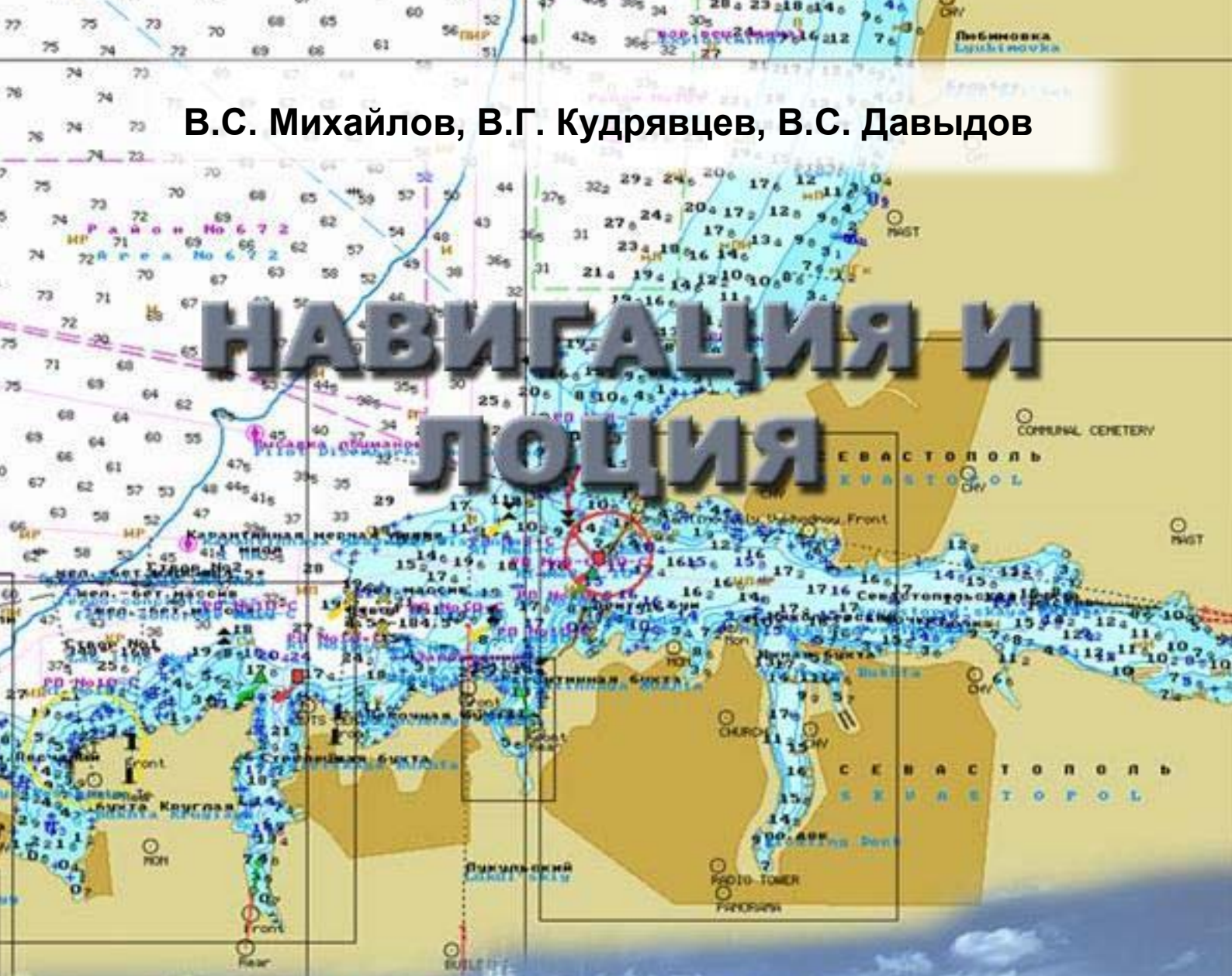


В.С. Михайлов, В.Г. Кудрявцев, В.С. Давыдов

НАВИГАЦІЯ І ЛОЦІЯ



Рекомендовано
Міністерством освіти і науки України як електронний підручник для студентів
вищих навчальних закладів

Розроблено на замовлення та за
фінансової підтримки
Міністерства освіти і науки України
в рамках Державної програми
«Інформаційні та комунікаційні
технології в освіті і науці» в
2007-2008 роках



Київ—2009

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

Глава 1. Ориентирование наблюдателя на земной поверхности

- 1.1. Фигура и размеры Земли
- 1.2. Основные точки, линии и плоскости на поверхности Земли
- 1.3. Географические координаты. Разности широт и долгот:
 - 1.3.1. Географические координаты
 - 1.3.2. Разности широт и долгот
 - 1.3.3. Задачи на расчет значений $\Delta\varphi$, $\Delta\lambda$, φ_2 , λ_2
- 1.4. Радиусы кривизны земного эллипсоида

Контрольные вопросы

Глава 2. Определение направлений в море

- 2.1. Основные линии и плоскости наблюдателя
- 2.2. Системы счета направлений:
 - 2.2.1. Круговая система счета
 - 2.2.2. Полукруговая система счета
 - 2.2.3. Четвертная система счета
 - 2.2.4. Румбовая система счета
 - 2.2.5. Задачи на перевод направлений в круговую систему счета
- 2.3. Истинные направления и их соотношения
 - 2.3.1. Истинный курс, истинный пеленг, курсовой угол
 - 2.3.2. Задачи на расчет значений ИК, ИП, КУ
- 2.4. Дальность видимости горизонта и ориентиров в море:
 - 2.4.1. Дальность видимости горизонта
 - 2.4.2. Дальность видимости ориентиров в море
 - 2.4.3. Дальность видимости огня ориентира, показанная на карте
 - 2.4.4. Задачи на расчет дальностей видимости

Контрольные вопросы

Глава 3. Определение направлений в море с помощью магнитных компасов

- 3.1. Принцип определения направлений по магнитному компасу
- 3.2. Магнитное склонение. Девиация магнитного компаса:
 - 3.2.1. Магнитное склонение. Магнитные направления
 - 3.2.2. Девиация магнитного компаса. Компасные направления
- 3.3. Поправка магнитного компаса и ее определение
- 3.4. Расчет истинных направлений по магнитному компасу
 - 3.4.1. Перевод и исправление румбов
 - 3.4.2. Задачи на приведение магнитного склонения (d) к году плавания и расчета поправки магнитного компаса ($\Delta МК$)
 - 3.4.3. Задачи на перевод и исправление румбов

Контрольные вопросы

Глава 4. Определение направлений в море с помощью гироскопических курсоуказателей

- 4.1. Принцип определения направлений с помощью гирокомпасов и гироазимутот
- 4.2. Расчет истинных направлений по гирокомпасу и гироазимуту:
 - 4.2.1. Расчет истинных направлений по гирокомпасу
 - 4.2.2. Расчет истинных направлений по гироазимуту
- 4.3. Способы определения поправок гироскопических курсоуказателей
 - 4.3.1. Общие положения
 - 4.3.2. Способы определения мгновенных поправок гирокомпаса
 - 4.3.3. Задачи по расчету поправки гироазимута (ΔGA) на заданное время

Контрольные вопросы

Глава 5. Определение скорости судна и пройденных им расстояний

- 5.1. Единицы длины и скорости, применяемые в судовождении:
 - 5.1.1. Единицы длины, применяемые в судовождении
 - 5.1.2. Единицы скорости, применяемые в судовождении
- 5.2. Принципы измерения скорости судна
- 5.3. Определение скорости судна. Поправка и коэффициент лага
- 5.4. Определение пройденного судном расстояния
- 5.5. Задачи по расчету $S_{об}$, $S_{л}$, t , $рол$, $\Delta Л\%$

Контрольные вопросы

Глава 6. Морские навигационные карты в проекции Меркатора

- 6.1. Требования к морской навигационной карте:
 - 6.1.1. Морская карта. Требования к ее содержанию и оформлению
 - 6.1.2. Масштаб карты
 - 6.1.3. Классификация морских карт
 - 6.1.4. Требования к морской навигационной карте
 - 6.1.5. Система адмиралтейских номеров морских навигационных карт
- 6.2. Принцип построения проекции Меркатора:
 - 6.2.1. Картографические проекции и их классификация
 - 6.2.2. Меркаторская проекция
- 6.3. Уравнение проекции Меркатора
- 6.4. Единицы длины на карте меркаторской проекции
- 6.5. Построение меркаторской карты
- 6.6. Решение элементарных задач на морской навигационной карте
- 6.7. Примеры решения задач на МНК

Контрольные вопросы

Глава 7. Графическое счисление координат судна

- 7.1. Назначение, содержание и сущность счисления:
 - 7.1.1. Общие положения. Элементы счисления
 - 7.1.2. Счисление пути судна: определение, назначение, сущность и классификация
 - 7.1.3. Требования, предъявляемые к счислению пути судна
- 7.2. Графическое счисление пути судна без учета дрейфа и течения:
 - 7.2.1. Задачи, решаемые при ручном графическом счислении пути судна
 - 7.2.2. Требования к оформлению счисления пути судна на карте
 - 7.2.3. Решение основных задач счисления пути судна на карте

- 7.3. Циркуляция судна и ее графический учет:
 - 7.3.1. Циркуляция судна и ее элементы
 - 7.3.2. Способы определения элементов циркуляции судна
 - 7.3.3. Графический учет циркуляции при счислении пути судна
 - 7.3.4. Примеры решения задач по расчету времени и отсчета лага (Т/ол) прибытия судна в заданную точку

Контрольные вопросы

Глава 8. Графическое счисление координат судна с учетом дрейфа от ветра и течения

- 8.1. Определение дрейфа судна от ветра и его учет при графическом счислении:
 - 8.1.1. Ветер и его влияние на путь судна
 - 8.1.2. Определение угла дрейфа от ветра
 - 8.1.3. Учет дрейфа от ветра при графическом счислении пути судна
- 8.2. Графическое счисление координат судна с учетом течения:
 - 8.2.1. Морские течения и их влияние на путь судна
 - 8.2.2. Учет течения при графическом счислении пути судна
- 8.3. Совместный учет дрейфа и течения при графическом счислении пути судна
- 8.4. Примеры решения задач по учету дрейфа от ветра и течения

Контрольные вопросы

Глава 9. Морские навигационные карты

- 9.1. Классификация морских карт:
 - 9.1.1. Классификация морских карт по их назначению
 - 9.1.2. Классификация морских навигационных карт по их масштабу
 - 9.1.3. Требования, предъявляемые к морским картам
- 9.2. Степень доверия к морским навигационным картам:
 - 9.2.1. Критерии качества морской навигационной карты
 - 9.2.2. «Подъем» морской навигационной карты
 - 9.2.3. Оценка морской навигационной карты судоводителем
- 9.3. Условные знаки морских карт. «Чтение» карты

Контрольные вопросы

Глава 10. Картографические проекции, используемые в навигации

- 10.1. Классификация картографических проекций
- 10.2. Поперечная цилиндрическая проекция
- 10.3. Перспективные картографические проекции
- 10.4. Равноугольная картографическая проекция Гаусса
 - 10.4.1. Общие положения
 - 10.4.2. Планшеты в проекции Гаусса
 - 10.4.3. Нумерация топографических карт

Контрольные вопросы

Глава 11. Навигационное оборудование морей

- 11.1. Назначение и задачи навигационного оборудования морей
- 11.2. Средства и методы навигационного оборудования
- 11.3. Зрительные средства навигационного оборудования:
 - 11.3.1. Определение и классификация
 - 11.3.2. Маяки, знаки и огни
 - 11.3.3. Навигационные створы

- 11.4. Радиотехнические средства навигационного оборудования (РТСНО):
 - 11.4.1. Береговые радиопеленгаторные станции (БРПС) и радиомаяки
 - 11.4.2. Радиолокационные отражатели (РЛО)
 - 11.4.3. Радионавигационные системы
- 11.5. Плавающие предостерегательные знаки:
 - 11.5.1. Плавающие маяки, маячные суда и освещаемые поплавки
 - 11.5.2. Буи и вехи
- 11.6. Звукосигнальные и гидроакустические средства навигационного оборудования:
 - 11.6.1. Звукосигнальные средства навигационного оборудования
 - 11.6.2. Гидроакустические средства навигационного оборудования

Контрольные вопросы

Глава 12. Основы определения места судна в море по видимым навигационным ориентирам

- 12.1. Общие принципы определения места судна в море. Навигационные параметры и изолинии:
 - 12.1.1. Общие принципы определения места судна в море
 - 12.1.2. Навигационные параметры и изолинии
- 12.2. Сущность определения места судна по навигационным изолиниям
- 12.3. Приведение навигационных параметров и изолиний к одному месту (моменту)

Контрольные вопросы

Глава 13. Определение места судна по направлениям на видимые навигационные ориентиры

- 13.1. Определение места судна по визуальным пеленгам на береговые ориентиры:
 - 13.1.1. Определение места судна по пеленгам на три ориентира
 - 13.1.2. Определение места судна по пеленгам на два ориентира
 - 13.1.3. Определение места судна способом «крюйс-пеленг»
- 13.2. Определение места судна по двум горизонтальным углам трех береговых ориентиров:
 - 13.2.1. Сущность способа
 - 13.2.2. Способы нанесения обсервованного места судна на путевую карту
 - 13.2.3. Случай неопределенности
 - 13.2.4. Практическое выполнение способа определения места судна по двум горизонтальным углам
 - 13.2.5. Задачи на определение места судна по направлениям на видимые навигационные ориентиры:
 - а) - по пеленгам на три ориентира;
 - б) - по пеленгам на два ориентира;
 - в) - способом «крюйс-пеленг»;
 - г) - по двум горизонтальным углам трех береговых ориентиров

Контрольные вопросы

Глава 14. Определение места судна по расстояниям до видимых навигационных ориентиров

- 14.1. Средства и способы определения расстояний до видимых ориентиров:
 - 14.1.1. Определение расстояний с помощью дальномеров
 - 14.1.2. Глазомерная оценка расстояний
 - 14.1.3. Расчет расстояния до ориентира по измерению его вертикального угла
 - 14.1.4. Измерение расстояний до навигационных ориентиров с помощью технических средств
- 14.2. Определение места судна по расстояниям до навигационных ориентиров:
 - 14.2.1. Определение места судна по двум расстояниям до ориентиров, полученных по их вертикальным углам

- 14.2.2. Определение места судна по расстояниям до трех ориентиров, измеренных с помощью навигационной РЛС
- 14.2.3. Определение места судна по расстояниям до двух ориентиров
- 14.2.4. Определение места судна способом «крюйс-расстояние»
- 14.2.5. Определение места судна по пеленгу и расстоянию до ориентира
- 14.2.6. Задачи по расчету расстояния до ориентира (a) и определению места судна по данным РЛС (b)

Контрольные вопросы

Глава 15. Комбинированные и приближенные способы определения места судна

- 15.1. Использование эхолота для определения места судна:
 - 15.1.1. Измерение глубин эхолотом
 - 15.1.2. Задачи на расчет глубины места по показаниям эхолота
 - 15.1.3. Определение места судна по глубинам (общий случай)
 - 15.1.4. Определение места судна способом «крюйс-изобата»
 - 15.1.5. Определение места судна по навигационной линии положения и глубине, измеренной одновременно и разновременно
- 15.2. Комбинированные способы определения места судна:
 - 15.2.1. Определение места судна по горизонтальному углу и пеленгу на один из ориентиров
 - 15.2.2. Определение места судна по горизонтальному углу и расстоянию до одного из ориентиров
 - 15.2.3. Определение места судна по разновременным расстояниям до двух и более ориентиров
 - 15.2.4. Определение места судна способом «исправленное крюйс-расстояние»
 - 15.2.5. Определение места при следовании судна по створу
- 15.3. Приближенные способы определения места судна:
 - 15.3.1. Уточнение места судна по изобатам
 - 15.3.2. Уточнение места судна по линиям положения, параллельным береговой черте с помощью судовой РЛС
 - 15.3.3. Уточнение места судна по моменту открытия маяка и пеленгу на него

Контрольные вопросы

Глава 16. Навигационные руководства и пособия для обеспечения мореплавания

- 16.1. Общие сведения. Назначение и классификация:
 - 16.1.1. Морские навигационные руководства
 - 16.1.2. Морские навигационные пособия
- 16.2. Лоции и дополнения к ним
- 16.3. Руководства «Огни и знаки» («Огни»)
- 16.4. Руководство «РТСНО»
- 16.5. Расписания радиопередач для мореплавателей:
 - 16.5.1. Расписание радиопередач навигационных и гидрометеорологических сообщений для мореплавателей
 - 16.5.2. Расписание факсимильных гидрометеорологических передач
- 16.6. Специальные руководства для плавания:
 - 16.6.1. Навигационно-гидрографический обзор
 - 16.6.2. Радиолокационные описания маршрутов
 - 16.6.3. Руководства для захода судов в порты

16.6.4. Сводное описание опасных, запретных и ограниченных для плавания районов

16.7. Нумерация морских навигационных руководств и пособий для плавания

Контрольные вопросы

Глава 17. Аналитическое (письменное) счисление координат судна

17.1. Сущность и основные формулы аналитического (письменного) счисления

17.2. Виды аналитического (письменного) счисления:

17.2.1. Простое аналитическое (письменное) счисление

17.2.2. Составное аналитическое (письменное) счисление

17.2.3. Сложное аналитическое (письменное) счисление

17.3. Учет дрейфа от ветра, течения и циркуляции судна при аналитическом (письменном) счислении

