \alpha}$$

h – высота маяка над его основанием или урезом воды, берётся из пособий или с карты
 α – вертикальный угол, который измеряют с помощью секстана между вершиной ориентира и его основанием или вершиной и урезом воды у береговой черты.

Для приведения измерений к одному времени по трём дистанциям надо измерить пять расстояний: первые три дистанции обычным порядком, а затем повторно – дистанции второго и вслед за ним первого ориентиров

$$D'_1, D'_2, D_3, D''_2, D''_1$$

$$D_1 = \frac{D'_1 + D''_1}{2}; \quad D_2 = \frac{D'_2 + D''_2}{2}$$

D_3 – остаётся без изменений.

Радиолокатор предназначен для безопасного расхождения судов и для определения места судна вблизи берега

- точечные ориентиры, размерами можно пренебречь
- пространственные ориентиры, не имеют ясных точек

Для расстояний РЛС имеет довольно высокую точность $m_d = \pm 0,2$ кбт

Точность пеленгов низкая, СКП $m_{\text{рпн}}$ растёт с расстоянием для точечных объектов СКП $m_{\text{рпн}} = \pm 1,0^\circ$, для пространственных ориентиров $m_{\text{рпн}} = \pm 2,0^\circ + 3,0^\circ$

Возможности:

- ОМС по измеренным пеленгам и дистанциям до точечных и пространственных ориентиров;
- опознавание побережья;
- обнаружение надводных навигационных опасностей;
- обнаружение движущихся судов и других плавающих надводных объектов.

Радиолокация
обнаружение в пространстве различных объектов при помощи радиоволн



Изображение может быть ориентировано "по норду" или "по курсу"

После компаса важнейшее средство судовождения

Судовая РЛС предоставляет возможность измерять расстояния и курсовые углы до надводных объектов, а в сопряжении с гирокомпасом пеленги

Относительное движение (ОД) - свое судно в центре экрана, а объекты перемещаются по линии относительного движения (ЛОД)

Истинное движение (ИД), центр развертки (свое судно) перемещается на экране по линии курса, а неподвижные объекты остаются на своих местах

Недостатки:

- Наличие мёртвой зоны и теневых секторов
- искажение объектов на экране РЛС
- существенное влияние метеорологических факторов
- наличие специфических радиолокационных помех, особенно в местах скопления судов.

Морской радиомаяк - устройство, имеющее известное фиксированное положение и передающее специальные радиосигналы в определенном порядке на известной частоте

Круговые радиомаяки (КРМ^К)

Необходим **Радиопеленгатор** – прибор для определения направления на источники электромагнитных колебаний, разделяются на **слуховые** и **визуальные**



- ОРКУ** – отсчёт радиокурсового угла
- f** – радиодевияция (из таблицы)
- РКУ** – радиокурсовой угол
- ψ** – ортодромическая поправка
- КУ (лок.)** – локсодромический курсовой угол
- ИК** – истинный курс
- ИП (лок.)** – истинный пеленг на РМК

Комбинированные радиомаяки

Синхронизированы со звукооповещательной установкой, что позволяет измерять расстояние до радиомаяка по разности во времени прохождения звукового и радио сигналов от маяка до судна.

Радиолокационные маяки

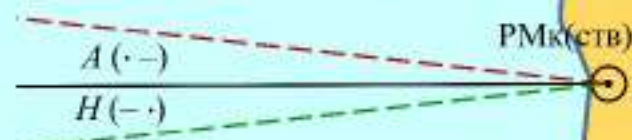
Работают в трехсантиметровом и (или) десятисантиметровом диапазонах частот судовых радиолокационных станций.

На экранах РЛС показываются направления на маяк

- РЛМ^К отв (Ракон) – радиолокационный маяк-ответчик, можно определить пеленг на маяк и расстояние до него
- РЛМ^К (Рамарк) – непрерывный радиолокационный маяк, только пеленг

Створные радиомаяки СРМ^{КН} предназначены

для обеспечения плавания по прямолинейным фарватерам



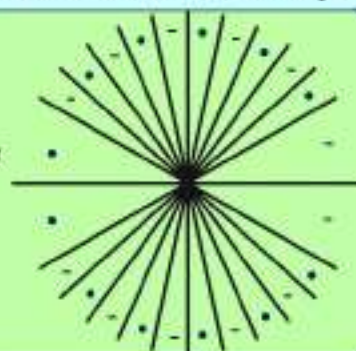
излучают переплетающиеся сигналы, чаще $A (\cdot -)$ и $H (- \cdot)$

- слышны слева и справа от равносигнальной зоны
- в пределах равносигнальной зоны, слышно сплошное тире

Секторные радиомаяки

с веером вращающихся равносигнальных зон, пеленг получают подсчитыванием точек и тире

- большая дальность действия,
- повышенная точность пеленгования
- нет потребности в специальной аппаратуре



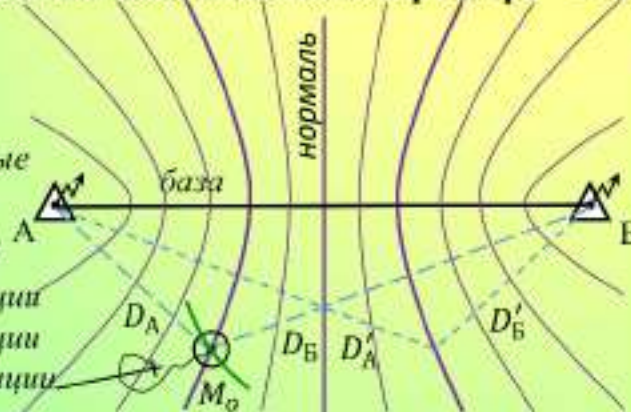
Гиперболические системы

Гиперболические или разностно-дальномерные радионавигационные системы (РНС)