17.4. Понятие об автоматизированном счислении пути судна

17.5. Задачи простого аналитического (письменного) счисления пути судна

Контрольные вопросы

Глава 18. Оценка и анализ точности счисления координат судна

18.1. Погрешности измерений и их виды

18.2. Оценка точности счисления координат судна

18.3. Коэффициент точности счисления и его расчет

18.4. Средняя квадратическая погрешность линии положения

18.5. Радиальная (круговая) СКП обсервованного места судна

18.6. Оценка и анализ точности счислимого места судна

18.6.1. Средняя квадратическая и предельная погрешности счислимого места судна

18.6.2. Выбор безопасного пути судна с учетом точности его плавания

18.6.3. Задачи по расчету точности места судна

Контрольные вопросы

Глава 19. Определение места судна по радиопеленгам на круговые радиомаяки

19.1. Принцип радиопеленгования

19.2. Исправление и расчет радиопеленгов:

19.2.1. Радиодевиация

19.2.2. Ортодромическая поправка

19.3. Определение места судна по радиопеленгам на круговые радиомаяки:

19.3.1. Последовательность действий при определении места судна по радиопеленгам на КРМ^{КИ}

19.3.2. Расчет СКП определения места (M_o) по радиопеленгам на два КРМ^{КА}

19.4. Прокладка радиопеленга на КРМ^К, находящийся за рамкой карты:

19.4.1. КРМ^К не вмещается на карте по долготе

19.4.2. КРМ^К не вмещается на карте по широте

19.4.3. КРМ^К не вмещается на карте и по долготе и по широте

19.4.4. Задачи на определение места судна по радиопеленгам на круговые РМ-ки

Контрольные вопросы

Глава 20. Использование радиомаяков в судовождении

20.1. Радиостанции, работающие по запросу для пеленгования

20.2. Радиопеленгаторные станции

20.3. Радиолокационные маяки-ответчики

20.4. Комбинированные радиомаяки

20.5. Радиомаяки (на плавучих маяках, створные, автоматические) и азрорадиомаяки

20.6. Девиационные радиомаяки и УКВ радиомаяки с вращающейся характеристикой направленного излучения

Контрольные вопросы

Глава 21. Использование судовых радиолокационных станций для целей навигации

21.1. Основные эксплуатационные данные судовой РЛС:

21.1.1. Общие положения

21.1.2. Максимальная дальность действия и дальность обнаружения объектов

21.1.3. Минимальная дальность действия и мертвая зона РЛС

21.1.4. Разрешающая способность РЛС

21.1.5. Точность радиолокационного пеленгования

21.1.6. Радиолокационная девиация

21.1.7. Точность измерения расстояний

21.2. Чтение радиолокационного изображения:

21.2.1. Искажение линии берегов

21.2.2. Влияние волнения моря

21.2.3. Влияние метеорологических условий

21.2.4. Обнаружение льдов

21.2.5. Теневые секторы

21.2.6. Ложные эхо-сигналы

21.3. Определение места судна с помощью судовой РЛС:

21.3.1. Опознавание береговой черты (способ веера пеленгов и расстояний и способ траверзных расстояний)

21.3.2. Определение места судна по расстояниям (D_p) до нескольких ориентиров

21.3.3. Определение места судна по РЛП и D_p одного ориентира

21.4. Оценка точности обсервованного места по данным РЛС

21.5. Использование средств автоматической радиолокационной прокладки в навигации

21.6. Задачи на определение места судна по данным РЛС

Контрольные вопросы

Глава 22. Определение места судна по данным гиперболических радионавигационных систем

22.1. Радионавигационные системы и их классификация:

22.1.1. Общие положения

22.1.2. Классификация радионавигационных систем

22.1.3. Общая характеристика гиперболических РНС

22.2. Определение места судна с помощью фазовой РНС средней дальности действия:

22.2.1. Фазовый метод радионавигационных определений

22.2.2. Принцип работы фазовых РНС

22.2.3. Определение места судна по фазовым РНС

22.2.4. Оценка точности обсервованного места

22.3. Определение места судна с помощью импульсно-фазовых РНС:

22.3.1. Принцип действия импульсно-фазовой РНС

22.3.2. Методы получения обсервованного места судна и оценка его точности

22.3.3. Импульсно-фазовая РНС «Лоран-С» (США) и «Чайка» (РФ)

22.3.4. Задачи на определение места судна по данным гиперболических РНС

Контрольные вопросы

Глава 23. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС)

- 23.1. Основные закономерности движения ИСЗ и их орбиты
 - 23.1.1. Основные закономерности движения ИСЗ
 - 23.1.2. Орбиты ИСЗ и их особенности
- 23.2. Особенности навигационного использования ИСЗ (НКА)
- 23.3. Способы радионавигационных определений при помощи НКА
- 23.4. Методы определения места судна по НКА
- 23.5. Структура глобальных навигационных спутниковых систем

Контрольные вопросы

Глава 24. Вероятнейшее место и расчет безопасного пути судна

- 24.1. Отыскание вероятнейшего места судна и расчет его точности
- 24.2. Исключение фигуры погрешностей
 - 24.2.1. Общие положения
 - 24.2.2. Исключение фигуры погрешностей методом биссектрис
 - 24.2.3. Отыскание вероятнейшего места в фигуре погрешностей центрографическим методом
- 24.3. Выбор безопасного пути судна с учетом точности его плавания
- 24.4. Расчет периодичности определения места судна для обеспечения заданной точности его плавания
- 24.5. Рекомендации по анализу счисления пути судна

Контрольные вопросы

Глава 25. Система ограждения МАМС и Международный свод сигналов

- 25.1. Система ограждения МАМС
- 25.2. Международный свод сигналов (МСС)
 - 25.2.1. Общие замечания
 - 25.2.2. Назначение и правила пользования МСС
 - 25.2.3. Содержание МСС-65

Контрольные вопросы

Глава 26. Плавание по дуге большого круга – ортодромии

- 26.1. Локсодромия и ортодромия. Элементы дуги большого круга:
 - 26.1.1. Локсодромия и ее элементы
 - 26.1.2. Ортодромия и ее элементы
- 26.2. Основные формулы ортодромии. Способы ее задания:
 - 26.2.1. Основные формулы ортодромии
 - 26.2.2. Способы задания ортодромии
- 26.3. Расчет плавания по локсодромии
- 26.4. Расчет плавания по ортодромии:
 - 26.4.1. Расчет пройденного по ортодромии расстояния (D)
 - 26.4.2. Расчет начального курса плавания по ортодромии (Кн)
 - 26.4.3. Расчет конечного курса плавания по ортодромии (Кк)
 - 26.4.4. Расчет значений K_0 и λ_0
 - 26.4.5. Расчет координат промежуточных точек ортодромии
 - 26.4.6. Задачи на расчет плавания по ДБК

Контрольные вопросы

Глава 27. Английские морские карты, руководства и пособия для плавания

27.1. Английские морские карты:

27.1.1. Английские навигационные карты

27.1.2. Английские справочные и вспомогательные карты

27.2. Английские руководства и пособия для плавания:

27.2.1. Английские лоции

27.2.2. Английские описания огней и туманных сигналов

27.2.3. Английские описания радиосигналов

27.2.4. Английские таблицы приливов

27.2.5. Английский каталог карт и книг

Контрольные вопросы

Глава 28. Судовая коллекция карт, руководств и пособий для плавания

28.1. Судовая коллекция карт, руководств и пособий для плавания (КР и ПДП):

28.1.1. Комплектование судовой коллекции КРиПДП

28.1.2. Хранение, учет, передача и списание КРиПДП на судне

28.1.3. Каталоги карт и книг

28.2. Поддержание карт, руководств и пособий для плавания на уровне современности:

28.2.1. Общие положения

28.2.2. Печатные корректурные документы

28.2.3. Навигационные предупреждения, передаваемые по радио

28.2.4. Корректурные документы и их хранение на судне

28.2.5. Корректурная карта, руководств и пособий для плавания на судне

Контрольные вопросы

Глава 29. Подготовка штурманской части к рейсу

29.1. Рейсовое задание

29.2. Подбор карт, руководств и пособий для плавания на переход

29.3. Изучение района плавания

29.4. Предварительная прокладка пути судна

29.5. «Подъем» карт и окончательная проработка плана перехода:

29.5.1. «Подъем» карт

29.5.2. Окончательная проработка плана перехода

29.6. Штурманская справка на переход

Контрольные вопросы

Глава 30. Организация вахты на мостике

30.1. Общие принципы организации вахты

30.2. Заступление на вахту и ее несение при стоянке судна:

30.2.1. Обязанности ВПК при стоянке судна в порту

30.2.2. Обязанности ВПК при стоянке судна на якоре

30.3. Подготовка судна к выходу в море

30.4. Прием-сдача ходовой вахты

30.5. Наблюдение и вахта на мостике

30.6. Определение поправок ТСН

30.7. Характерные недостатки технических средств и способов навигации

Контрольные вопросы

Глава 31. Штурманская работа в рейсе

- 31.1. Ведение исполнительной навигационной прокладки
- 31.2. Счисление пути судна
- 31.3. Определение места судна
- 31.4. Стандарты точности судовождения
- 31.5. Оценка точности места судна
- 31.6. Маневренные характеристики судна. Лоцманская карточка
- 31.7. Правила ведения судового журнала

Контрольные вопросы

Глава 32. Навигационное обеспечение плавания в стесненных водах

- 32.1. Общая характеристика условий плавания в стесненных водах:
 - 32.1.1. Основные особенности условий плавания в стесненных водах
 - 32.1.2. Безопасная скорость судна
- 32.2. Подготовка к плаванию в стесненных условиях:
 - 32.2.1. Навигационные особенности плавания в стесненных условиях
 - 32.2.2. Специальные меры обеспечения навигационной безопасности в стесненных водах
 - 32.2.3. Расчет и планирование поворота. Контроль глубин
 - 32.2.4. Подготовка к плаванию в стесненных водах
- 32.3. Обеспечение навигационной безопасности при плавании в стесненных водах
 - 32.3.1. Допустимое расстояние до навигационных опасностей, расположенных по одному борту
 - 32.3.2. Допустимое относительное отклонение от оси полосы одностороннего движения
 - 32.3.3. Допустимые радиальные СКП места при плавании среди навигационных опасностей
 - 32.3.4. Допустимые радиальные СКП места при плавании вблизи навигационных опасностей, расположенных по одному борту
 - 32.3.5. Допустимые СКП места по перпендикуляру к оси полосы одностороннего движения
- 32.4. Обязанности судоводителя при плавании в стесненных условиях:
 - 32.4.1. Обязанности ВПК при плавании судна в стесненных водах
 - 32.4.2. Особенности плавания судна по СРД
 - 32.4.3. Действия ВПК при выходе судна из полосы движения СРД

Контрольные вопросы

Глава 33. Навигационное обеспечение плавания судна в открытом море

- 33.1. Навигационное обеспечение плавания
 - 33.1.1. Плавание по наивыгоднейшим путям
 - 33.1.2. Оптимальная скорость судна
 - 33.1.3. Контроль за местом судна
- 33.2. Судовождение в высоких широтах
 - 33.2.1. Навигационные условия плавания
 - 33.2.2. Счисление координат судна
 - 33.2.3. Особенности определения места судна
- 33.3. Особенности судовождения при плавании в шторм
 - 33.3.1. Оценка ветроволновых потерь скорости судна

- 33.3.2. Уклонение от штормовых зон
- 33.3.3. Схема расхождения с тропическим циклоном
- 33.3.4. Обязанности судоводителей при плавании в шторм

Контрольные вопросы

Глава 34. Навигационное обеспечение плавания судна на морях с приливами

- 34.1. Физическая сущность явления приливов и отливов
- 34.2. Основные элементы прилива
- 34.3. Неравенства приливов (суточные, полумесячные, параллактические)
- 34.4. Таблицы приливов
- 34.5. Решение задач с использованием «Таблиц приливов»
- 34.6. График прилива
- 34.7. Предвычисление приливов по гармоническим постоянным
- 34.8. Сведения о приливо-отливных явлениях, помещаемых на картах
- 34.9. Атласы приливо-отливных явлений
- 34.10. Судовождение в морях с приливами

Контрольные вопросы

Глава 35. Навигационное обеспечение подхода судна к берегу и прибрежного плавания

- 35.1. Подготовка судна к подходу к берегу
- 35.2. Подход судна к берегу с моря
- 35.3. Навигационное обеспечение плавания судна при подходе к побережью:
 - 35.3.1. Варианты подхода судна к побережью
 - 35.3.2. Выбор курсов подхода
 - 35.3.3. Оpozнaвание ориентиров
- 35.4. Навигационное обеспечение прибрежного плавания

Контрольные вопросы

Глава 36. Судовождение в узкостях

- 36.1. Узкости и их особенности
- 36.2. Особенности навигационных условий в шхерах
- 36.3. Особенности судовождения в узкостях
- 36.4. Ограждающие и опасные изолинии
- 36.5. Сетки изолиний

Контрольные вопросы

Глава 37. Особенности судовождения при плавании во льдах

- 37.1. Основные понятия, определения и термины
- 37.2. Признаки приближения судна ко льдам, к разводьям и чистой воде
- 37.3. Особенности навигационных условий плавания во льдах
- 37.4. Способы определения скорости хода судна при плавании во льдах
- 37.5. Определение дрейфа судна в сплоченных льдах
- 37.6. Особенности счисления пути судна при плавании во льдах
- 37.7. Действия судоводителей при плавании во льдах

Контрольные вопросы

Глава 38. Особенности судовождения при плавании по ВВП. Постановка судна на якорь

38.1. Особенности судовождения при плавании по ВВП

38.1.1. Основные понятия, определения и термины

38.1.2. Особенности навигационных условий ВВП

38.1.3. Судходная обстановка и сигнализация

38.1.4. Организация и обеспечение судходства по ВВП

38.1.5. Навигационные пособия

38.1.6. Особенности судовождения при плавании по ВВП

38.2. Постановка судна на якорь

Контрольные вопросы

Глоссарий

Приложения

Приложение 1. Система МАМС – Регион А

Приложение 2. Флаги Международного свода сигналов

Приложение 3. Сигнализация, относящаяся к движению судов

Приложение 4. Значение штормовых сигналов

Приложение 5. Знаки судходной обстановки на реках, водохранилищах и каналах

Приложение 6. Обозначения и сокращения, применяемые при ведении судового журнала и решении задач

Приложение 7. Перечень и значение сокращений, использованных в тексте

Перечень литературы

Авторы выражают искреннюю благодарность за участие в подготовке к изданию электронных учебников сотрудникам Киевской государственной академии водного транспорта имени гетьмана Петра Конашевича-Сагайдачного, специалистам в области компьютерных технологий: Соколовскому Денису Александровичу, Самойленко Виктории Николаевне, Гойжевскому Александру Васильевичу, Ярославской Софье Борисовне; старшим преподавателям кафедры "Судовождение", выполнившим редактирование электронных текстов учебников: Лахтину Александру Кузьмичу и Тарасову Александру Николаевичу, а также всем сотрудникам академии за их советы и пожелания авторскому коллективу.

ВВЕДЕНИЕ

Главная задача судоводителя – провести судно из одного пункта в другой **наивыгоднейшим путем**, то есть в кратчайший срок, безопасно для людей, груза и самого судна.

Таким образом, **основной задачей судовождения** является обеспечение навигационной безопасности в любых условиях плавания.

Исходя из этой основной задачи, методика современного судовождения предусматривает решение следующих частных задач:

- предварительный выбор наиболее выгодного пути судна;
- вождение судна по заранее намеченному пути и осуществление контроля за плаванием по этому пути;
- изучение внешних факторов, влияющих на движение судна, сущность этого влияния и методы его учета.

Решение этих задач, обеспечивающее навигационную безопасность плавания и управление судном для достижения намеченных целей называют **судовождением**.

На современном этапе развития науки и техники судовождение включает следующие дисциплины: [морскую навигацию](#), [мореходную астрономию](#), маневрирование, технические средства судовождения, [морскую гидрометеорологию](#) и [лоцию](#).

Основой комплексной науки судовождения является **морская навигация** – наука о вождении судна в море намеченным маршрутом с учетом влияния внешней среды на направление и скорость движения судна.

Навигация – основная дисциплина судовождения, разрабатывающая теоретические обоснования и практические методы вождения судов наивыгоднейшими путями и использующая для этой цели современные штурманские приборы, мореходные инструменты, [морские навигационные карты](#), руководства и пособия для плавания.

В [навигации](#) рассматриваются следующие основные вопросы:

- основные понятия о фигуре и размерах Земли;
- основные линии и плоскости наблюдателя, а также измерение направлений и расстояний в море;
- маневренные элементы судна и ведение графического [счисления](#) его пути;
- влияние внешних факторов (течений и ветра), вызывающих отклонение судна от выбранного курса, а также методические приемы их учета в различных условиях плавания;
- определение места судна различными способами;
- судовождение в различных условиях плавания.

Если основой комплексной науки судовождения является морская навигация, то **морская лоция** открывает эту науку.

Морская лоция описывает руководства и пособия для плавания, дает указания о содержании материала и его расположение в них, устанавливает порядок выбора необходимой информации, освещает отдельные вопросы по созданию таких пособий для судоводителей, а также рекомендует методику выбора пути судна в конкретном случае.

С самого зарождения мореплавание преследовало основную цель – безопасно провести судно из одной точки в другую и на первых этапах эта задача решалась лоцманским методом, основанном на личном опыте и искусстве лоцмана – морского проводника.

Следующей, после безопасного плавания, задачей судовождения явилась потребность провести судно из одного пункта в другой наиболее выгодным путем, что сразу же вызвало необходимость предварительного выбора такого пути.

Первыми средствами судовождения явились [карты](#) и лоции, обобщавшие и закреплявшие мировой опыт мореплавания, а также оборудование морских путей.

В VI веке до н.э. древнегреческий философ **Анаксимандр** (~ 610÷547гг. до н.э.) составил первые географические карты.

В V веке до н.э. древнегреческий историк **Геродот** (~ 490÷425 гг. до н.э.) создал первый образец лоции (наставление для подхода к порту Александрия).

В 283 г. до н.э. на о. Фарос (Египет) построен **Александрийский маяк** высотой 147 м с фигурой греческого бога морей Посейдона наверху (простоял 1500 лет, разрушен в XIII веке н.э.).

В 1702 г. построен первый маяк в России в устье р. Дон.

В 1715 г. сооружен первый маяк на побережье Америки у входа в гавань Бостон.

В 1721 г. в Петербурге впервые была напечатана первая лоция Балтийского моря («Книга морская, зело потребная, явно показующая правдивое мореплавание на Балтийском море»).

К 1966 г. издан полный комплект отечественных руководств для плавания на весь Мировой океан.

К 1975 г. завершилось создание мировой коллекции морских навигационных карт, не уступающей лучшим иностранным коллекциям.

Лоцманское искусство, основанное на личном опыте одного человека, превратилось в науку – морскую лоцию, имеющую свой метод и теорию.

Предметом морской лоции является установление оптимального и безопасного пути морского судна в предстоящем плавании.

Морская лоция учит методам использования [морских карт](#), навигационных руководств и пособий для изучения района плавания и навигационного обеспечения методов судовождения в целом.

Морская лоция дает указания о способе поддержания материала морских навигационных карт, руководств и пособий для плавания на современном уровне, содержит рекомендации по методике сбора сведений для их обновления и пополнения.

Сведения об условиях предстоящего плавания судоводитель получает из специальных источников – морских карт, навигационных руководств и пособий для плавания. Большинство элементов морской и береговой обстановки изменяется в течении времени. Судоводитель же должен всегда иметь информацию о всех происходящих и вероятных изменениях навигационно-гидрографических и гидрометеорологических элементов как в качественном так и в количественном отношении.

Потому, для поддержания морских карт, руководств и пособий для плавания на современном уровне, необходимо пользоваться специальной навигационной информацией, доводимой до судоводителей или печатными изданиями или по радио.

Для контроля за движением судна по избранному пути необходимо вести наблюдения за искусственными и естественными навигационными ориентирами и измерять значения их навигационных параметров непосредственно на судне, с помощью технических средств навигации.

Морские карты, навигационные руководства и пособия, информация об изменениях навигационно-гидрографических и гидрометеорологических элементов морской обстановки, предупреждения о навигационных опасностях, навигационное оборудование морских путей, оборудование судов техническими средствами навигации – все это направлено на создание условий для правильного выбора оптимального пути судна и безопасной проводки его по этому пути в кратчайшие сроки. Совокупность же таких средств и методов называется обеспечением судовождения.

Уровень развития методов и средств судовождения определяется уровнем развития экономики и производства в конкретную историческую эпоху.

Процесс исторического развития методов и средств судовождения можно разделить на **четыре основных этапа**:

- I. Судовождение, основанное только на лоцманском методе.**
- II. Судовождение с использованием лоцманского метода и графического счисления пути судна.**
- III. Судовождение, основанное на штурманском методе.**
- IV. Современное судовождение, основанное на штурманском методе с использованием средств автоматизации счисления пути судна и определения его места в море различными способами и методами.**

На первом этапе развития методы судовождения были весьма примитивными. Отсутствие компаса вынуждало мореплавателей совершать только прибрежное плавание. В этот период применяется только лоцманский метод, основанный на использовании для ориентировки в море приметных береговых объектов и небесных светил. Только в конце XII века европейцам стало известно от арабов о простейшем указателе направления в море – магнитной игле.

Начало второго этапа развития методов судовождения относится к эпохе Возрождения и Великих Географических Открытий, когда начинается ускоренное развитие методов и средств судовождения.

Потребности быстрого экономического развития отдельных стран вызвали бурное развитие торговли и, как следствие, мореплавания. На судах появляются магнитные компасы, карты и песочные часы. Наличие этих, хотя и примитивных, средств обусловило возможность ведения счисления пути судна и обеспечило плавание судов вдали от берегов.

12.X.1492 г. генуэзец **Христофор Колумб** (1451÷1506 гг.) открыл американский материк.

В 1499 г. португалец **Васко да Гама** (1469÷1524 гг.) обогнул Африку и достиг берегов Индии.

В 1504 г. флорентиец **Америго Веспуччи** (1454÷1512 гг.) вторично достиг берегов Америки.

В 1519-1521 гг. португалец **Фернан Магеллан** (~ 1480÷1521гг.) совершил первое кругосветное плавание.

В 1569 г. фламандец **Герард Крамер** – лат. **Меркатор** (1512÷1594 гг.) предложил свою знаменитую картографическую проекцию.

Дальнейшему усовершенствованию счисления пути судна, как основы штурманского метода судовождения, способствовало появление часов с балансиром, [меркаторских карт](#) и ручного [лага](#). Однако счисление пути судна в море в XVI веке было весьма приближенным из-за недостаточной точности морских карт и несовершенства приборов счисления.

Третий этап развития судовождения связан с появлением навигационных способов определения места судна. К концу XVII века, благодаря применению триангуляции, значительно повысилась точность геодезических работ и морские навигационные карты территорий, охваченных триангуляцией, стали достаточно точными и позволили определять место судна в море по наблюдениям береговых ориентиров.

В XVIII веке мореходные инструменты пополнились навигационным [секстаном](#) (~ 1732 г.) и хронометром (~ 1761 г.), что дало возможность производить определения места судна по наблюдениям небесных светил.

Появление паровых судов, увеличение их скорости хода потребовало повышения точности плавания, а это вызвало, в свою очередь, дальнейшее совершенствование средств и методов счисления пути, а также способов навигационных и астрономических определений места судна в море.

Штурманский метод судовождения, основанный на применении счисления пути судна и контроле счисления навигационными и астрономическими наблюдениями, становится основным методом судовождения.

Третий этап развития судовождения характеризуется быстрым развитием теории судовождения, образованием отдельных дисциплин этой прикладной науки, охватывающей широкий круг вопросов, связанных с различными отраслями. Большой вклад в развитие судовождения внесли многие ученые и мореплаватели и среди них **Г.И.Бутаков** (1820÷1892 гг.), **С.О. Макаров** (1848÷1904 гг.) и многие, многие другие. На основании их трудов создаются теоретические основы судовождения как научной дисциплины.

Четвертый этап развития судовождения начинается с появлением электронавигационных приборов и открытием в 1895 г. радио великим ученым **А.С.Поповым** (1859÷1906 гг.). Увеличение скорости хода морских судов потребовало значительного повышения точности их плавания. Решению этой задачи способствовало создание гироскопических курсоуказателей (~ 1913 г.) и электромеханических лагов, использование которых не только повысило точность счисления пути судна, но и дало возможность автоматизировать процесс ведения счисления.

Необходимость высокой точности счисления пути судна потребовала обстоятельно разработать вопросы, связанные с влиянием внешних факторов (ветра и течения) на перемещение судна. Наибольшее развитие эта проблема получила в трудах известных ученых и моряков: **Н.Н. Матусевича** (1879÷1950 гг.), **А.Н. Крылова** (1863÷1945 гг.) и многих других.

Дальнейшее развитие радио намного расширило возможности определения места судна в море. В 1912 г. начинается использование радиоакустического способа определения места, а в 1915 г. производятся уже первые определения места судна с помощью судового радиопеленгатора.

На основе разработанного академиком **Н.Д. Папалекси** (1880÷1947 гг.) и **Л.И.Мандельштамом** (1879÷1944 гг.) метода измерений расстояний по радио в 1937 г. испытывается первая в мире фазовая радионавигационная система.

В 1939 г. для определения места судна в любых условиях видимости начали применять радиолокацию.

Использование радиопеленгования, радионавигационных систем и радиолокации в судовождении привело к значительному повышению точности определения места и в корне изменило представления мореплавателей о плавании в малую видимость, так как стало возможным непрерывно наблюдать за перемещением судна относительно навигационных опасностей.

Развитие средств и методов контроля счисления пути судна сопровождалось разработкой теоретических положений об определениях места судна в море.

Создание мощной индустрии в развитых странах позволило создать большой морской и океанский флот. На судах этого флота установлены лучшие образцы курсоуказателей, лагов, эхолотов, радиопеленгаторов, радиолокаторов, приемоиндикаторов береговых и спутниковых радионавигационных систем.

С 1967г. в коммерческом судоходстве начинают использоваться низкоорбитальные спутниковые радионавигационные системы «Транзит» (США) и «Цикада» (РФ), а с 1991 г. и среднеорбитальные спутниковые радионавигационные системы «Навстар» (США) и «Глонасс» (РФ), что позволило мореплавателям определять место своего судна в любой точке Мирового океана, в любое время, при любых условиях плавания и с высокой точностью.

Высокая точность современного судовождения обеспечивается не только с помощью новейшей навигационной техники, но и отличным знанием судоводителями любого ранга штурманской специальности, что достигается кропотливым и систематическим изучением всех тех вопросов, которые непосредственно связаны с мореплаванием.

Учебник «Навигация и лоция» разработан в соответствии с требованиями отраслевого стандарта Министерства образования и науки Украины по специальности «Судовождение» и предназначен для оказания помощи студентам в изучении данной дисциплины. Кроме того, может быть полезным для судоводительского состава при самостоятельной подготовке при длительных перерывах в использовании методов и способов навигации. В этих целях в учебнике впервые среди пособий подобного типа наряду с теоретическим материалом приведены методики практического решения типовых задач навигации.

При подготовке учебника «Навигация и лоция» соблюдены традиционная схема последовательности расположения глав и прежние принципы изложения теоретического материала – в строгом соответствии с действующей программой дисциплины, применении простых для понимания геометрических рисунков и схем, доступного аналитического материала.

Авторы учебника выражают искреннюю благодарность профессорско-преподавательскому составу кафедры «Судовождение» Киевской государственной академии водного транспорта имени гетмана Петра Конашевича-Сагайдачного и Одесской Национальной морской академии за советы и пожелания при написании и издании учебника «Навигация и лоция».

ГЛАВА 1. ОРИЕНТИРОВАНИЕ НАБЛЮДАТЕЛЯ НА ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

1.1. Фигура и размеры Земли

Земля – третья по счету от Солнца планета Солнечной системы ($S_{CP} \approx 150$ млн. км – 1 а.е.).

Современные представления о фигуре и размерах Земли основываются на многочисленных исследованиях, начало которым было положено в глубокой древности. Еще во II веке до н.э. древнегреческий математик, астроном и географ **Эратосфен** Киренский считал Землю шаром, радиусом равным 6290 км (по его данным длина **экватора** составляет 39 501 км, что оказалось лишь на 574 км меньше фактической – 40 075 км).

Форма и размеры Земли изучались и изучаются по результатам астрономических и геодезических измерений, измерений силы тяжести в различных точках земной поверхности.

В последние годы некоторые величины, характеризующие фигуру и размеры Земли, уточнены по данным ИСЗ и пилотируемых космических кораблей.

Истинная поверхность Земли имеет сложную неправильную форму, которая получила название «**геоид**» (от греческих слов «Земля» и «вид» или «похожий на Землю»).

Геоид – геометрическая фигура, которая совпадает со средней поверхностью вод **Мирового океана свободной от приливов, течений и прочих возмущений** (т.е. поверхность геоида перпендикулярна **отвесной линии** во всех его точках).

Мы отметили, что геоид имеет сложную и неправильную форму, но для решения различных задач на поверхности Земли необходимо подобрать такую математически правильную фигуру, которая по форме была бы близка к форме геоида.

Такой фигурой является **эллипсоид вращения (сфероид)**.

Земной эллипсоид – это двухосный эллипсоид вращения:

- его объем равен объему геоида;
- его большая и малая оси соответственно совпадают с **плоскостью экватора** (большая ось) и осью вращения Земли (малая ось);
- отклонения его поверхности от поверхности Земли минимальны (не превышают $100 \div 150$ м).

Такой земной эллипсоид строго определенных размеров, является вспомогательной поверхностью для всех геодезических и картографических работ.

До 1964 г. каждая страна руководствовалась данными «своего» земного эллипсоида и такой эллипсоид получил название **референц-эллипсоида** (образец эллипсоида). Данные о некоторых из них приведены в таблице 1.1:

Элементы основных референц-эллипсоидов (из табл. 2.23 «МТ-2000»)

Таблица 1.1

Референц-эллипсоид		Большая полуось a , м	Полярное сжатие α
Латинское наименование	Русское наименование		
Airy	Эйри	6 377 563,396	1/299,3249646
Modified Airy	Эйри модифицированный	6 377 340,189	1/299,3249646
Australian National	Австралийский национальный	6 378 160	1/298,25
Bessel 1841	Бесселя 1841 г.	6 377 397,155*	1/299,1528128
Clarke 1866	Кларка 1866 г.	6 378 206,4	1/294,9786982
Clarke 1880	Кларка 1880 г.	6 378 249,145	1/293,465
Everest	Эвереста	6 377 276,345	1/300,8017
Modified Everest	Эвереста модифицированный	6 377 304,063	1/300,8017
Fischer 1960	Фишер 1960 г.	6 378 166	1/298,3
Modified Fischer 1960 (South Asia)	Фишер модифицированный 1960 г. (Южная Азия)	6 378 155	1/298,3
Fischer 1968	Фишер 1968 г.	6 378 150	1/298,3

Geodetic System 1980	Reference	Геодезическая референц-система 1980 г.	6 378 137	1/298,257222101
Helmert 1906		Гельмерта 1906 г.	6 378 200	1/298,3
Hougt		Хьюга	6 378 270	1/297
International		Международный	6 378 388	1/297
Krassovsky		Красовского*	6 378 245	1/298,3
South American 1969		Южно-американский 1969 г.	6 378 160	1/298,25
WGS-60		Всемирная геодезическая система 1960 г.	6 378 165	1/298,3
WGS-66		Всемирная геодезическая система 1966 г.	6 378 145	1/298,25
WGS-72		Всемирная геодезическая система 1972 г.	6 378 135	1/298,26
WGS-84		Всемирная геодезическая система 1984 г.	6 378 137	1/298,257223563

С 1946 г. на территории бывшего СССР для всех работ принят **референц-эллипсоид Красовского Ф.Н.** (см.* таблицы 1.1). Разность полуосей этого эллипсоида составляет 21 км 382 м.

Дополнительные данные к эллипсоиду Красовского

Большая полуось $a = 6\,378\,245$ м.

Малая полуось $b = 6\,356\,863,019$ м.

Первое (полярное) сжатие $\alpha = \frac{a-b}{a} = \frac{1}{298,3} = 0,0033523299$.

Второе сжатие $\alpha' = \frac{a-b}{a} = 0,0033634749$.

Эксцентриситет $e = \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}} = 0,081813333$.

Радиус шара одинакового объема с эллипсоидом Красовского $R = 6\,371\,110$ м.

Радиус шара одинаковой поверхности с эллипсоидом Красовского $R = 6\,371\,116$ м.

Радиус шара одинаковой окружности большого круга с длиной меридиана эллипсоида Красовского $R = 6\,367\,559$ м.

Радиус шара, одна минута дуги большого круга которого равна **морской миле** (1852 м) $R = 6\,366\,707$ м.

При решении задач, не требующих высокой точности, сжатием Земли пренебрегают, т.е. **принимают Землю за шар.**

К таким задачам, например, относятся:

- измерение расстояний;
- вычисление дальности видимости **ориентиров**;
- расчеты плавания по кратчайшим расстояниям и др.

Радиус шара выбирают исходя из определенных условий. Например, при измерении расстояний на море, радиус шара $R = 6366\text{ км } 707\text{ м}$ ($L_0 = 39\,983\text{ км}$).

$R_{CP} = 6371,1\text{ км}$ ($L_0 = 40\,010,5\text{ км}$).

1.2. Основные точки, линии и плоскости на поверхности Земли

Для ориентирования на поверхности Земли необходимо четко представлять и знать ее основные точки, линии и плоскости.

Проведем окружность (рис. 1.1), которая условно будет представлять собой земной шар.

Из верхней ее точки проведем отвесную линию – **земную ось**.

Земная ось – воображаемая прямая, вокруг которой Земля совершает свое суточное вращение ($\approx 0,5\text{ км/с} = 0,464\text{ км/с}$).

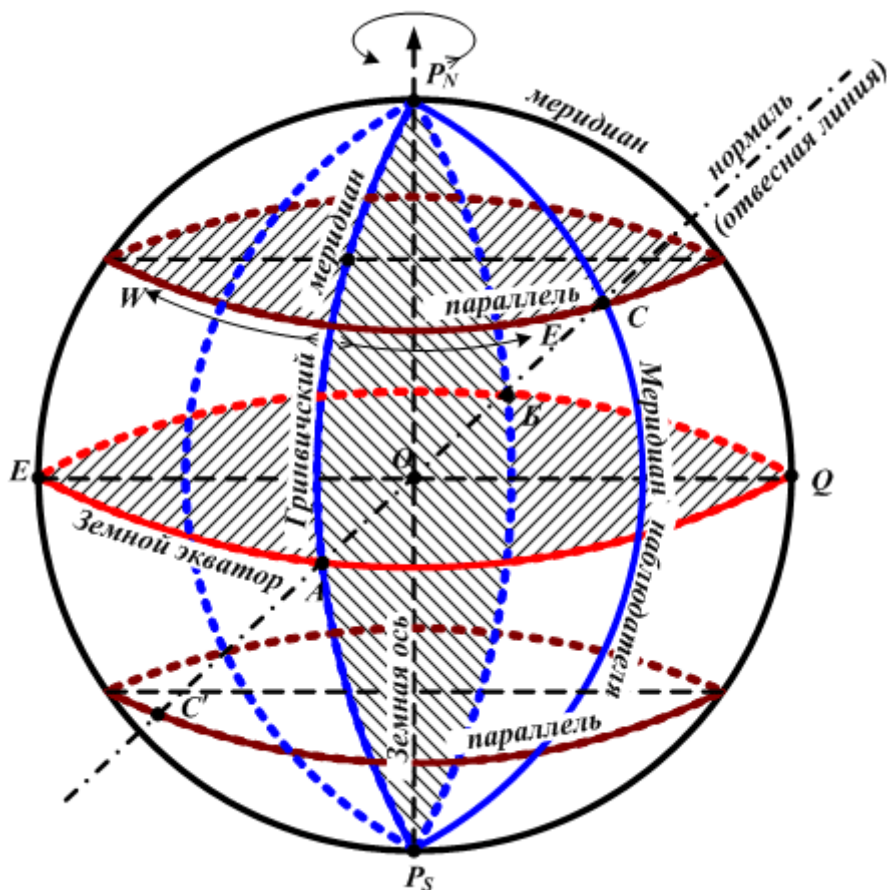


Рис. 1.1. Основные точки, линии и плоскости Земли

Эта ось ($P_N P_S$) совпадает с малой осью земного эллипсоида и пересекает поверхность эллипсоида в двух точках, называемых **географическими полюсами** Земли: – **северный** – P_N , – **южный** – P_S .