Подразделяются по способу определения навигационного параметра

- фазовые
 - импульсные
 - частотные
 - комбинированные
- по дальности

- неограниченной
- дальней навигации
- средней навигации
- ближней навигации



База - Расстояние между фокусами

Нормаль - изолиния перпендикулярная базе в ее середине

Импульсный метод

Разность расстояний определяется по разности времени прихода импульсов

$$\Delta D = D_1 - D_2 = v \cdot \Delta t$$

Одной и той же разности расстояний ΔD соответствуют 2 изолинии

Для исключения этой неопределенности ведомая станция передает сигналы с постоянным запаздыванием, нормаль смещается к ведомой станции

$$\Delta D = v \cdot (\Delta t - t_1)$$

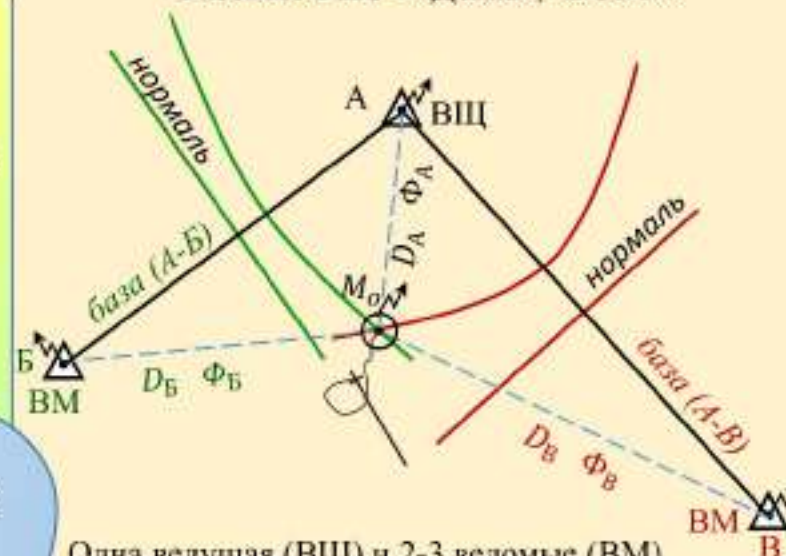
Точность низка

Импульсно-фазовые РНС «Лоран-С» (США), «Чайка» (РФ)

используются 2 метода измерения разности расстояний:

- **импульсный** – для «грубого» определения места судна и устранения многозначности в отсчете;
- **фазовый** – для определения линии положения с высокой точностью

Фазовые РНС - «Декка», «РСВТ»



Одна ведущая (ВЩ) и 2-3 ведомые (ВМ) береговые станции, согласованно излучают радиоволны. На судне по разности фаз, определяют гиперболы

Цепочка РНС «Лоран-С» состоит из одной ведущей станции и 3+4-х ведомых (W, X, Z, Y)

Измеряется промежуток времени между моментами прихода импульсов от ведущей и ведомой станций, в «внутри» импульса измеряется разность фаз

Спутниковая радионавигационная система (СРНС)

второго поколения это:

- глобальная, ультракоротковолновая, всепогодная, круглосуточная, высокоточная, «сетевая» спутниковая радионавигационная система со спутниками на «средневысоких» орбитах,
- обеспечивающая возможность пассивного измерения «псевдодальностей» до нескольких навигационных ИСЗ одновременно
- предназначена для непрерывного определения координат места и абсолютной скорости неограниченного числа подвижных объектов различных классов, в том числе – высокоскоростных и динамичных
- а также для определения точного времени в навигационных и иных целях

Состоит из четырёх компонентов

- Подсистема **навигационных космических аппаратов (НКА)**, космический сегмент
- Подсистема **контроля и управления** - это наземный **командно-измерительный комплекс (КИК)**, обеспечивающий наблюдение и контроль над НКА
- **Блоки функционального дополнения** - режим дифференциальных измерений на региональном уровне
- Подсистема **потребителей**, навигационная структура потребителей СРНС, **АПИ** – автоматические приёмники-индикаторы

Основная задача

- Определение пространственно-временных координат.
- Вычисления выполняются непосредственно в аппаратуре потребителя, на основе принятой беззапросной информации от нескольких ИСЗ с известными координатами
- обеспечивается неограниченная пропускная способность СРНС

В настоящее время

Полностью развёрнуты и действуют две глобальные системы СРНС:

- глобальная система позиционирования GPS NAVSTAR, под управлением США;
- глобальная навигационная спутниковая система ГЛОНАСС, под управлением России.

Помимо этого

- действует региональная китайская система Компас
- в состоянии развёртывания европейская система Галилео

Недостатки:

- **Подчинённость систем военным структурам**
- **Наличие специально разработанных средств РЭБ**
- **Появление эйфории возможностей**

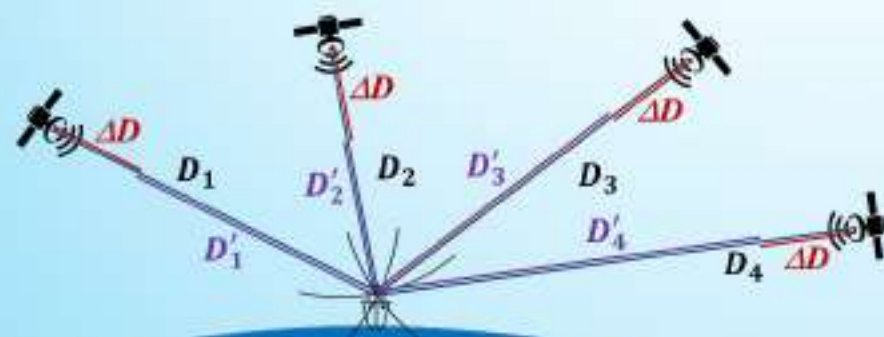
Место объекта определяется тремя поверхностями положения

Навигационная функция - зависимость между навигационными параметрами и компонентами состояния судна

Методы получения навигационных функций:

- разностно-дальномерный (использовался в первом поколении СРНС)
- дальномерный;
- **Псевдодальномерный (используется во втором поколении СРНС)**
- радиально-скоростной
- другие методы и их комбинации

Стабильность частоты навигационных искусственных спутников Земли (**НИСЗ**) $1 \cdot 10^{-13}$ в перспективе $5 \cdot 10^{-15}$ (с/сут.), у Автоматического Приёмоиндикатора (**АПИ**) стабильность частоты времени значительно ниже



Оптимальная высота спутников для горизонтальных координат $20^\circ - 60^\circ$

Чем меньше высота спутника, тем выше точность, но больше помех



ГЛОНАСС GPS/NAVSTAR

Плановое количество спутников - 24

До 30 спутников

Спутники находятся на 3-х средневысотных круговых орбитах на высоте 19400 км с наклонением $64,8^\circ$ и периодом 11 часов 15 минут



До 32 спутников

Спутники находятся на 6-ти средневысотных круговых орбитах на высоте 20200 км с наклонением 55° и периодом 11 часов 58 минут

Совместное использование повышает общую точность

- $D = D' + \Delta D$ - истинное расстояние
- D' - псевдодальность, это дальность полученная по измеренному времени прохождения импульса от **НИСЗ** (часы спутника) до **АПИ** (часы приёмника)
- часы не синхронизированы и их показания различаются на **неизвестную, но одинаковую для всей серии измерений** величину Δt
- $\Delta D = c \cdot \Delta t$ - постоянна для всех спутников, но неизвестна

Имеем 4 неизвестных - пространственные координаты (x, y, z) и ΔD
Для решения необходимо произвести наблюдение 4 спутников

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 меридиана 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.

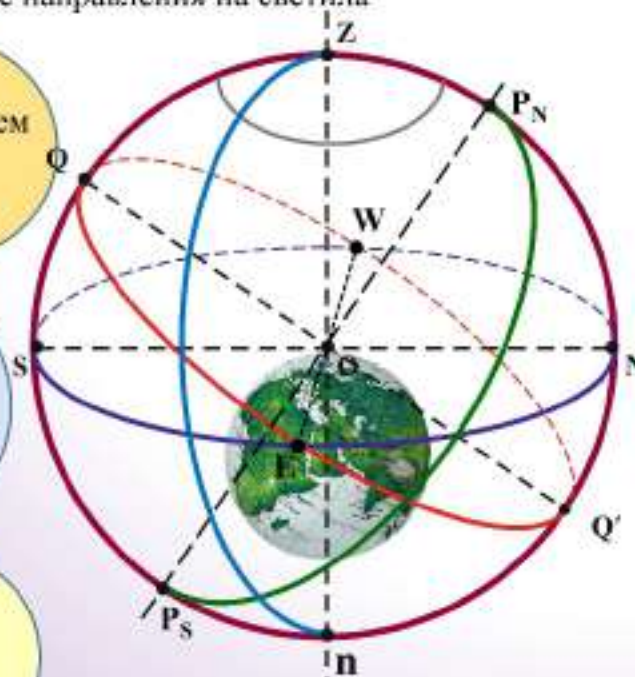
Точки пересечения оси мира с небесной сферой - полюса мира

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

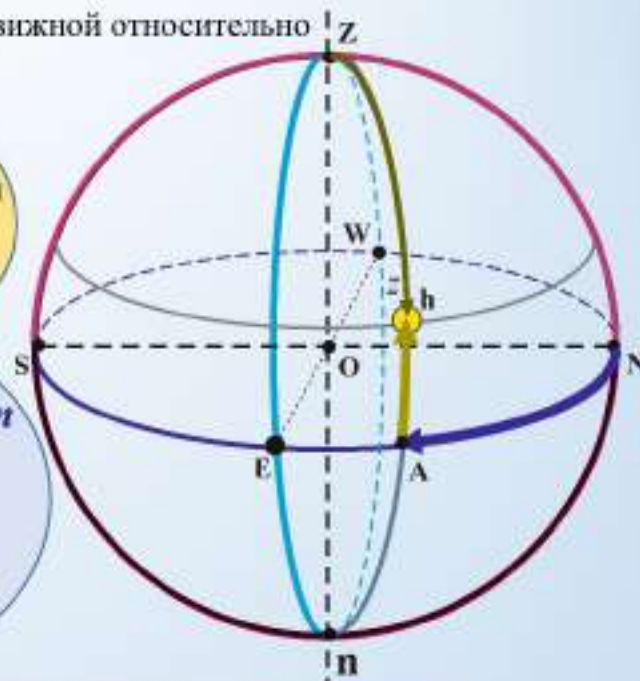
Основные

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

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

Делит небесную сферу 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

Основное направление

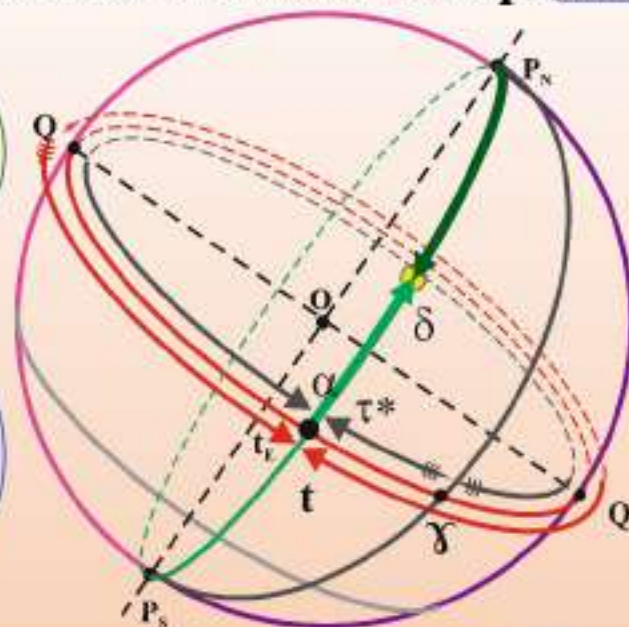
Ось мира - линия параллельная земной оси проходящая через центр небесной сферы. Точки пересечения оси мира с небесной сферой - полюса мира P_N северный и P_S южный