Северным географическим полюсом (P_N) принято считать тот, со стороны которого собственное вращение Земли усматривается против часовой стрелки.

Южный географический полюс (P_S) – полюс, противоположный северному.

Плоскость экватора – плоскость, перпендикулярная земной оси и проходящая через центр шара (эллипсоида).

Земной экватор – линия (окружность), образуемая от пересечения поверхности эллипсоида плоскостью экватора.

Земной экватор (линия $EAQB$) делит земной шар на два полушария:

- северное полушарие (с P_N);
- южное полушарие (с P_S).

Плоскости параллелей – плоскости, параллельные плоскости экватора.

Параллели – малые круги, образующиеся на поверхности земного эллипсоида при пересечении его плоскостями параллелей.

Нормаль (отвесная линия) – прямая, совпадающая с направлением силы тяжести в данной точке:

- для т. P_N (или P_S) нормалью является земная ось « $P_N P_S$ »;
- для т. E (или Q) нормалью является диаметр земного экватора;
- для т. C – нормалью является прямая линия SOC' , проходящая через центр Земли.

Плоскости истинных меридианов – плоскости, проходящие через ось Земли ($P_N P_S$).

Истинные (географические) меридианы – линии (окружности), образующиеся на поверхности эллипсоида при пересечении его плоскостями истинных меридианов.

Меридиан, проходящий через место наблюдателя, принято называть истинным (**географическим**) **меридианом наблюдателя**.

Начальный (нулевой, Гринвичский) меридиан (*).

По Международному Соглашению с 1884 г. за начальный (нулевой) меридиан принят меридиан Гринвича – меридиан, проходивший через ось главного телескопа прежней Гринвичской обсерватории (существовала 278 лет 1675÷1953 гг.) в предместье г. Лондона (Англия).

С 1953 г. новая Гринвичская обсерватория размещена в замке Херстмонсо (юг Англии в 15 км от побережья пролива Ла-Манш к востоку от нулевого меридиана на $20'25''$).

Теперь становится ясно, что, для того, чтобы сориентировать наблюдателя на поверхности Земли, необходимо знать – на какой параллели и на каком меридиане в данное время находится этот наблюдатель, т.е. знать его **географические координаты**:

- географическую широту (параллель);
- географическую долготу (меридиан):

Примечание:

(*) Нулевой (Гринвичский) меридиан делит земной шар на восточное и западное полушария.

1.3. Географические координаты. Разности широт и долгот

1.3.1. Географические координаты

В системе географических координат, **координатными осями** являются:

- земной экватор;
- начальный (Гринвичский) меридиан.

Координатами в географической системе координат являются:

- географическая широта – φ (*Ш*);
- географическая долгота – λ (*Д*).

Географическая широта – угол при центре Земли между плоскостью экватора и нормалью к поверхности земного эллипсоида в данной точке.

Этот угол измеряется дугой меридиана от экватора до параллели данной точки.

Географическую широту обозначают символом « φ » (**фи**) или «*Ш*».

Счет широты ведется от экватора к северному (P_N) или южному (P_S) полюсам. Предел изменения широты от 0° до 90° (на экваторе $\varphi = 0^\circ$, на полюсах $\varphi = 90^\circ$).

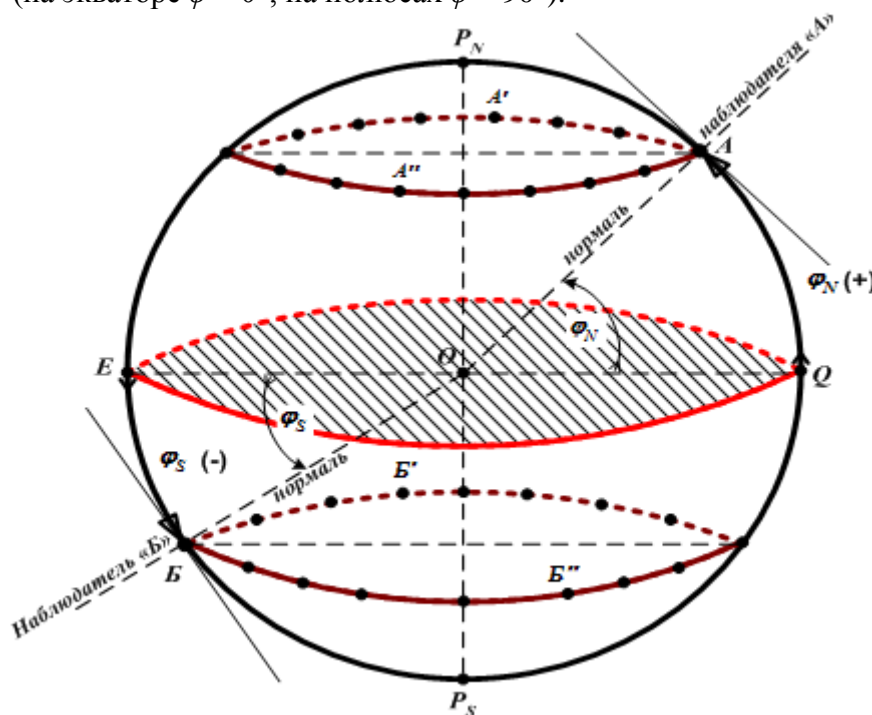


Рис. 1.2. Географическая широта

Если точка (т. *A* рис 1.2) находится в северном полушарии, то широте дается наименование **северная (нордовая)** и обозначается буквой *N* (*C*); а при вычислениях северная или нордовая широта имеет знак «+».

Если же точка (т. *B* рис. 1.2) находится в южном полушарии, то широте дается наименование **южная (зюйдовая)** и обозначается буквой *S* (*Ю*), а при вычислениях южная или зюйдовая широта имеет знак «-».

Все точки, расположенные на одной параллели имеют одинаковую широту ($\varphi_A = \varphi_{A'} = \varphi_{A''}$ и $\varphi_B = \varphi_{B'} = \varphi_{B''}$).

1. Санкт-Петербург $\rightarrow \varphi = 59^{\circ}55'N \quad \lambda = 30^{\circ}23'E$
2. Киев $\rightarrow \varphi = 50^{\circ}27'N \quad \lambda = 30^{\circ}30'E$
3. Североморск $\rightarrow \varphi = 69^{\circ}05'N \quad \lambda = 33^{\circ}30'E$
4. Севастополь $\rightarrow \varphi = 44^{\circ}37'N \quad \lambda = 33^{\circ}27'E$
5. Рио-де-Жанейро $\rightarrow \varphi = 22^{\circ}54'S \quad \lambda = 43^{\circ}13'W$

Географическая долгота – двугранный угол между плоскостью Гринвичского (начального) меридиана и плоскостью меридиана данной точки.

Этот двугранный угол измеряется сферическим углом при полюсе между указанными меридианами или же – географическая долгота измеряется меньшей дугой экватора от Гринвичского меридиана до меридиана данной точки.

Географическую долготу обозначают буквой « λ » (лямбда) или «*D*».

Счет долгот ведется от нулевого (Гринвичского) меридиана к востоку (к исту) и западу (весту).

Пределы изменения долготы от 0° до 180° (рис. 1.3).

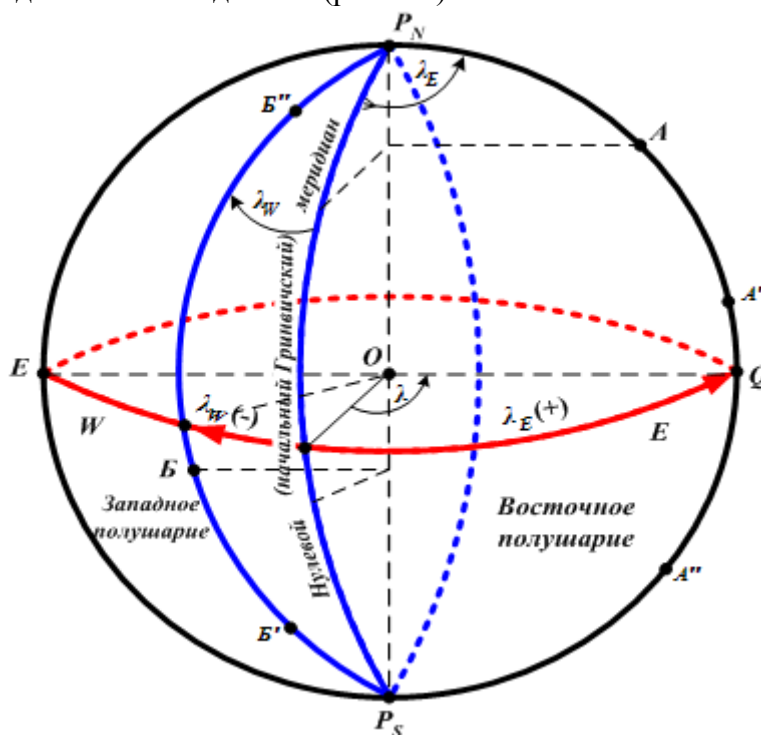


Рис. 1.3. Географическая долгота

Если точка (т. *A*) находится в восточном (истовом) полушарии, то ее долготе дается наименование **восточная (истовая)** и обозначается буквой *E* (ист), а при вычислениях ей приписывается знак «+».

Если же точка (т. *B*) находится в западном полушарии, то ее долготе дается наименование **западная (вестовая)** и обозначается буквой *W* (вест), а при вычислениях ей приписывается знак «-».

Все точки, находящиеся на одной и той же половине меридиана имеют одну и ту же долготу ($\lambda_A = \lambda_{A'} = \lambda_{A''}$; $\lambda_B = \lambda_{B'} = \lambda_{B''}$). Долготы точек, находящихся на противоположной стороне этого меридиана, отличаются от первых на 180° .

Система географических координат является наиболее распространенной и применяется при различных вычислениях и практической деятельности.

Кроме географической системы координат применяются и другие:

- астрономическая;
- геоцентрическая;
- полярная;
- геодезическая и др.

Все системы координат взаимосвязаны между собой на основе математических зависимостей.

Географические координаты некоторых портов Мира

Таблица 1.2

ПОРТ	ШИРОТ А	ДОЛГОТ А	ПОРТ	ШИРОТ А	ДОЛГОТ А	ПОРТ	ШИРОТ А	ДОЛГОТ А
АГАДИР	30°26'N	09°39'W	КАРАЧИ	24°51'N	67°01'E	ПЕТРОПАВЛОВСК -КАМЧАТСКИЙ	53°00'N	158°40'E
АДЕН	12°47'N	45°00'E	КАСАБЛАНКА	33°36'N	07°37'W	ПИРЕЙ	37°57'N	23°39'E
АКЧАКОДЖА	41°03'N	31°30'E	КАТАНИЯ	37°31'N	15°06'E	ПЛИМУТ	50°23'N	04°08'W
АЛЕКСАНДРИЯ	31°11'N	29°52'E	КЕЙПТАУН	33°56'S	18°25'E	ПОРТ-ЛУИ	20°10'S	57°30'E
АЛЖИР	36°47'N	03°04'E	КЕРЧЬ	45°22'N	36°30'E	ПОРТ-САИД	31°16'N	32°18'E
АНАПА	44°53'N	37°18'E	КИНГСТОН	17°58'N	76°48'W	ПОРТ-СУДАН	19°37'N	37°14'E
АРГОСТОЛИОН	38°12'N	20°29'E	КИРЕНИЯ	35°20'N	33°19'E	ПОТИ	42°09'N	41°39'E
АРХАНГЕЛЬСК	64°33'N	40°32'E	КОЛОМБО	06°56'N	79°52'E	ПРОВИДЕНИЯ	64°25'N	173°13'W
АУГУСТА	37°12'N	15°13'E	КОНАКРИ	09°33'N	13°41'W	РЕЙКЬЯВИК	64°09'N	21°57'W
БАЛТИМОР	39°18'N	76°37'W	КОНСТАНЦА	44°11'N	28°38'E	РИГА	56°58'N	24°07'E
БАНГКОК	13°46'N	100°30'E	КОПЕНГАГЕН	55°40'N	12°34'E	РИЕКА	45°19'N	14°26'E
БАРСЕЛОНА	41°23'N	02°10'W	КОРСАКОВ	46°37'N	142°45'E	САЛЕРНО	40°40'N	14°25'E
БАТУМИ	41°39'N	41°39'E	КРОТОНЕ	39°05'N	17°08'E	САЛОНИКИ	40°38'N	22°57'E
БЕЙРУТ	33°54'N	35°30'E	КРЫМ	45°22'N	36°37'E	САМСУН	41°18'N	36°20'E
БЕЛФАСТ	54°36'N	05°55'W	КЫЙЫКЕЙ	41°31'N	28°08'E	САН-ФРАНЦИСКО	37°47'N	122°25'W
БЕРГЕН	60°23'N	05°20'E	ЛАГОС	06°27'N	03°24'E	СЕВАСТОПОЛЬ	44°37'N	33°22'E
БЕРДЯНСК	46°45'N	36°47'E	ЛА-ВАЛЕТТА	35°54'N	14°31'E	СЕНТ-ДЖОН	45°15'N	66°04'W
БИЗЕРТА	37°16'N	09°53'E	ЛА- МАДДАЛЕНА	41°13'N	09°24'E	СЕНТ-ДЖОНС	47°34'N	52°42'W
БОРДО	44°50'N	00°35'W	ЛЕЙШОЙНШ	41°11'N	08°43'W	СИДНЕЙ	33°52'S	151°10'E
БОСТОН	42°21'N	71°04'W	ЛИВЕРПУЛЬ	53°25'N	02°58'W	СКАДОВСК	46°06'N	32°55'E
БРЕСТ	48°24'N	04°30'W	ЛИВОРНО	43°33'N	10°18'E	СИНГАПУР	01°18'N	103°50'E
БРИДЖТАУН	13°05'N	59°37'W	ЛИМАСОЛ	34°40'N	33°03'E	СИРАКУЗЫ	37°03'N	15°18'E
БРИНДИЗИ	40°37'N	17°57'E	ЛИССАБОН	38°43'N	09°09'W	СКАГЕН	57°43'N	10°36'E
БРИСТОЛЬ	51°27'N	02°43'W	ЛОНДОН	51°30'N	00°04'W	СКИКДА	36°53'N	06°54'E
БУРГАС	42°30'N	27°29'E	ЛУАНДА	08°50'S	13°20'E	СОЧИ	43°35'N	39°44'E
ВАЛЕНСИЯ	39°30'N	0°24'W	МАГАДАН	59°31'N	150°58'E	СПЕЦИЯ	44°01'N	09°51'E
ВАЛЬПАРАИС О	33°00'S	71°37'W	МАЛАГА	36°43'N	04°25'W	СПЛИТ	43°30'N	16°27'E
ВАНКУВЕР	49°17'N	123°05'W	МАНГАЛИЯ	43°49'N	28°35'E	СТАМБУЛ	41°01'N	28°58'E
ВАРНА	43°12'N	27°55'E	МАРИУПОЛЬ	47°03'N	37°30'E	СУЭЦ	29°58'N	32°33'E
ВЕЛЛИНГТОН	41°18'S	174°47'E	МАНИЛА	14°35'N	120°58'E	ТАГАНРОГ	47°12'N	38°57'E
ВЕНЕЦИЯ	45°30'N	12°26'E	МАРСЕЛЬ	43°19'N	05°22'E	ТАРАНТО	40°27'N	17°12'E
ВЕРАКУС	19°12'N	96°08'W	МЕЛЬБУРН	37°50'N	144°58'E	ТАРАГОНА	41°06'N	01°14'E
ВЛАДИВОСТО К	43°06'N	131°55'E	МЕРСИН	36°47'N	34°38'E	ТЕМРЮК	45°17'N	37°22'E
ГАВАНА	23°08'N	82°22'W	МЕССИНА	38°11'N	15°33'E	ТРАБЗОН	41°00'N	39°45'E
ГАЛИФАКС	44°39'N	63°35'W	МИТИЛИНИ	39°06'N	26°35'E	ТРИЕСТ	43°35'N	13°50'E
ГАМБУРГ	53°33'N	10°00'E	МОЗАМБИК	15°02'S	40°44'E	ТРИПОЛИ	32°54'N	13°11'E
ГЕНУЯ	44°24'N	08°56'E	МОНТЕВИДЕО	34°50'S	56°10'W	ТРОНХЕЙМ	63°26'N	10°25'E
ГИБРАЛТАР	36°09'N	05°20'W	МОНФАЛЬКОНЕ	45°47'N	13°33'E	ТУАПСЕ	44°05'N	39°04'E
ГИРЕСУН	40°55'N	38°23'E	МУМБАИ	18°58'N	72°50'E	ТУНИС	36°48'N	10°12'E
ГОНОЛУЛУ	21°19'N	157°51'W	МУРМАНСК	68°58'N	33°05'E	ФАМАГУСТА	35°07'N	33°56'E
ГОРН (МЫС)	56°00'N	67°17'W	НАГАСАКИ	32°45'N	129°53'E	ФЕДАЛА	33°43'N	07°22'W
ДАКАР	14°40'N	17°26'W	НАХОДКА	42°50'N	132°55'E	ФЕОДОСИЯ	45°02'N	35°24'E
ДЖИДА	27°21'N	35°41'E	НЕАПОЛЬ	40°51'N	14°15'E	ФИЛАДЕЛЬФИЯ	40°00'N	75°10'W
ДЖИБУТИ	11°36'N	43°08'E	НИКОЛАЕВ	46°58'N	31°58'E	ФРИТАУН	08°30'N	13°13'W
ДУВР	51°08'N	01°18'E	НОВОРОССИЙС К	44°44'N	37°48'E	ХАЙФА	32°49'N	34°59'E
ДУРРЕС	41°19'N	19°27'E	НОВЫЙ ОРЛЕАН	29°57'N	90°05'W	ХАЛКИС	38°27'N	23°35'E
ЕВПАТОРИЯ	45°10'N	33°21'E	НЬЮ-ЙОРК	40°43'N	74°00'W	ХЕРСОН	46°37'N	32°36'E

ИГНЕАДА	41°54'N	28°02'E	НЬЮКАСЛ	32°55'S	151°45'E	ХОШИМИН	10°45'N	106°40'E
ИЗМИР	38°25'N	27°08'E	ОДЕССА	46°28'N	30°44'E	ЧАРЛСТОН	32°47'N	79°57'W
ИЛЬИЧЕВСК	46°18'N	30°39'E	ОКЛЕНД	36°51'S	174°46'E	ЧАШЛЫБЕЛЬ	41°08'N	30°08'E
ИНЕБОЛУ	41° 59'N	33° 45'E	ОРАН	35°43'N	00°39'W	ШАНХАЙ	31°14'N	121°28'E
ИОКОГАМА	35°30'N	139°40'E	ОРТА	38°32'N	28°38'W	ШЕРБУР	49°38'N	01°37'E
КАДИС	36°32'N	06°18'W	ОЧАКОВ	46°36'N	31°33'E	ЭРЕГЛИ	41°18'N	31°27'E
КАЛЬКУТТА	22°35'N	88° 22'E	ПАЛЕРМО	38°08'N	13°22'E	ЮЖНЫЙ	46°36'N	31°01'E
КАЛЪЯРИ	39°13'N	09°08'E	ПАНАМА	08°58'N	79°31'W	ЯЛТА	44°30'N	34°10'E

1.3.2. Разности широт и долгот

Географические координаты однозначно определяют положение точки на земной поверхности. Но при плавании судна в море, при переходе его из одной точки в другую происходит изменение координат его места.