Основные круги

Экватор – большой круг перпендикулярный оси мира, проходит через точки $QO^*Q'W$

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

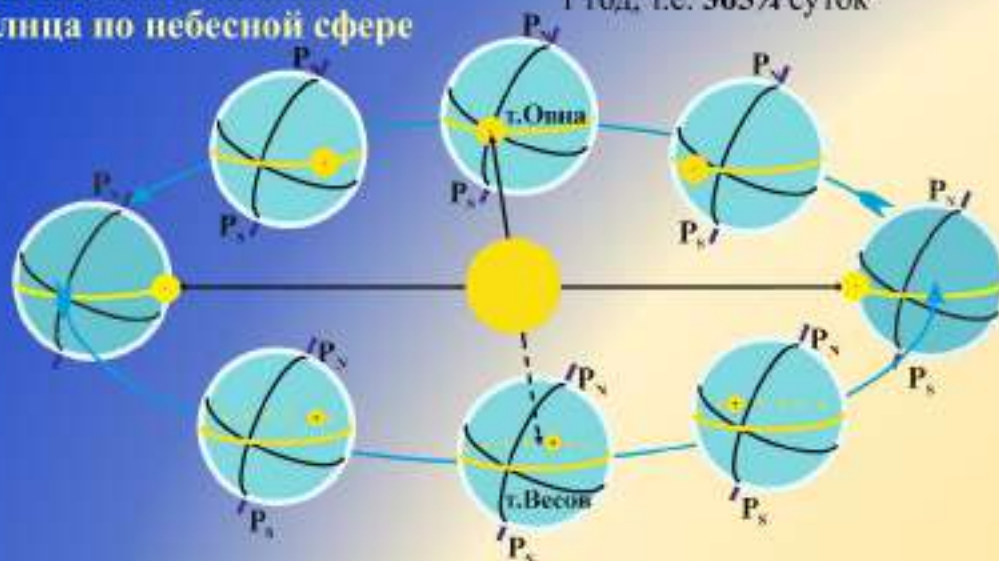
Прямое восхождение α – дуга экватора от т. Овна Υ до меридиана светила, считаемая 0° - 360° в сторону обратную востовым часовым углом.

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

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

Эклиптика - видимый
путь годового движения
Солнца по небесной сфере

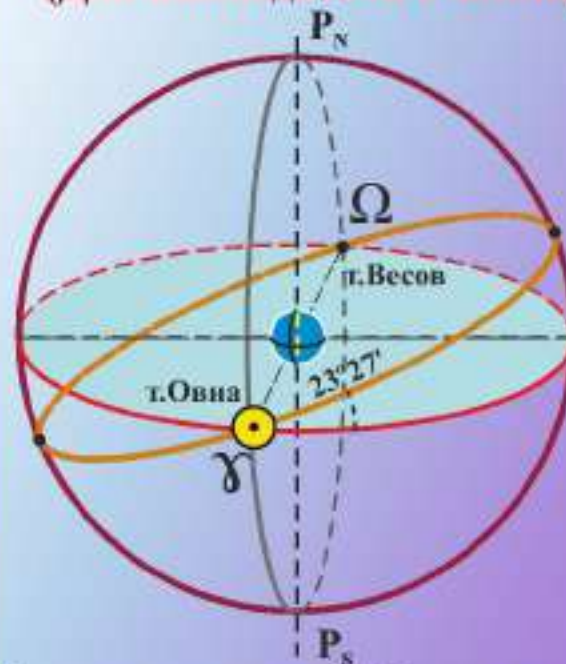
Полный оборот по эклиптике
1 год, т.е. $365\frac{1}{4}$ суток



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

Дата	точка эклиптики	α_{\odot}	δ_{\odot}
21 марта	весеннего равноденствия (точка Овна γ) 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 γ) 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

СЕНТУСОВ
ИЗДАТЕЛЬСТВО

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
(приблизённо)

$$V_L = D + N_2 + L$$

D – дата

N_2 – номер месяца

L – лунное число

Если $V_L > 30$ отнимаем 30

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



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

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

Растущая Луна идёт за Солнцем
Убывающая Луна – перед Солнцем

Лунные числа 2000 - 2030



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;
- собственные колебания атомов вещества;

эпоха (эра) – начальный момент системы летоисчисления.

В настоящее время принято христианское летоисчисление ведущее счёт от рождения Христова. Нулевого года нет.

Тропический год – период движения среднего Солнца, за который его долгота увеличивается на 360° , считается от точки весеннего равноденствия. Именно этот период определяет смену времён года. Средняя продолжительность тропического года с 1 января 2000 года составляет 365,2421897 дней или 365 дней 5 часов 48 минут 45,19 секунды.

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»)**, введен с середины I века до н.э. При Юлии Цезаре, автор египетский астроном Созигенон. 3 года по 365 дней, а 4-й 366 (високосный), отклонение в одни сутки накапливалось за 128 лет;
- **Григорианский календарь («новый стиль»)**, введен в 1582 г. реформой папы Григория XIII (четверг 4.10.1582 г. стали считать следующий день пятницей 15.10.1582 г.).

Последние годы столетий не високосные, кроме тех, у которых число столетий делится на 4 без остатка (2000, 2400 - високосные).

Отклонение в одни сутки за 3280 лет. В СССР введен Декретом Совета Народных Комиссаров, 1 февраля 1918 г. стали считать как 14 февраля 1918 г. До 2100 г. разница будет составлять 13 суток, с 2100 г. – 14 суток

Високосные годы устраняют несовпадение точного числа суток с длительностью года

Юлианская дата (JD) — астрономический способ измерения времени, при котором считается число дней, прошедших начиная с полудня 1 января 4713 до н.э. юлианского календаря. Первый день имел номер 0. На настоящее время 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.

Время может выражаться в градусной мере $1^h = 15^\circ$

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

Звёздное и солнечное время, связаны соотношением

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

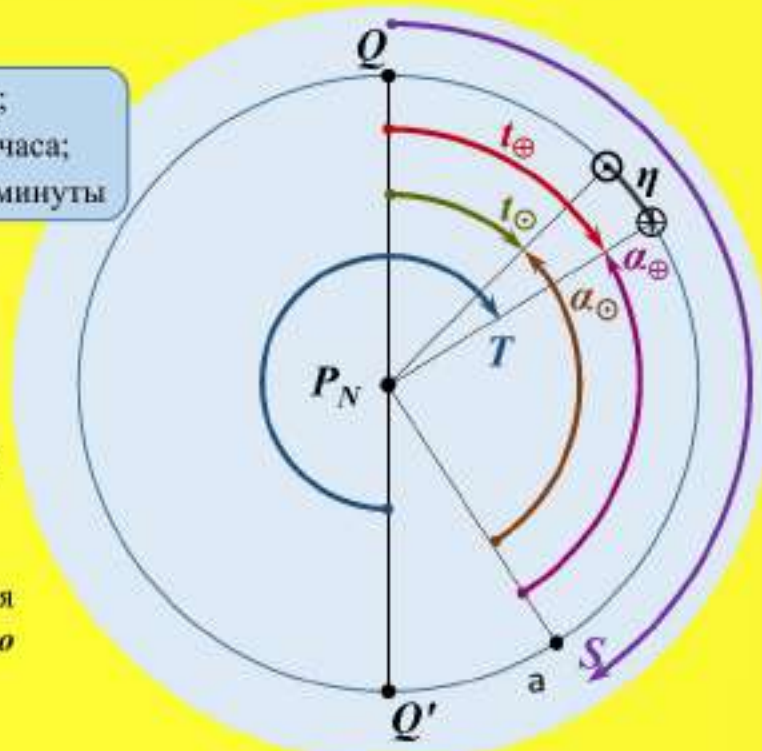
Среднее Солнце (\oplus) - фиктивная точка небесной сферы, движущуюся строго равномерно, сутки ровно 24 часа

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 часовой мере с календарной датой

Для повседневной жизни звёздное время не удобно, поэтому используется солнечное время

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



Уравнение времени η связывает истинное и среднее солнечное время

$$\eta = t_{\oplus} - t_{\odot} = \alpha_{\odot} - \alpha_{\oplus}$$

Системы счёта времени

Система счёта
времени

Астрономический
(основной)

Местное время -
время, считаемое от
данного меридиана

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

Истинное Солнце ☉ – истинное местное время

Среднее Солнце (⊕) – среднее Местное время T_M

Гражданский
Местное время
(стандартное время)

Система счёта времени
принятая на соответствующей
территории или государстве

Гринвичское время (GMT) $T_{гр}$ –

Среднее Местное время меридиана Гринвича

Не более 1 секунды разницы
Согласовывается раз в год

UTC Всемирное время

(уточнённое GMT, атомный стандарт)

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

Поясное время

Принято в 1884 г.

24 часовых пояса по 15° (1^ч) долготы

На территории всего пояса устанавливается одинаковое время
по осевому меридиану

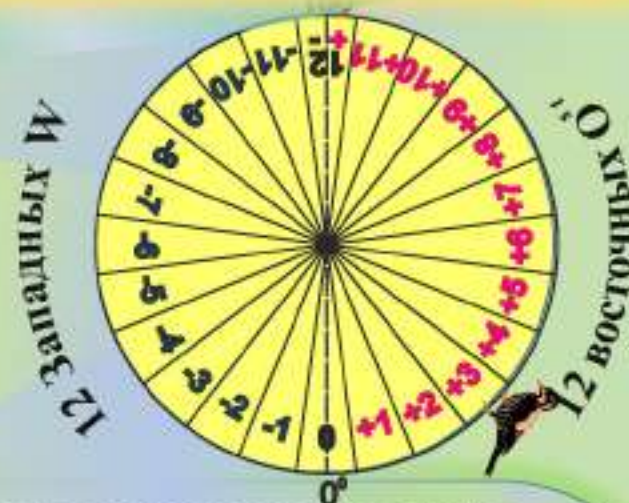
$$T_P = T_{гр} + N \begin{pmatrix} +O^{st} \\ -W \end{pmatrix} \quad N = \frac{\lambda}{15^\circ}$$

номер пояса
округляется

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



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

Измерители времени. Служба времени на судне

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_{zp} с точностью до 1^c .

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

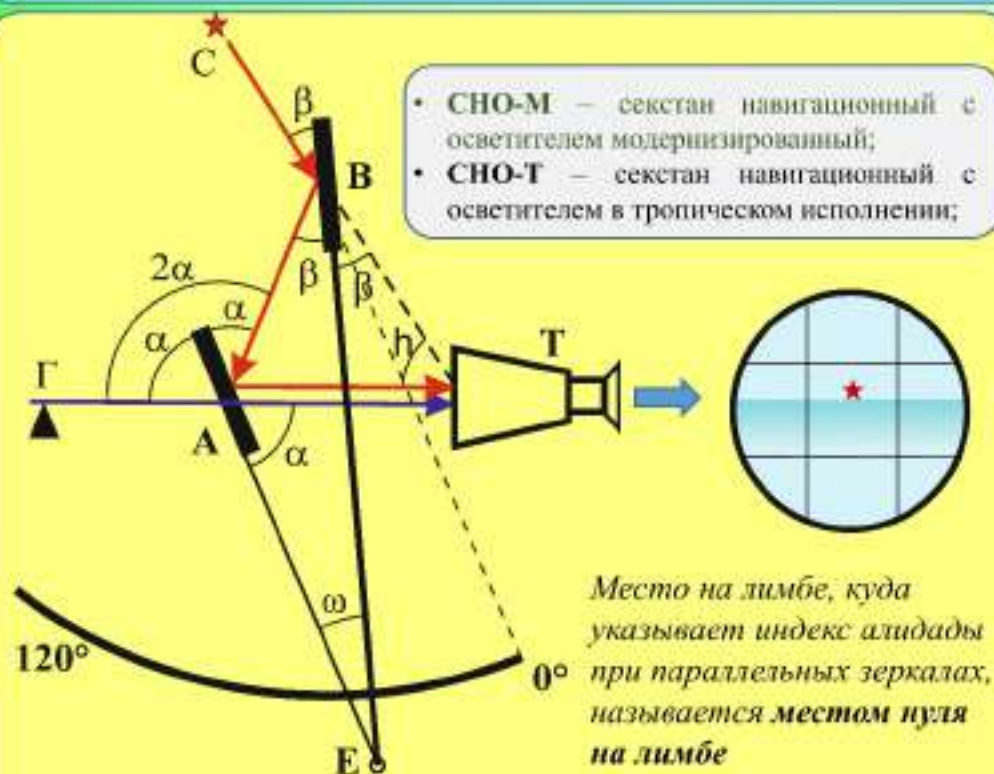
Суточный ход хронометра ω это величина изменения поправки хронометра за одни сутки