Величинами, характеризующими изменение географических координат при переходе судна от одной точки к другой, являются **разность широт** и **разность долгот** (рис. 1.4).

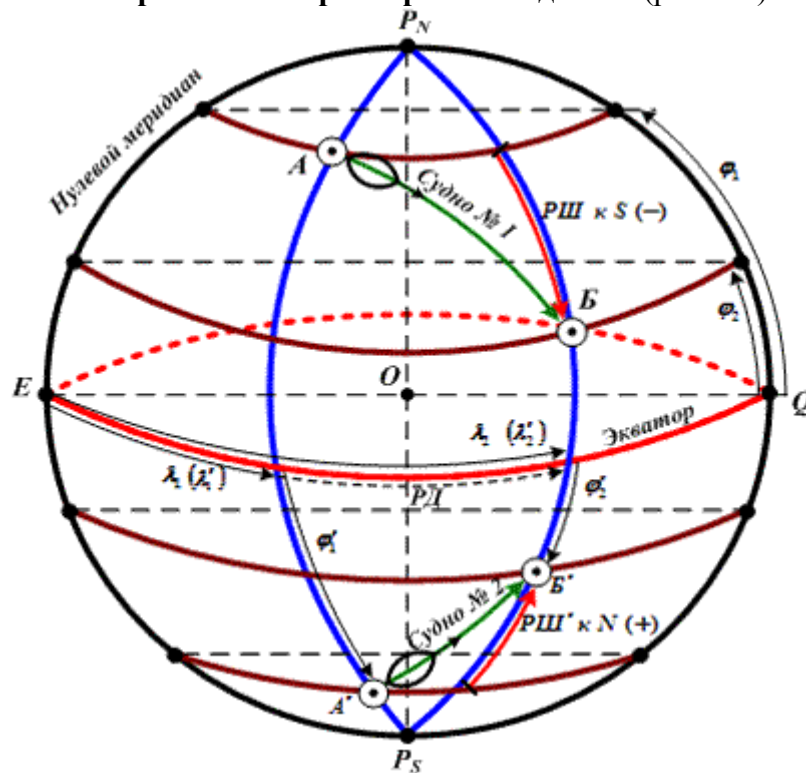


Рис.1.4. Разность широт и разность долгот

Пункт (т. А или т. А'), откуда вышло судно, называется **пунктом отхода**.

Пункт отхода характеризуется начальными координатами (φ_1, λ_1 или φ_1', λ_1').

Пункт (т. В или т. В'), в который пришло судно, называется **пунктом прихода**.

Пункт прихода характеризуется конечными координатами (φ_2, λ_2 или φ_2', λ_2').

Тогда: – **изменение широты (φ), при переходе судна из одного пункта в другой будет называться разностью широт** и сокращенно обозначается как $\Delta \varphi$ – основное обозначение или как *PШ* – запасное обозначение.

Разность широт $\Delta \varphi$ измеряется отрезком дуги (меньшей дуги) меридиана между параллелями пунктов отхода и прихода.

$$PШ(\Delta\varphi) = \varphi_2 - \varphi_1 - \text{формула алгебраическая.} \quad (1.1)$$

Если судно перемещается в направлении северного полюса P_N (рис. 1.4 судно № 2), то разности широт ($\Delta\varphi$) дается наименование «к северу» («к северу»), и обозначается – к N, а при вычислениях ей приписывается знак «+».

Пример: $\varphi_1' = 75^\circ 00,0'S$, $\varphi_2' = 25^\circ 00,0'S$ (судно № 2), тогда:

$$PШ'(\Delta\varphi') = \varphi_2' - \varphi_1' = -25^\circ 00,0' - (-75^\circ 00,0') = +50^\circ 00,0' \text{ или } 50^\circ 00,0' \text{ к N.}$$

Если же судно перемещается в направлении южного полюса P_S (рис. 1.4 судно № 1), то разности широт ($\Delta\varphi$) дается наименование «к югу» («к зюйду»), и обозначается – к S , а при вычислениях ей приписывается знак «-».

Пример: $\varphi_1 = 70^\circ 00,0'N$, $\varphi_2 = 45^\circ 00,0'N$ (судно № 1), тогда:

$$PШ (\Delta\varphi) = \varphi_2 - \varphi_1 = 45^\circ 00,0' - (+70^\circ 00,0') = -25^\circ 00,0' \text{ или } 25^\circ 00,0' \text{ к } S.$$

Разность широт измеряется в пределах от 0° до $\pm 180^\circ$ (к N или к S).

Разностью долгот называется изменение долготы (λ) при переходе судна из одного пункта в другой и сокращенно обозначается как λ – основное обозначение, или как РД – запасное обозначение.

Разность долгот ($\Delta\lambda$) измеряется меньшей дугой экватора, заключенной между меридианами пунктов отхода и прихода.

$$(PД)\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 - \text{формула алгебраическая.} \quad (1.2)$$

Если судно перемещается к востоку (восточная долгота увеличивается, западная долгота уменьшается), то разности долгот дается наименование «к востоку» («к исту»), и обозначается – к E , а при вычислениях ей приписывается знак «+».

Пример: $\lambda_1 = 85^\circ 00,0'E$, $\lambda_2 = 130^\circ 00,0'E$ (рис. 1.4 оба судна), тогда:

$$(PД) \Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = 130^\circ 00,0' - (+85^\circ 00,0') = +45^\circ 00,0' \text{ или } 45^\circ 00,0' \text{ к } E.$$

Если же судно перемещается к западу (восточная долгота уменьшается, западная долгота увеличивается), то разности долгот дается наименование «к западу» («к весту»), и обозначается – к W , а при вычислениях ей приписывается знак «-».

Пример: $\lambda_1 = 130^\circ 00,0'E$, $\lambda_2 = 85^\circ 00,0'E$ (обратный переход судов 1, 2 из т. B (т. B') в т. A (A') рис. 1.4).

$$(PД) \Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = 85^\circ 00,0' - (+130^\circ 00,0') = -45^\circ 00,0' \text{ или } 45^\circ 00,0' \text{ к } W.$$

Разность долгот измеряется в пределах от 0° до 180° (к E или к W).

Если при вычислениях значение λ превышает 180° , то необходимо абсолютное значение полученного результата отнять от 360° , а наименование разности долгот (знак) изменить на противоположное.

Пример: $\lambda_1 = 150^\circ 00,0'W$, $\lambda_2 = 150^\circ 00,0'E$, тогда:

$$(PД)\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = +150^\circ 00,0' - (-150^\circ 00,0') = +300^\circ 00,0' \text{ или } 300^\circ 00,0' \text{ к } E, \\ \text{но т.к. } \Delta\lambda \leq 180^\circ, \text{ тогда: } 360^\circ - (+300^\circ) = 60^\circ \text{ и } \Delta\lambda = 60^\circ 00,0' \text{ к } W.$$

Зная координаты исходной точки (φ_A , λ_A) и значения разности широт $\Delta\varphi$ и разности долгот $\Delta\lambda$, которые получились при переходе судна, – можно рассчитать координаты пункта прихода по формулам:

$$\varphi_B = \varphi_A + \Delta\varphi \quad \lambda_B = \lambda_A + \Delta\lambda \quad (1.3)$$

1.3.3. Задачи на расчет значений ($\Delta\varphi$, $\Delta\lambda$, φ_2 , λ_2)

А. Расчет значений разности широт ($\Delta\varphi$) и разности долгот ($\Delta\lambda$)

№ задачи		1	2	3	4
Дано	φ_1	$60^\circ 15,2'N$	$41^\circ 02,4'N$	$13^\circ 01,9'N$	$38^\circ 49,3'S$
	λ_1	$2^\circ 40,4'W$	$17^\circ 21,3'E$	$93^\circ 54,3'E$	$72^\circ 19,6'E$
	φ_2	$19^\circ 15,2'N$	$8^\circ 58,6'N$	$24^\circ 36,2'S$	$41^\circ 24,7'N$
	λ_2	$10^\circ 14,6'E$	$52^\circ 38,7'W$	$114^\circ 08,5'W$	$89^\circ 05,4'W$
Ответ	$\Delta\varphi$	$41^\circ 00,0' \text{ к } S$	$32^\circ 03,8' \text{ к } S$	$37^\circ 38,1' \text{ к } S$	$80^\circ 14,0' \text{ к } N$
	$\Delta\lambda$	$12^\circ 55,0' \text{ к } E$	$70^\circ 00,0' \text{ к } W$	$151^\circ 57,2' \text{ к } E$	$161^\circ 25,0' \text{ к } W$

№ задачи		5	6	7	8
Дано	φ_1	$13^\circ 58,6'N$	$15^\circ 21,3'S$	$26^\circ 27,6'N$	$76^\circ 40,5'S$
	λ_1	$120^\circ 25,5'E$	$60^\circ 21,5'E$	$99^\circ 13,7'E$	$59^\circ 00,5'W$
	φ_2	$36^\circ 01,4'S$	$55^\circ 48,7'N$	$19^\circ 48,5'N$	$81^\circ 21,3'N$
	λ_2	$131^\circ 40,5'W$	$122^\circ 03,0'E$	$91^\circ 56,3'W$	$18^\circ 25,4'W$
Ответ	$\Delta\varphi$	$50^\circ 00,0' \text{ к } S$	$71^\circ 10,0' \text{ к } N$	$6^\circ 39,1' \text{ к } S$	$158^\circ 01,8' \text{ к } N$
	$\Delta\lambda$	$107^\circ 54,0' \text{ к } E$	$61^\circ 41,5' \text{ к } E$	$168^\circ 50,0' \text{ к } E$	$40^\circ 35,1' \text{ к } E$

Б. Расчет значений широты (φ_2) и долготы (λ_2) пункта прихода

№ задачи		1	2	3	4
Дано	φ_1	21°18,3'N	19°19,0'S	57°14,3'N	37°18,9'S
	λ_1	71°21,8'W	37°16,5'W	157°48,5'W	29°13,4'E
	$\Delta\varphi$	39°18,3' к S	19°39,0' к N	59°05,4' к S	46°15,1' к N
	$\Delta\lambda$	97°58,2' к W	56°23,5' к E	32°11,5' к W	47°32,8' к W
Ответ	φ_2	18°00,0'S	0°20,0'N	1°51,1'S	8°56,2'N
	λ_2	169°20,0'W	19°07,0'E	170°00,0'E	18°19,4'W

№ задачи		5	6	7	8
Дано	φ_1	56°00,5'S	13°15,1'S	41°42,1'N	12°00,4'S
	λ_1	158°34,0'E	5°16,9'W	140°13,9'W	34°16,4'E
	$\Delta\varphi$	67°21,0' к N	63°25,9' к S	42°14,5' к S	67°15,0' к N
	$\Delta\lambda$	101°26,0' к E	17°25,6' к E	56°40,5' к W	49°05,5' к W
Ответ	φ_2	11°20,5'N	76°41,0'S	0°32,4'S	55°14,6'N
	λ_2	100°00,0'W	12°08,7'E	163°05,6'E	14°49,1'W

1.4. Радиусы кривизны земного эллипсоида

Плоскости секущие эллипсоид вращения по различным направлениям, образуют в пересечении с его поверхностью или окружности или эллипсы.

Основными сечениями эллипсоида являются (рис. 1.5):

- сечение плоскостью, проходящей через малую ось;
- сечение плоскостью, перпендикулярной малой оси;
- **нормальное сечение.**

Сечение плоскостью, проходящей через малую ось PP' эллипсоида, образует на его поверхности *меридианный эллипс* или *истинный меридиан* « $PQP'Q'$ ». Кривизна его – переменная величина (радиус кривизны M – тоже). Радиус M уменьшается с уменьшением географической широты (φ) и вычисляется по формуле:

$$M = \frac{a(1-e^2)}{(1-e^2 \sin^2 \varphi)^{3/2}} \quad (1.4)$$

где a – большая полуось;

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} (0,00669).$$

e – эксцентриситет

Приняв, что $W = \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}$, то

$$M = \frac{a(1-e^2)}{W^3} \quad (1.5)$$

Экваториальный радиус кривизны меридиана при $\varphi = 0^\circ$: $M_0 = 6\,335\,552,6$ м.

Сечение эллипсоида плоскостью перпендикулярной его малой оси PP' дает на его поверхности малый круг qq' – параллель. Радиус параллели r вычисляется по формуле:

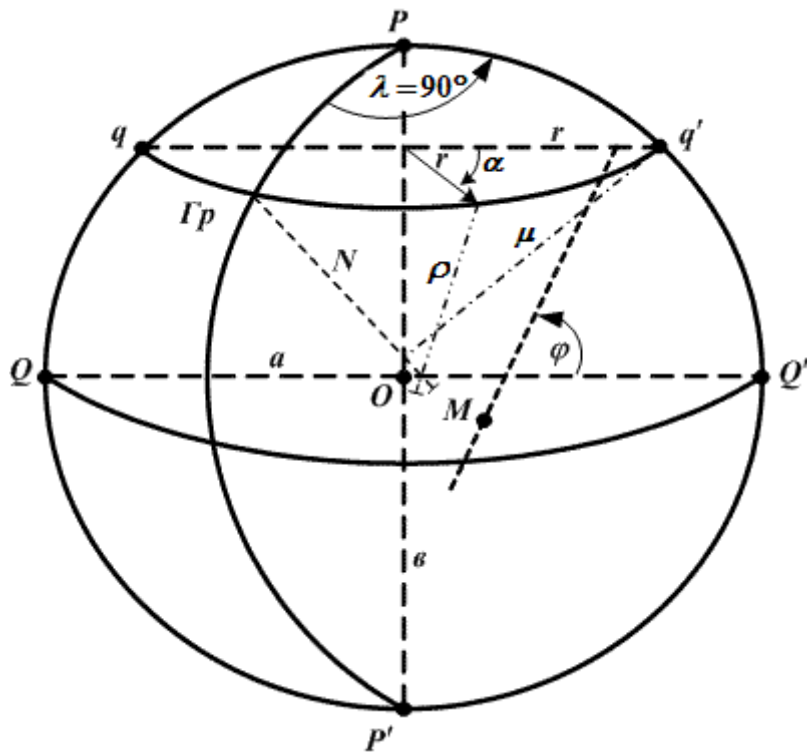


Рис.1.5. Радиусы кривизны земного эллипсоида

$$r = \frac{a \cdot \cos \varphi}{(1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi)^{1/2}} \quad \text{или} \quad r = \frac{a \cdot \cos \varphi}{W} \quad \text{или} \quad r = N \cdot \cos \varphi. \quad (1.6)$$

При $\varphi = 0^\circ$ радиус параллели равен большой полуоси (a) эллипсоида, и эта параллель – **земной экватор**.

Нормальное сечение – сечение эллипсоида плоскостью, проходящей через нормаль к его поверхности. Из бесчисленного множества возможных нормальных сечений выделяют два главных нормальных сечения – **меридианное** и перпендикулярное ему – сечение **первого вертикала**. Для сечения **первого вертикала** радиус кривизны эллипса N , вычисляется по формуле:

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi)^{1/2}} \quad \text{или} \quad N = \frac{a}{W} \quad (1.7)$$

на полюсе $M = N, M < N$;

на экваторе $N_0 = a$.

Экваториальный радиус кривизны первого вертикала при $\varphi = 0^\circ$: $N_0 = a = 6\,378\,245$ м.

Радиус кривизны нормального сечения, составляющего с меридианом в заданной точке угол A , вычисляется по формуле:

$$\rho_A = \sqrt{MN} \left(1 - \frac{e^2}{2} \cdot \cos^2 \varphi - \cos 2\alpha\right) \quad (1.8)$$

где M и N – величины, определяемые в зависимости от широты φ по формулам (1.4) и (1.7).

Радиусом средней кривизны эллипсоида в данной точке с широтой φ называют среднее геометрическое из радиуса M и N .

Радиус средней кривизны эллипсоида вычисляется по формуле:

$$R = \sqrt{MN} = \frac{a \cdot \sqrt{1 - e^2}}{1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi} \quad (1.9)$$

Значения M, N, R даны в картографических таблицах УГС через каждые $30'$ φ .

Произведение любого радиуса кривизны на «arc 1'» равно длине дуги в 1' данного сечения. Учтя приведенные выше формулы, получим выражение для определения длин дуг:

1. – одной минуты параллели:

$$\Delta 1'r = r \cdot \text{arc } 1' = \frac{a \cdot \cos \varphi \cdot \text{arc } 1'}{(1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi)^{1/2}} \quad (1.10)$$

2. или без учета сжатия Земли ($e = 0$)

$$\rho = a \cdot \cos \varphi \cdot \text{arc } 1' \quad (1.11)$$

3. – одной минуты первого вертикала:

$$\Delta 1'N = N \cdot \text{arc } 1' = \frac{a \cdot \text{arc } 1'}{(1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi)^{1/2}} \quad (1.12)$$

4. или приближенно:

$$\Delta 1'N = 1858,461 - 3,404 \cdot \cos 2\varphi \quad (1.13)$$

5. – одной минуты меридиана:

$$\Delta 1'M = M \cdot \text{arc } 1' = \frac{a(1 - e^2) \cdot \text{arc } 1'}{(1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi)^{3/2}} \quad (1.14)$$

6. или приближенно:

$$\Delta 1'M = 1852,23 - 9,34 \cdot \cos 2\varphi. \quad (1.15)$$

Таким образом, поверхность земного эллипсоида имеет кривизну, изменяющуюся от точки к точке по широте и от направления в данной точке.

Выводы

1. Для решения задач судовождения Земной шар принимается за эллипсоид вращения с элементами референц-эллипсоида Красовского.
2. Положение точки на земной поверхности определяется географическими координатами:
 - географической широтой (φ);
 - географической долготой (λ).
3. Величинами, характеризующими изменение географических координат при переходе судна от одной точки к другой, являются:
 - разность широт ($\Delta\varphi$, *РШ*) и
 - разность долгот ($\Delta\lambda$, *РД*).
4. Форма и размеры земного эллипсоида характеризуются радиусами кривизны его основных сечений (M , r , N , ρ_A , R).

ГЛАВА 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ В МОРЕ

2.1. Основные линии и плоскости наблюдателя

Как нанести по координатам (φ, λ) точку на карту; как снять с карты координаты (φ, λ) ; как рассчитать разность широт $(\Delta\varphi)$ и разность долгот $(\Delta\lambda)$ между пунктами отхода и прихода – все эти вопросы мы уже рассмотрели.

Но судно, находясь в море, не стоит на месте а, большей частью, находится в постоянном движении. Для того, чтобы знать направление этого движения, а также направления с судна на различные предметы (навигационные ориентиры, соседние суда и т.д.) нужно выбрать такие линии и плоскости, принимаемые за исходные, от которых можно было бы вести отсчет этих направлений.

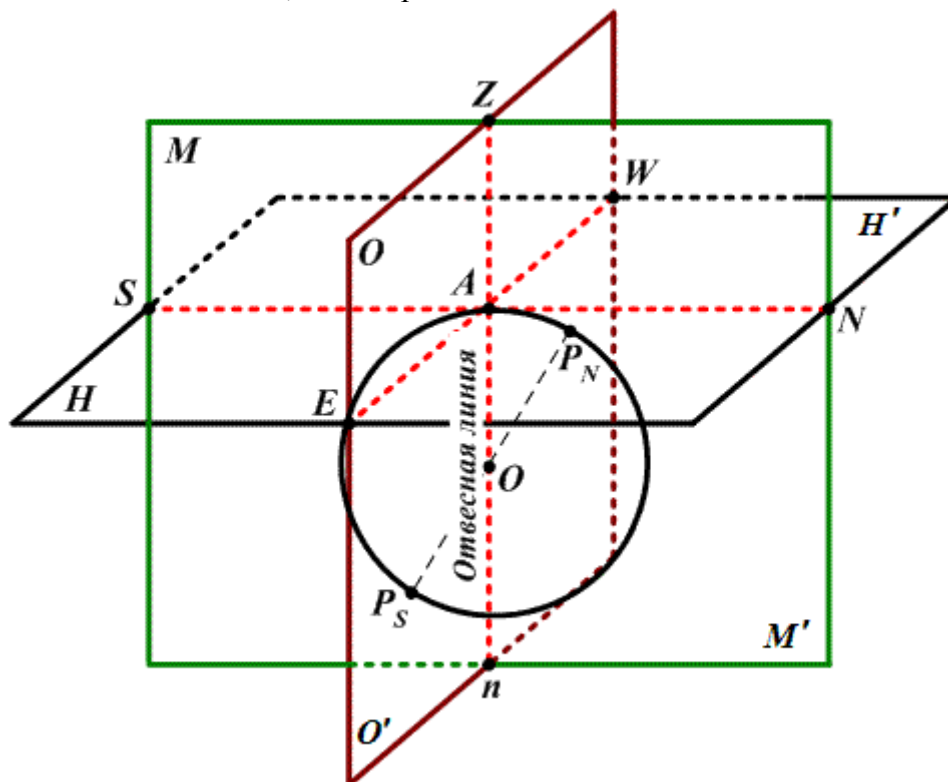


Рис. 2.1. Основные линии и плоскости наблюдателя

Построим (рис. 2.1) земной эллипсоид (земную сферу) и предположим, что наблюдатель находится на Гринвичском (начальном) меридиане в верхней части сферы (т. A).

Отметим на земной сфере:

- т. O – центр сферы;
- линия $P_N P_S$ – ось Земли, а точки P_N и P_S – северный и южный географические полюсы.

Через место наблюдателя (т. A) и центр Земли (т. O) проведем прямую – **отвесную линию** ($ZAO'n$), тогда:

– отвесная линия, проходящая через точку наблюдателя, показывает направления:

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

Через место наблюдателя (т. A) перпендикулярно отвесной линии ($ZAO'n$) проведем плоскость $H-H'$, тогда:

➤ **горизонтальная плоскость, перпендикулярная направлению отвесной линии и проходящая через место (глаз) наблюдателя называется *плоскостью истинного горизонта наблюдателя*.**

Надгоризонтная часть – все, что находится над истинным горизонтом и «видимо» для наблюдателя.

Подгоризонтная часть – все, что находится под истинным горизонтом и «скрыто» от наблюдателя.

Построим плоскость $M-M'$, проходящую через место наблюдателя и полюсы Земли (P_N и P_S), тогда:

➤ **вертикальная плоскость, проходящая через отвесную линию, место наблюдателя и полюсы Земли, называется плоскостью истинного меридиана наблюдателя.**

Плоскость истинного меридиана наблюдателя (ИМН) пересекает плоскость истинного горизонта наблюдателя (ИГН) по прямой линии ($N-S$), называемой **линией истинного меридиана наблюдателя** (ИМН) или **полуденной линией** (рис. 2.1 линия NAS).

Часть линии ИМН – линия $A-N$ – северная часть ИМН; другая ее часть – линия $A-S$ – южная часть ИМН.

Линия ИМН соответствует направлению (от наблюдателя) на северный (P_N) и южный (P_S) полюсы.

На этом основании точка истинного горизонта наблюдателя, определяющая направление на северный полюс (P_N), обозначается как N («норд»), а противоположная ей как S («зюйд»).

Проведем теперь вертикальную плоскость ($O-O'$), которая пройдет через отвесную линию (ZOn) перпендикулярно плоскости ИМН ($M-M'$), тогда: **вертикальная плоскость, проходящая через отвесную линию и перпендикулярная плоскости ИМН, называется плоскостью I-го вертикала наблюдателя.**

Плоскость I-го вертикала наблюдателя ($O-O'$) пересекает плоскость истинного горизонта наблюдателя ($H-H'$) по линии, указывающей направление на восток – т. E («ист») и запад – т. W («вест»).

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

Для каждой точки земной поверхности главные направления занимают вполне определенное положение (рис. 2.2).

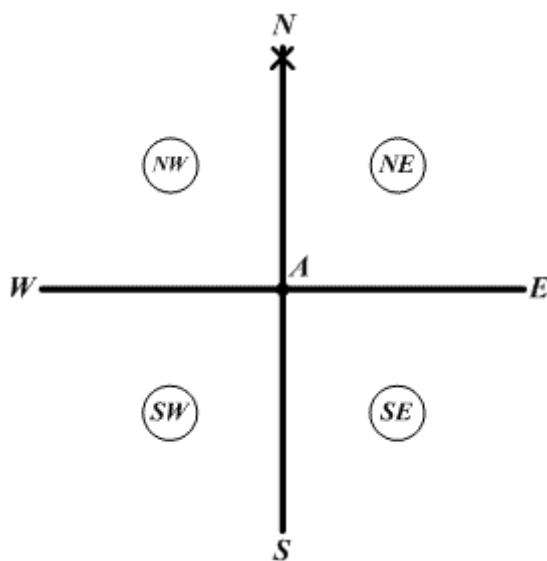


Рис. 2.2. Главные направления

Главные направления делят плоскость ИГН на 4 равные четверти: NE , SE , SW , NW .

Любое направление на поверхности Земли может быть измерено наблюдателем углом в плоскости ИГН от линии $N-S$ меридиана.

Для определения направлений в плоскости ИГН используются три системы деления горизонта, три системы счета направлений (**круговая, полукруговая, четвертная**).

Рассмотрим эти системы.

2.2. Системы счета направлений

2.2.1. Круговая система счета

Круговая система счета направлений является основной системой счета. В этой системе горизонт делится на 360° (рис. 2.3) и счет направлений ведется от 0° до 360° от северной части истинного меридиана наблюдателя $N_{И}$ вправо по ходу часовой стрелки.

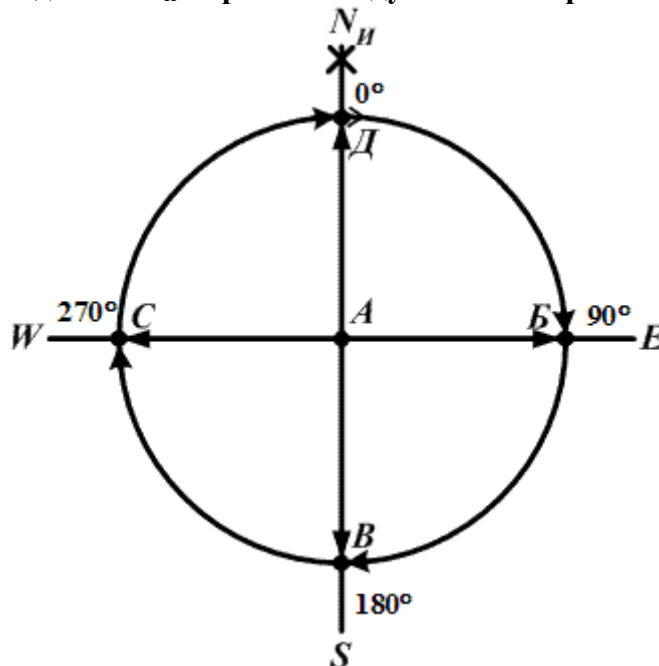


Рис. 2.3. Круговая система счета направлений

Наблюдатель (т. A) – в центре.
Тогда направления:

- на т. B – 90° ;
- на т. B – 180° ;
- на т. C – 270° ;
- на т. D – 360° или 0° .

Если при расчете направлений получится значение более 360° (390°), то от результата следует вычесть 360° (т.е. один оборот $390^\circ - 360^\circ = 30^\circ$).

Круговая система счета направлений применяется в судовождении для определения направления движения судна (**курс**) и определения направления с судна на береговые ориентиры, соседние суда и пр. (**пеленг**).

2.2.2. Полуциркулярная система счета

В полуциркулярной системе счета (рис. 2.4) счет направлений ведется от северной или южной части истинного меридиана наблюдателя в сторону востока E или запада W в пределах от 0° до 180° .

Для исключения многозначности в полуциркулярной системе счета числовому значению направления дается наименование. Например:

- т.1 $N 45^\circ E$; т.2 $N 105^\circ W$ (рис. 2.4а).
т.3 $S 45^\circ W$; т.4 $S 135^\circ E$ (рис. 2.4б).

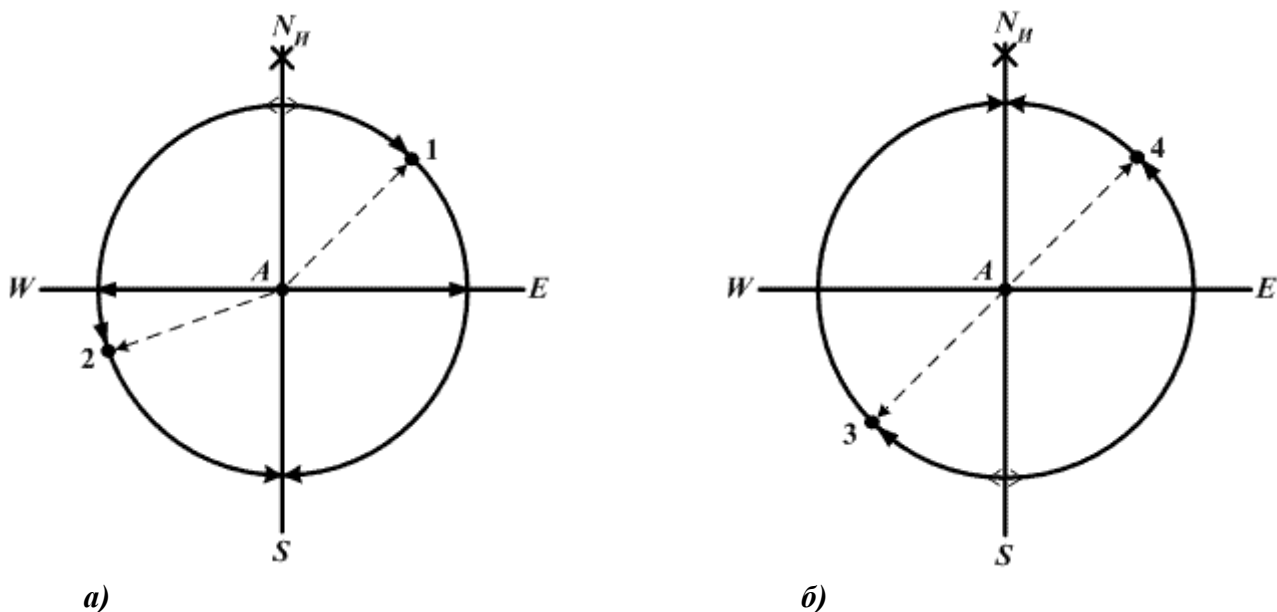


Рис. 2.4. Полуциркуговая система счета направлений

Первая буква наименования – от какой части ИМН (N или S) идет счет.
 Вторая буква наименования – в каком направлении идет счет (к E или к W).
 Полуциркуговая система счета обычно применяется в мореходной астрономии.

Правила перехода от полуциркуговой системы счета направлений в круговую:

1. Если наименование $N...E \rightarrow$ оставь число (45°) без изменения, отбрось наименование (т. 1).
2. Если наименование $N...W \rightarrow$ от 360° вычти число ($360^\circ - 105^\circ = 255^\circ$), отбрось наименование (т. 2).
3. Если наименование $S...W \rightarrow$ к 180° добавь число ($180^\circ + 45^\circ = 225^\circ$), отбрось наименование (т. 3).
4. Если наименование $S...E \rightarrow$ от 180° вычти число ($180^\circ - 135^\circ = 45^\circ$), отбрось наименование (т. 4).

2.2.3. Четвертная система счета

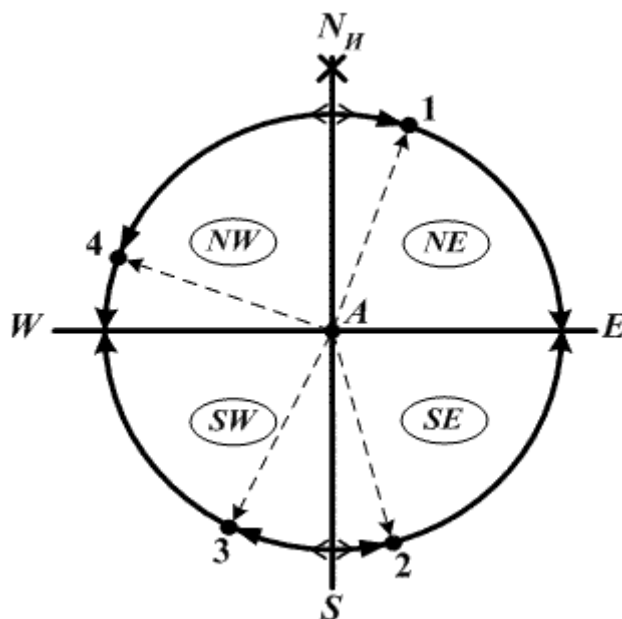


Рис. 2.5. Четвертная система счета направлений

В четвертной системе счета направлений (рис. 2.5) счет направлений ведется от северной (*N*) и южной (*S*) части ИМН в сторону востока (*E*) и в сторону запада (*W*) в пределах от 0° до 90°.