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

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 $0,01^a$

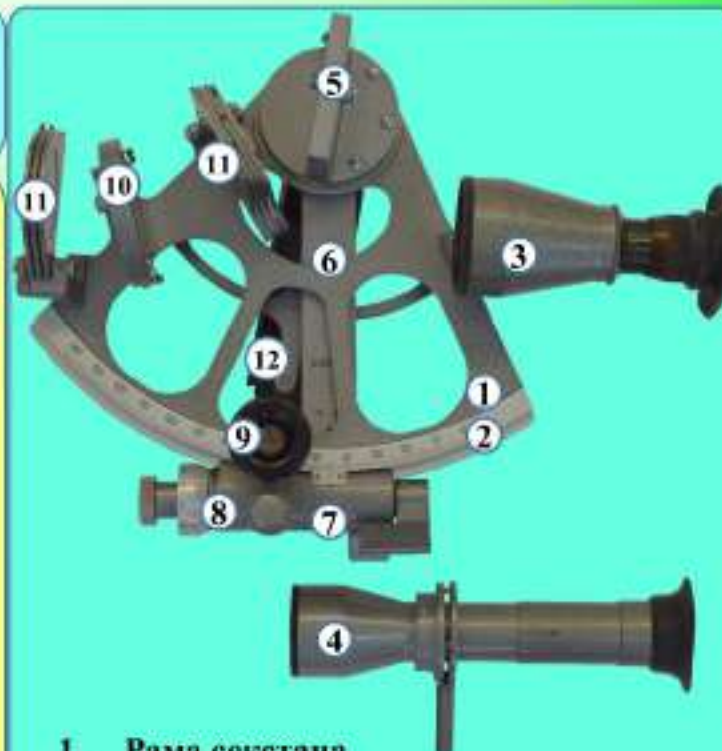
Навигационный секстан – угломерный прибор отражательного типа, предназначенный для измерения вертикальных и горизонтальных углов «с руки»



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. Луна с осветителем
10. Малое зеркало (полупрозрачное)
11. Светофильтры
12. Ручка

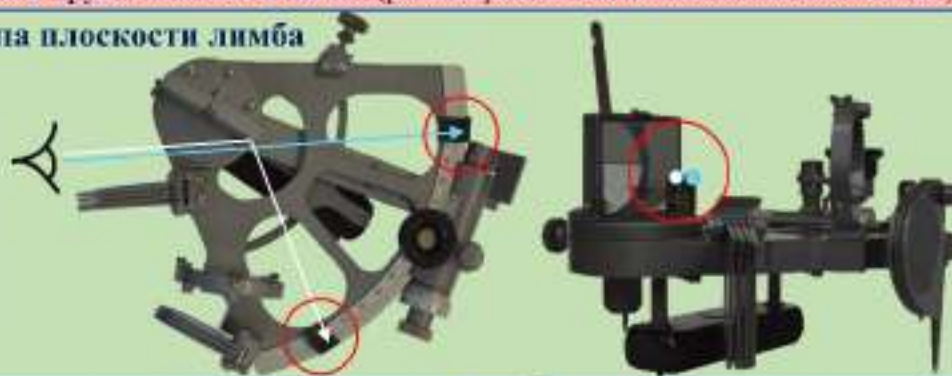
1. Проверка параллельности оптической оси астрономической трубы плоскости лимба (рассматривается в полном конспекте лекций)

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 $i = 360^\circ - oi$

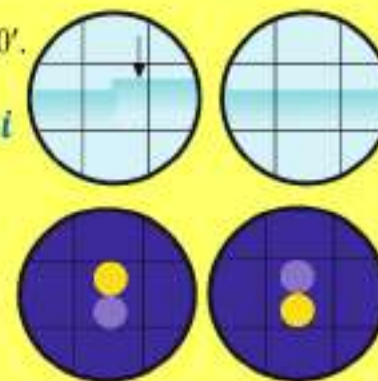
2) По Солнцу. На оба зеркала ставим плотные светофильтры,

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

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

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

Поправка за наклонение видимого горизонта Δh_d

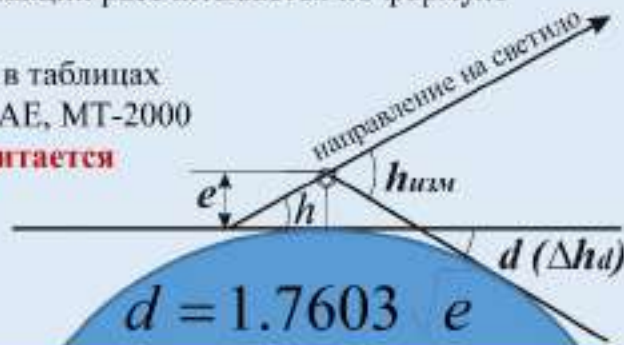
Вертикальный угол между плоскостью истинного горизонта и касательной к видимому горизонту, называется **наклонением** видимого горизонта