В данной системе счета числовому значению направления дается наименование, соответствующее наименованию четверти. *Например:*

т.1 10°*NE*; **т.2** 10°*SE*;
т.3 30°*SW*; **т.4** 70°*NW*.

Четвертная система счета направлений также будет нам встречаться при решении задач переходной астрономии.

Переход от четвертной системы счета к круговой аналогичен изложенному в п. Б, т.е.:

1. Если наименование *NE* → оставь величину угла без изменений (10°) → т. 1;
2. Если наименование *SE* → взять дополнение величины угла до 180° (170°) → т. 2;
3. Если наименование *SW* → к величине угла прибавь 180°(210°) → т. 3;
4. Если наименование *NW* → взять дополнение величины угла до 360° (290°) → т. 4.

2.2.4. Румбовая система счета (рис. 2.6)

Была основной системой счета направлений во времена парусного флота.

Всего **32 румба**-направления. **1 румб = 11¼°** ($11\frac{1}{4} \cdot 32 = 360^\circ$).

Румбы в градусной мере
(т. 41 «МТ-75», т. 5.13 «МТ-2000»)

Таблица 2.1

NE четверть			SE четверть		
№ румба	Обозначение румба	Число градусов	№ румба	Обозначение румба	Число градусов
0	N	0,00°	8	E	90,00°
1	NtE	11,25°	9	EtS	101,25°
2	NNE	22,50°	10	ESE	112,50°
3	NEtN	33,75°	11	SEtE	123,75°
4	NE	45,00°	12	SE	135,00°
5	NEtE	56,25°	13	SEtS	146,25°
6	ENE	67,50°	14	SSE	157,50°
7	EtN	78,75°	15	StE	168,75°
8	E	90,00°	16	S	180,00°
SW четверть			NW четверть		
16	S	180,00°	24	W	270,00°
17	StW	191,25°	25	WtN	281,25°
18	SSW	202,50°	26	WNW	292,50°
19	SWtS	213,75°	27	NWtW	303,75°
20	SW	225,00°	28	NW	315,00°
21	SWtW	236,25°	29	NWtN	326,25°
22	WSW	247,50°	30	NNW	337,50°
23	WtS	258,75°	31	NtW	348,75°
24	W	270,00°	32	N	360,00°

Главные румбы: *N* (0°), *E* (90°), *S* (180°), *W* (270°).

Четвертные румбы: *NE* (45°), *SE* (135°), *SW* (225°), *NW* (315°).

Вторые румбы: *N NE* (22,5°), *S SE* (157,5°), *S SW* (202,5°), *N NW* (337,5°).

Шестые румбы: *E NE* (67,5°), *E SE* (112,5°), *W SW* (247,5°), *W NW* (292,5°).

Нечетные румбы: *NtE* (11¼°), *NEtE* (56¼°) и т.д. Подробно см. табл. 41 «МТ-75» с. 311 или табл. 5.13 «МТ-2000» с. 435 (табл.2.1).

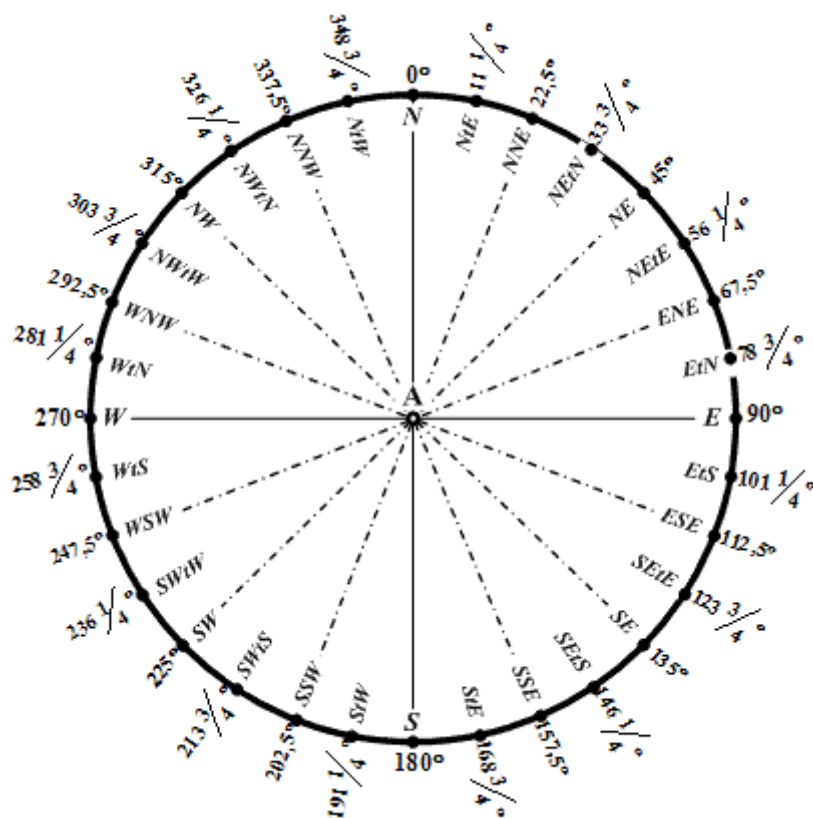


Рис. 2.6. Румбовая система счета направлений

2.2.5. Задачи на перевод направлений в круговую систему счета

Дано-Ответ	1	2	3	4	5
Румбовая	NtE –111/4°	NNE –22,5°	NEtN –333/4°	NEtE –561/4°	ENE –67,5°
Четвертная	20°SE –160°	30°SW –210°	30°SE –150°	20°NW –340°	40°SE –140°
Полукруговая	N10°W –350°	S10°E –170°	S10°W –190°	N20°W –340°	S20°E –160°

Дано-Ответ	6	7	8	9	10
Румбовая	EtN –783/4°	EtS –1011/4°	ESE –112,5°	SEtE –1233/4°	SEtS –1461/4°
Четвертная	40°SW –220°	30°NW –330°	50°SE –130°	50°SW –230°	40°NW –320°
Полукруговая	S20°W –200°	N30°W –330°	S30°E –150°	S30°W –210°	N40°W –320°

2.3. Истинные направления и их соотношения

2.3.1. Истинный курс, истинный пеленг, курсовой угол

При нахождении судна в море, деятельность судоводителя непосредственно связана с определением направления движения судна, а также с определением направлений на подвижные (соседние корабли, суда, самолеты, вертолеты) и неподвижные (береговые ориентиры, буи, бочки и пр.) объекты.

Рассмотрим, как эти направления определяются?

Направление движения судна характеризуется его **истинным курсом**.

Покажем это на рис. 2.7 для чего:

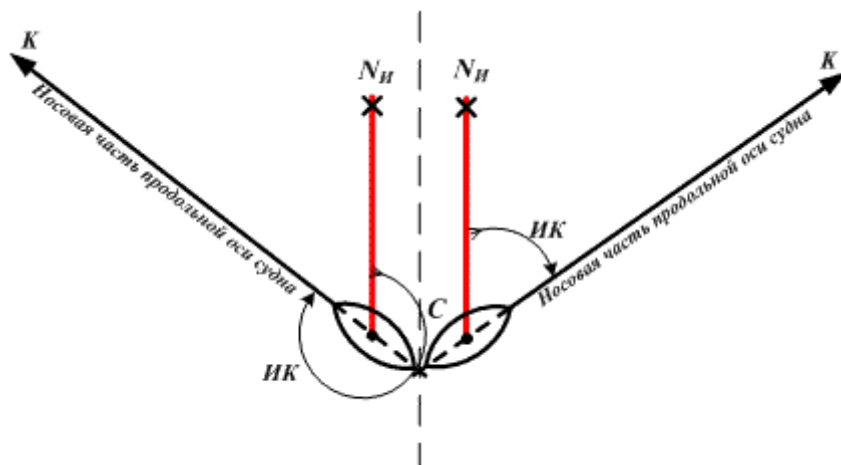


Рис. 2.7. Истинный курс судна

- проведем северную часть истинного меридиана наблюдателя, находящегося на судне $C \rightarrow C-N_{И}$;
- продолжим носовую часть продольной оси симметрии судна $\rightarrow C-K$, тогда:

– **истинный курс судна** есть ничто иное, как **направление продольной оси судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью истинного меридиана и носовой частью продольной оси судна.**

Истинный курс судна измеряется в круговой системе счета направлений от 0° до 360° (по часовой стрелке) и обозначается – как **ИК**.

Направление на объект наблюдения определяется или относительно носовой части продольной оси судна (**курсовой угол**), или относительно северной части истинного меридиана наблюдателя (**истинный пеленг**).

Истинным пеленгом называется **горизонтальный угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северной частью истинного меридиана наблюдателя и направлением из точки наблюдения на объект** (рис. 2.8).

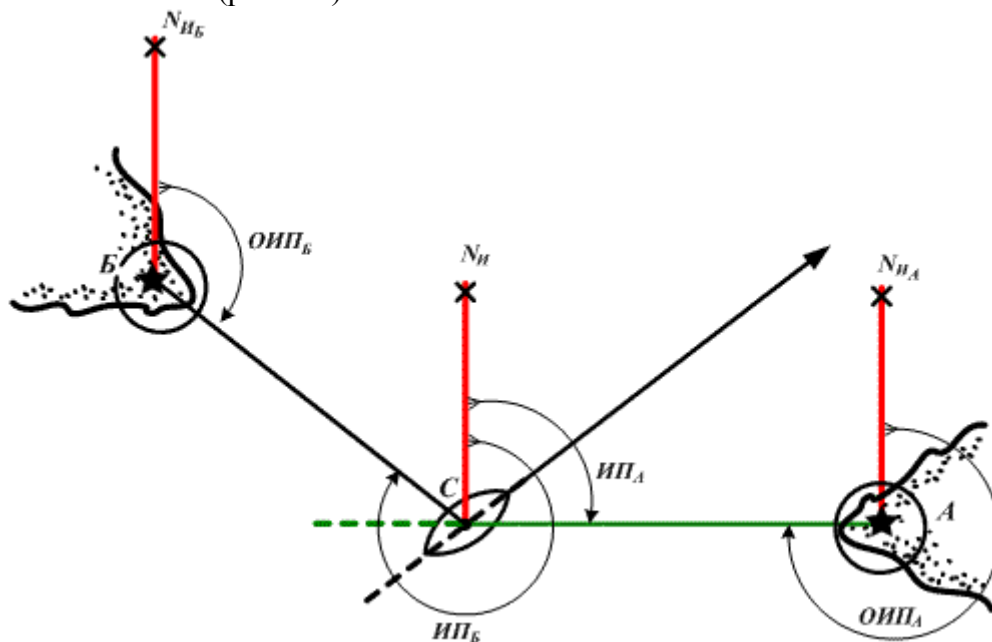


Рис. 2.8. Истинный пеленг на ориентир

Истинный пеленг, также как и истинный курс, измеряется в круговой системе счета направлений от 0° до 360° по часовой стрелке и обозначается как **ИП**.

Обратный истинный пеленг (ОИП) – это направление, отличающееся от истинного пеленга на 180° .

Если ИП на маяк 95° , то ОИП (с маяка на судно) 275° (рис. 2.8).

$$\text{ОИП} = \text{ИП} \pm 180^\circ \quad (2.1)$$

Курсовым углом называется горизонтальный угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между носовой частью продольной оси судна (ДП судна) и направлением из точки наблюдения на объект (ориентир).

Курсовой угол измеряется в полукруговой системе счета направлений от 0° до 180° левого (л/б) и правого (пр/б) бортов (рис. 2.9).

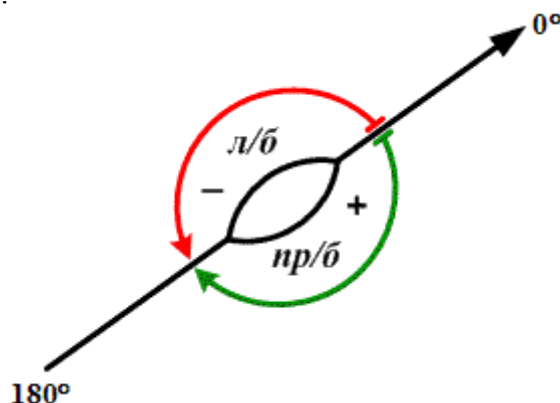


Рис. 2.9. Курсовой угол

Курсовой угол обозначается – как КУ или q .

При вычислениях курсовому углу правого борта (КУ пр/б) придается знак «+», а курсовому углу левого борта (КУ л/б) – знак «-».

Курсовые углы, равные 90° (90° пр/б, 90° л/б) получили название «**траверзных**» курсовых углов.

Курсовые углы, равные 45° (45° пр/б, 45° л/б) – «**крамбола**».

Курсовые углы, равные 135° (135° пр/б, 135° л/б) – «**раковина**» или «**подзор**».

Все истинные направления (ИК, ИП, КУ) связаны между собой соотношениями, которые легко установить из рис. 2.10.

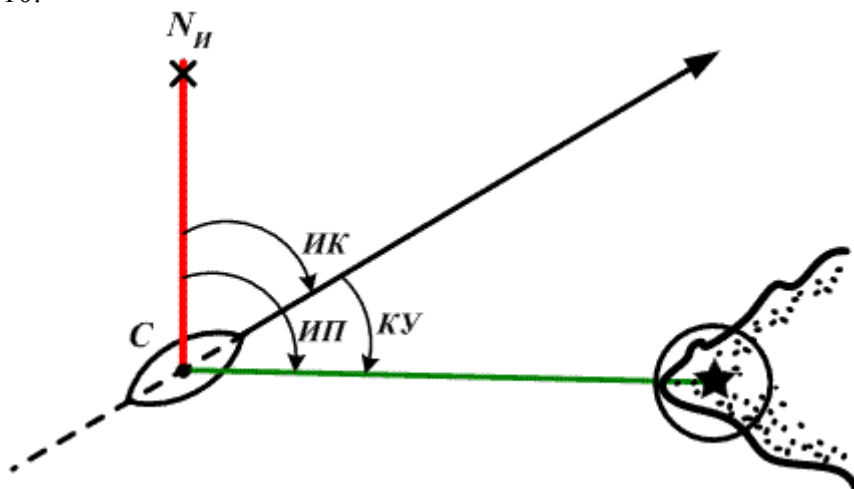


Рис. 2.10. Истинные направления

$$ИП = ИК + КУ \quad (2.2)$$

$$ИК = ИП - КУ \quad (2.3)$$

$$КУ = ИП - ИК \quad (2.4)$$

Формулы алгебраические.

При решении задач по данным формулам необходимо знать, что:

1. Если при вычислениях ИК или ИП получается результат более 360°, то из полученного результата необходимо вычесть 360°.

Например: ИК = 270°, КУ = 130° пр/б, ИП = ?
 ИП = ИК + КУ = 270° + 130° = 400° – 360° = 40°

Ответ: ИП = 40°.

2. Если при вычислениях ИК или ИП получится отрицательный результат, необходимо к полученному результату прибавить 360°.

Например: ИК = 40, КУ = -70 л/б, ИП = ?
ИП = ИК + КУ = 40° + (-70°) = 40° - 70° = -30° + 360° = 330°

Ответ: ИП = 330°.

3. Если при вычислениях значение курсового угла (КУ) получается более 180°, то необходимо полученный результат отнять от 360°, а наименование КУ изменить на противоположное.

Например: ИП = 340°, ИК = 40°, КУ = ?
КУ = ИП - ИК = 340° - 40° = 300° пр/б, 360° - 300° = 60° л/б

Ответ: КУ = 60° л/б.

Кратко рассмотрим устройство **штурманского транспортира**.

Транспортир штурманский служит для измерения направлений в море на карте относительно истинного меридиана и представляет из себя **полукруг, разделенный на 180°** с линейкой, расположенной по диаметру круга. На середину внутреннего среза линейки нанесен **центральный штрих**, являющийся центром транспортира. Полукруг транспортира разбит на градусные деления. **Надписи десятков градусов сделаны двойными цифрами, обозначающими взаимно противоположные направления** (рис. 2.11).

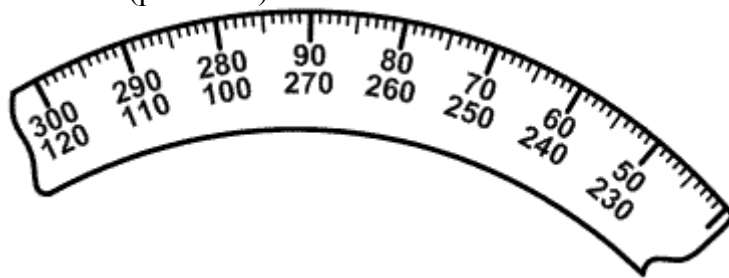


Рис. 2.11. Оцифровка транспортира штурманского

А как провести на карте линию по заданному направлению?