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

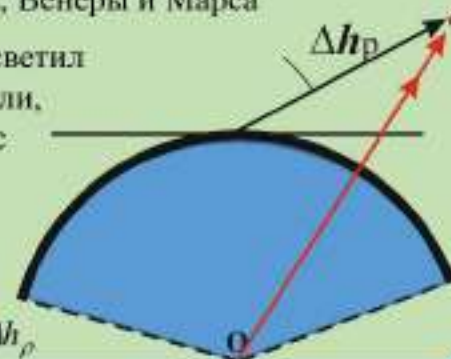
Поправка за параллакс Δh_p

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

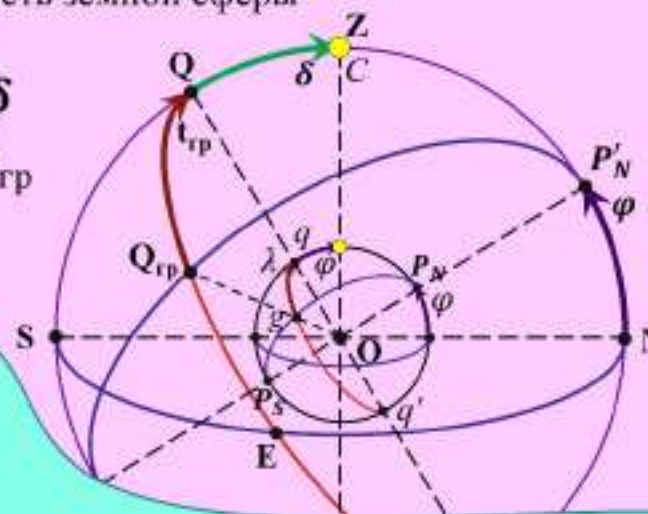


Полус освещения светила – проекция светила на поверхность земной сферы

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

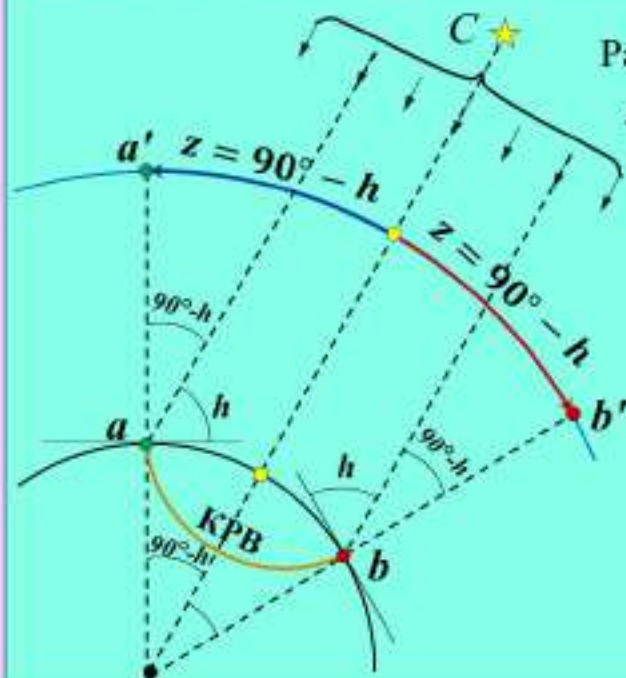
$$\varphi = \delta$$

$$\lambda = t_{\text{гр}}$$



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

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

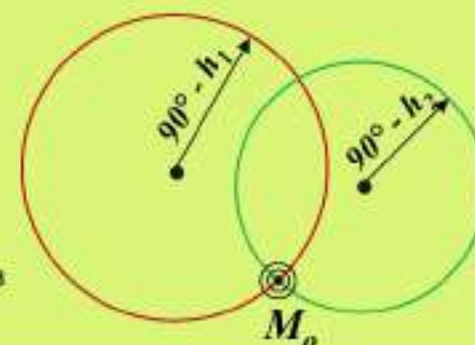
Круг равных высот описывается уравнением

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t_{\text{м}}$$

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

$$Z_c = 90^\circ - h_c$$

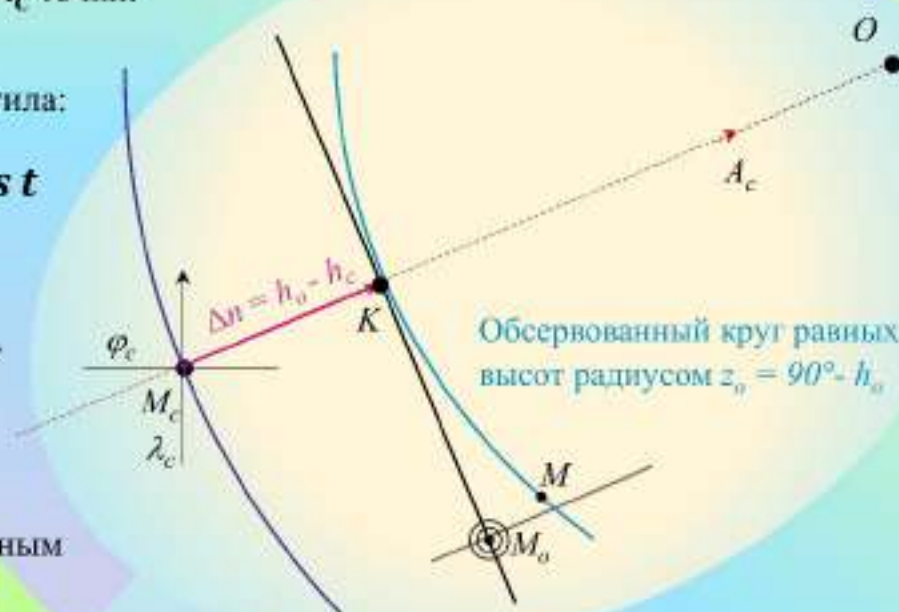
Перенос $\Delta n = h - h_c$

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_o** .



Так как радиус круга равных высот, как правило, на несколько порядков больше расстояния между точками M_c и M_o , 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

$$\Delta \varphi = \frac{n_1 \sin A_2 - n_2 \sin A_1}{\sin(A_2 - A_1)}$$

$$\Delta \lambda = \frac{n_2 \cos A_1 - n_1 \cos A_2}{\sin(A_2 - A_1) \cos \varphi}$$

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

Для верхней кульминации

Для нижней кульминации

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

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

При одинаковых наименованиях «+», при разных «-»

H – меридиональная высота светила;

δ – склонение светила

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

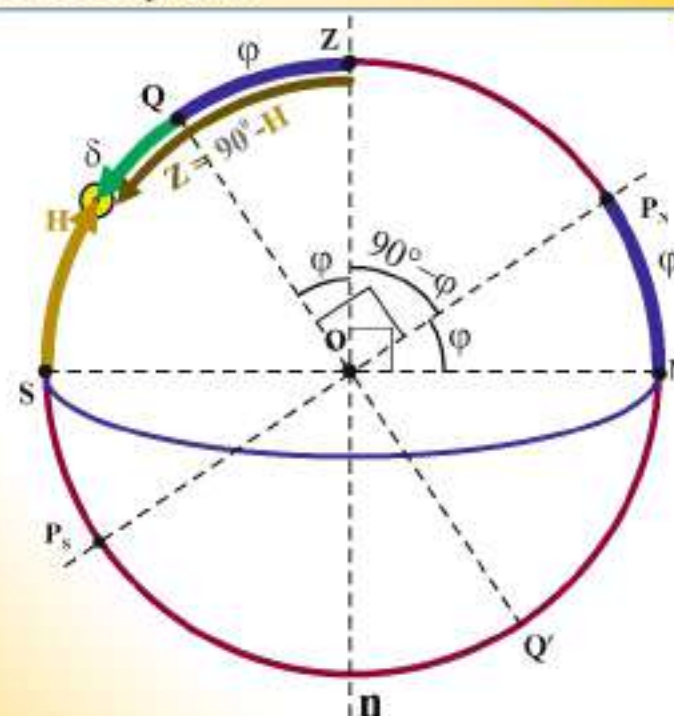
Зенитное расстояние

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

Полярное расстояние

Наименование Z противоположно наименованию H

Наименование H определяется по части горизонта, в которой наблюдается светило



- В период, перед прохождением Солнцем верхней кульминации, делаем ряд измерений высоты, пока она не начнёт убывать. Максимальную высоту принимаем за меридиональную (существуют разные способы измерения)
- Исправляем высоту поправками
- Рассчитываем Z (для верхней кульминации)
- Выбираем из МАЕ склонение Солнца δ
- Находим широту (одноимённые Z и δ «+», разноимённые «-»)

Достоинства

- простое и быстрое решение;
- при решении не нужно точно знать $T_{ГР}$;

Недостатки:

- возможность только одного измерения
- из-за движения судна и постоянного изменения склонения Солнца, измеренная наибольшая высота не является меридиональной.

В классическом способе определения места судна, на момент верхней кульминации засекается время $T_{ГР}$, после чего по разности времени с Гринвичем, рассчитывается долгота

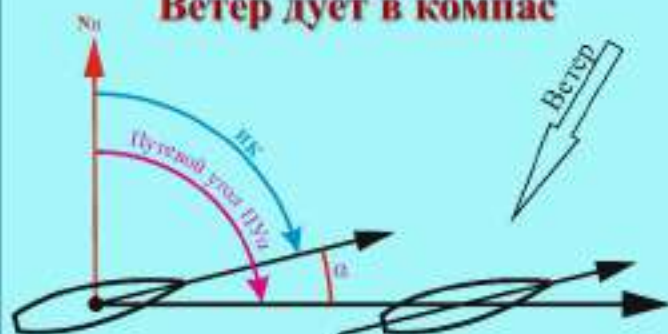
Дрейф - отклонение судна от линии истинного курса под действием ветра.

Линия пути при дрейфе – линия движения судна с учётом дрейфа.

Угол дрейфа α – угол между линией пути при дрейфе и истинным курсом.

Путевой угол при дрейфе $ПУ_{\alpha}$ – угол между северной частью истинного меридиана и направлением линии пути при дрейфе

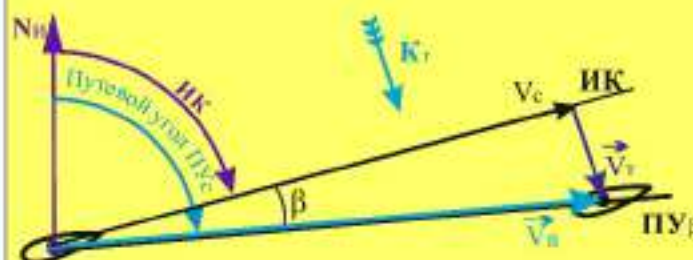
Ветер дует в компас



$$ПУ_{\alpha} = ИК + \alpha \quad \text{При расчётах:}$$

- **положительный** $+\alpha$, если ветер дует в левый борт (левый галс) и разворачивает по часовой стрелке
- **отрицательный** $-\alpha$ если ветер дует в правый борт (правый галс) и разворачивает против часовой стрелки.

Течение вытекает из компаса



$$ПУ_{\beta} = ИК + \beta$$

$$ИК = ПУ_{\beta} - \beta$$

$$\beta = ПУ_{\beta} - ИК$$

Линия пути судна при течении - линия, по которой перемещается центр массы судна относительно дна при воздействии течения

Путевой угол судна при течении ($ПУ_{\beta}$) угол между северной частью истинного меридиана и направлением перемещения центра массы судна

Угол сноса (β) → угол между линией пути судна без учёта течения ($ИК$ или $ПУ_{\alpha}$) и линией пути судна с учётом течения ($ПУ_{\beta}$)

от 0° до 180° правый борт (+), левый борт (–)

Путевой угол суммарного сноса ($ПУ_{\Sigma}$) - угол между северной частью истинного меридиана и направлением линии пути судна при совместном воздействии ветра и течения

Суммарный угол сноса c – угол между истинным курсом и линией пути при совместном воздействии дрейфа и течения

$$c = \alpha + \beta;$$

$$ПУ_{\Sigma} = ИК + c$$

$$c = ПУ_{\Sigma} - ИК$$

$\pm ИК$

$\pm \frac{\alpha}{ПУ_{\alpha}}$

$\pm \frac{\beta}{ПУ_{\beta}}$

$\pm \frac{c}{ПУ_{\Sigma}}$