Для проведения на карте линии по заданному направлению необходимо (рис.2.12):

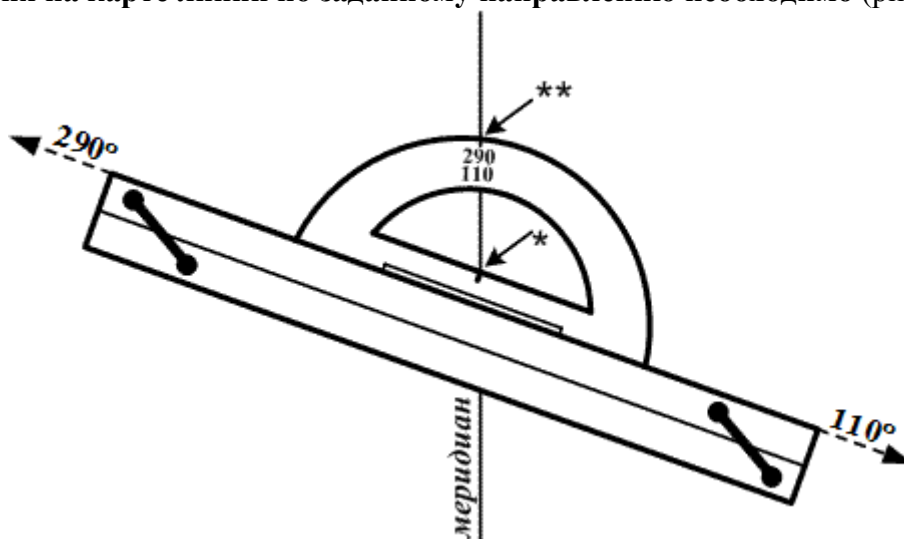


Рис. 2.12. Проведение на карте линии заданного направления

1. К ближайшему от точки (из которой будет проводиться линия заданного направления) меридиану прикладываем транспортир с параллельной линейкой таким образом, **чтобы на меридиане находился центральный штрих транспортира(*) и значение заданного направления(**)**. Параллельная линейка должна плотно прилегать верхним своим срезом к нижней кромке транспортира.
2. Удерживая параллельную линейку отодвигаем транспортир в сторону.
3. Последовательным перемещением верхней и нижней частей параллельной линейки добиваемся совмещения верхнего среза линейки с точкой, из которой должна быть проведена линия заданного направления.
4. От точки по срезу линейки проводим карандашом линию, которая и будет соответствовать заданному направлению (перед тем как проводить линию необходимо убедиться, что она будет проведена именно в ту, а не в обратную сторону).

Для определения направления проложенной на карте линии необходимо:

1. Приложить параллельную линейку (ее верхний срез) к линии на карте, направление которой (линии) необходимо снять.
2. К верхнему срезу линейки приложить транспортир так, чтобы центральный штрих совпал с меридианом (рис. 2.12) и снять отсчет со шкалы транспортира:
 - **если линия направлена вверх – отсчет необходимо снимать с внешней оцифровки шкалы (290°);**
 - **если линия направлена вниз – отсчет необходимо снимать с внутренней оцифровки шкалы транспортира (110°).**

2.3.2. Задачи на расчет значений ИК, ИП, КУ

А. Расчет значения КУ по известным ИК и ИП

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ИК	20°	346°	144°	229°	307°	200°	340°	205°	10°	357°
ИП	118°	24°	201°	101°	263°	346°	150°	113°	315°	89°
КУ = ? (ответ)	98° ПР/Б	38° ПР/Б	57° ПР/Б	128° Л/Б	44° Л/Б	146° ПР/Б	170° ПР/Б	92° Л/Б	55° Л/Б	92° ПР/Б

Б. Расчет значения ИП по известным ИК и КУ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ИК	260°	290°	149°	223°	27°	100°	300°	247°	170°	352°
КУ	109° Л/Б	54° ПР/Б	146° Л/Б	169° Л/Б	90° Л/Б	44° Л/Б	131° ПР/Б	33° ПР/Б	58° ПР/Б	82° Л/Б
ИП = ? (ответ)	151°	344°	3°	54°	297°	56°	71°	280°	228°	270°

В. Расчет значения ИК по известным ИП и КУ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ИП	90°	216°	105°	58°	63°	180°	359°	29°	30°	110°
КУ	58° ПР/Б	40° Л/Б	120° ПР/Б	62° ПР/Б	98° Л/Б	15° Л/Б	25° ПР/Б	90° Л/Б	30° ПР/Б	87° ПР/Б
ИК = ? (ответ)	32°	256°	345°	356°	161°	195°	334°	119°	0°	23°

2.4. Дальность видимости горизонта и ориентиров в море

2.4.1. Дальность видимости горизонта

Наблюдаемая в море линия, по которой море как бы соединяется с небосводом, называется **видимым горизонтом наблюдателя**.

Если глаз наблюдателя находится на высоте e_M над уровнем моря (т. А рис. 2.13), то луч зрения идущий по касательной к земной поверхности, определяет на земной поверхности малый круг aa , радиуса D .

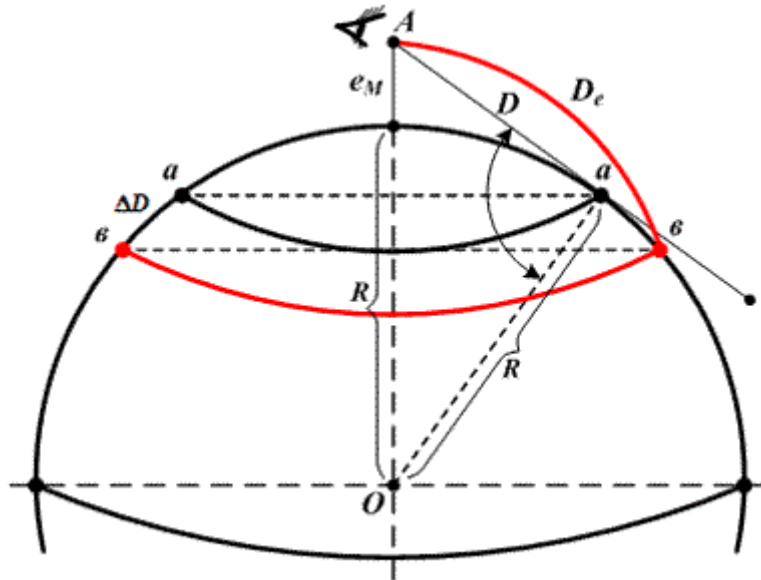


Рис. 2.13. Дальность видимости горизонта

Это было бы верно, если бы Землю не окружала атмосфера.

Если принять Землю за шар и исключить влияние атмосферы то, из прямоугольного треугольника OaA следует: $OA=R+e$

$$D^2 = (e + R)^2 - R^2 = e^2 + 2eR + R^2 - R^2 = e^2 + 2eR = 2eR \left(\frac{e}{2R} + 1 \right) \quad (2.5)$$

Так как величина $\frac{e}{2R}$ чрезвычайно мала (для $e = 50\text{ м}$ при $R = 6371\text{ км} = 0,000004$), то окончательно имеем:

$$D = \sqrt{2Re} \quad (2.6)$$

Под действием земной рефракции, в результате преломления зрительного луча в атмосфере, наблюдатель видит горизонт дальше (по кругу ee).

$$D_e = D + \Delta D = \sqrt{2Re} + \frac{x}{2} \sqrt{2Re} \quad (2.7)$$

где x – коэффициент земной рефракции ($\approx 0,16$).

Если принять дальность видимого горизонта D_e в милях, а высоту глаза наблюдателя над уровнем моря (e_M) в метрах и подставить значение радиуса Земли ($R=3437,7$ мили = 6371 км), то окончательно получим формулу для расчета дальности видимого горизонта

$$D_{e(\text{мили})} = 2,08 \cdot \sqrt{e_M} \quad (2.8)$$

Например: 1) $e = 4\text{ м}$ $D_e = 4,16\text{ мили}$; 2) $e = 9\text{ м}$ $D_e = 6,24\text{ мили}$;
3) $e = 16\text{ м}$ $D_e = 8,32\text{ мили}$; 4) $e = 25\text{ м}$ $D_e = 10,4\text{ мили}$.

По формуле (2.8) составлена таблица № 22 «МТ-75» (с. 248) и таблица № 2.1 «МТ-2000» (с. 255) по (e_M) от 0,25 м ÷ 5100 м. (см. табл. 2.2)

Таблица 2.2.

$e, \text{ м}$	$D_e, \text{ мили}$	$e, \text{ м}$	$D_e, \text{ мили}$	$e, \text{ м}$	$D_e, \text{ мили}$	$e, \text{ м}$	$D_e, \text{ мили}$
1,0	2,1	21,0	9,5	41,0	13,3	72,0	17,7
2,0	2,9	22,0	9,8	42,0	13,5	74,0	17,9
3,0	3,6	23,0	10,0	43,0	13,6	76,0	18,1
4,0	4,2	24,0	10,2	44,0	13,8	78,0	18,4
5,0	4,7	25,0	10,4	45,0	14,0	80,0	18,6
6,0	5,1	26,0	10,6	46,0	14,1	82,0	18,8
7,0	5,5	27,0	10,8	47,0	14,3	84,0	19,1
8,0	5,9	28,0	11,0	48,0	14,4	86,0	19,3
9,0	6,2	29,0	11,2	49,0	14,6	88,0	19,5
10,0	6,6	30,0	11,4	50,0	14,7	90,0	19,7
11,0	6,9	31,0	11,6	52,0	15,0	92,0	20,0
12,0	7,2	32,0	11,8	54,0	15,3	94,0	20,2
13,0	7,5	33,0	12,0	56,0	15,6	96,0	20,4
14,0	7,8	34,0	12,1	58,0	15,8	98,0	20,6
15,0	8,1	35,0	12,3	60,0	16,1	100,0	20,8
16,0	8,3	36,0	12,5	62,0	16,4	110,0	21,8
17,0	8,6	37,0	12,7	64,0	16,6	120,0	22,8
18,0	8,8	38,0	12,8	66,0	16,9	130,0	23,7
19,0	9,1	39,0	13,0	68,0	17,1	140,0	24,6
20,0	9,3	40,0	13,2	70,0	17,4	150,0	25,5

2.4.2. Дальность видимости ориентиров в море

Если наблюдатель, высота глаза которого находится на высоте e_M над уровнем моря (т. А рис. 2.14), наблюдает линию горизонта (т. В) на расстоянии $D_{e(\text{мили})}$, то, по аналогии, и с ориентира (т. Б), высота которого над уровнем моря h_M , видимый горизонт (т. В) наблюдается на расстоянии $D_{h(\text{мили})}$.

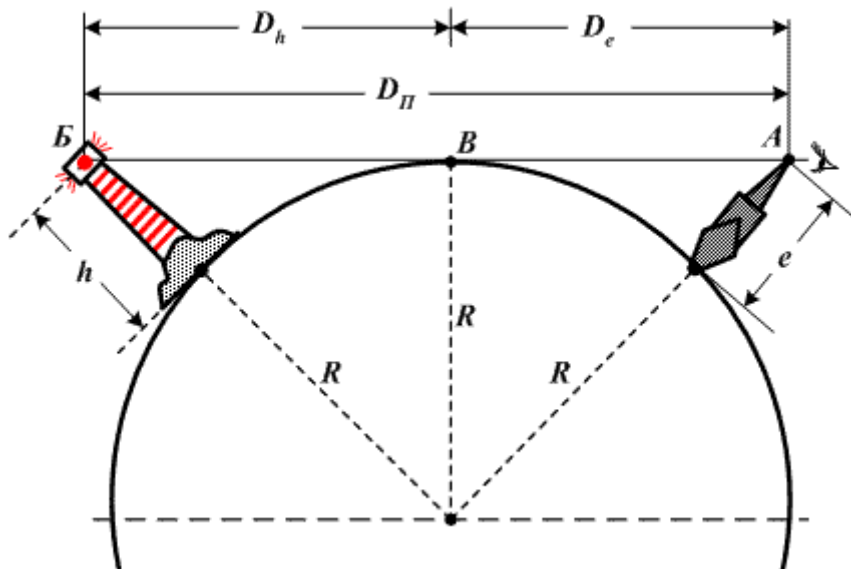


Рис. 2.14. Дальность видимости ориентиров в море

Из рис. 2.14 очевидно, что дальность видимости предмета (ориентира), имеющего высоту над уровнем моря h_M , с высоты глаза наблюдателя над уровнем моря e_M будет выражаться формулой:

$$D_{\Pi} = D_e + D_h = 2,08 \cdot \sqrt{e_M} + 2,08 \cdot \sqrt{h_M} = 2,08 \cdot (\sqrt{e_M} + \sqrt{h_M}), \text{ т.е.},$$

$$D_{\Pi(\text{мили})} = 2,08 \cdot (\sqrt{e_M} + \sqrt{h_M}) \tag{2.9}$$

Формула (2.9) решается с помощью таблицы 22 «МТ-75» с. 248 или таблицы 2.3 «МТ-2000» (с. 256).

Например: $e = 4$ м, $h = 30$ м, $D_{\Pi} = ?$

Решение: для $e = 4$ м $\rightarrow D_e = 4,2$ мили;
 для $h = 30$ м $\rightarrow D_h = 11,4$ мили.
 $D_{\Pi} = D_e + D_h = 4,2 + 11,4 = 15,6$ мили.

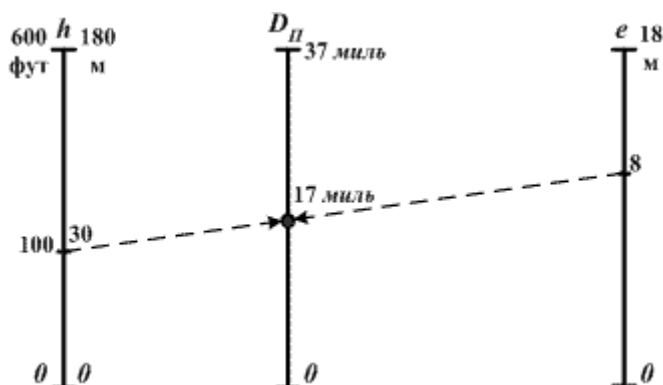


Рис. 2.15. Номограмма 2.4. «МТ-2000»

Формулу (2.9) можно решать и с помощью *Приложения 6 к «МТ-75»* или номограммы 2.4 «МТ-2000» (с. 257) \rightarrow рис. 2.15.

Например: $e = 8$ м, $h = 30$ м, $D_{\Pi} = ?$

Решение: Значения $e = 8$ м (правая шкала) и $h = 30$ м (левая шкала) соединяем прямой линией. Точка пересечения этой линии со средней шкалой (D_{Π}) и даст нам искомую величину **17,3 мили**. (см. табл. 2.3).

Географическая дальность видимости предметов (из табл. 2.3. «МТ-2000»)

Таблица 2.3.

Высота предмета h (метры)	Высота глаза наблюдателя над уровнем моря, e , (метры)														Высота предмета h (метры)
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
	МИЛИ														
2	5,9	6,5	7,1	7,6	8,0	8,4	8,8	9,2	9,5	9,8	10,1	10,4	10,7	11,0	2
3	6,5	7,2	7,8	8,3	8,7	9,1	9,5	9,8	10,2	10,5	10,8	11,1	11,4	11,7	3
4	7,1	7,8	8,3	8,8	9,3	9,7	10,0	10,4	10,7	11,1	11,4	11,7	11,9	12,2	4
5	7,6	8,3	8,8	9,3	9,7	10,2	10,5	10,9	11,2	11,5	11,9	12,2	12,4	12,7	5
6	8,0	8,7	9,3	9,7	10,2	10,6	11,0	11,3	11,7	12,0	12,3	12,6	12,9	13,2	6
7	8,4	9,1	9,7	10,2	10,6	11,0	11,4	11,7	12,1	12,4	12,7	13,0	13,3	13,6	7
8	8,8	9,5	10,0	10,5	11,0	11,4	11,8	12,1	12,5	12,8	13,1	13,4	13,7	13,9	8
9	9,2	9,8	10,4	10,9	11,3	11,7	12,1	12,5	12,8	13,1	13,4	13,7	14,0	14,3	9
10	9,5	10,2	10,7	11,2	11,7	12,1	12,5	12,8	13,2	13,5	13,8	14,1	14,4	14,6	10
12	10,1	10,8	11,4	11,9	12,3	12,7	13,1	13,4	13,8	14,1	14,4	14,7	15,0	15,3	12
14	10,7	11,4	11,9	12,4	12,9	13,3	13,7	14,0	14,4	14,7	15,0	15,3	15,6	15,8	14
16	11,3	11,9	12,5	13,0	13,4	13,8	14,2	14,6	14,9	15,2	15,5	15,8	16,1	16,4	16
18	11,8	12,4	13,0	13,5	13,9	14,3	14,7	15,1	15,4	15,7	16,0	16,3	16,6	16,9	18
20	12,2	12,9	13,5	14,0	14,4	14,8	15,2	15,5	15,9	16,2	16,5	16,8	17,1	17,4	20
25	13,3	14,0	14,6	15,1	15,5	15,9	16,3	16,6	17,0	17,3	17,6	17,9	18,2	18,5	25
30	14,3	15,0	15,6	16,0	16,5	16,9	17,3	17,6	18,0	18,3	18,6	18,9	19,2	19,4	30
35	15,2	15,9	16,5	17,0	17,4	17,8	18,2	18,5	18,9	19,2	19,5	19,8	20,1	20,4	35
40	16,1	16,8	17,3	17,8	18,2	18,7	19,0	19,4	19,7	20,1	20,4	20,7	20,9	21,2	40
45	16,9	17,6	18,1	18,6	19,0	19,5	19,8	20,2	20,5	20,9	21,2	21,5	21,7	22,0	45
50	17,6	18,3	18,9	19,4	19,8	20,2	20,6	20,9	21,3	21,6	21,9	22,2	22,5	22,8	50
60	19,1	19,7	20,3	20,8	21,2	21,6	22,0	22,4	22,7	23,0	23,3	23,6	23,9	24,2	60
70	20,3	21,0	21,6	22,1	22,5	22,9	23,3	23,6	24,0	24,3	24,6	24,9	25,2	25,5	70
80	21,5	22,2	22,8	23,3	23,7	24,1	24,5	24,8	25,2	25,5	25,8	26,1	26,4	26,7	80
90	22,7	23,3	23,9	24,4	24,8	25,2	25,6	26,0	26,3	26,6	26,9	27,2	27,5	27,8	90
100	23,7	24,4	25,0	25,5	25,9	26,3	26,7	27,0	27,4	27,7	28,0	28,3	28,6	28,9	100

Примечание:

Высота навигационного ориентира над уровнем моря выбирается из **навигационного руководства** для плавания «Огни и знаки» («Огни»).

2.4.3. Дальность видимости огня ориентира, показанная на карте (рис. 2.16)

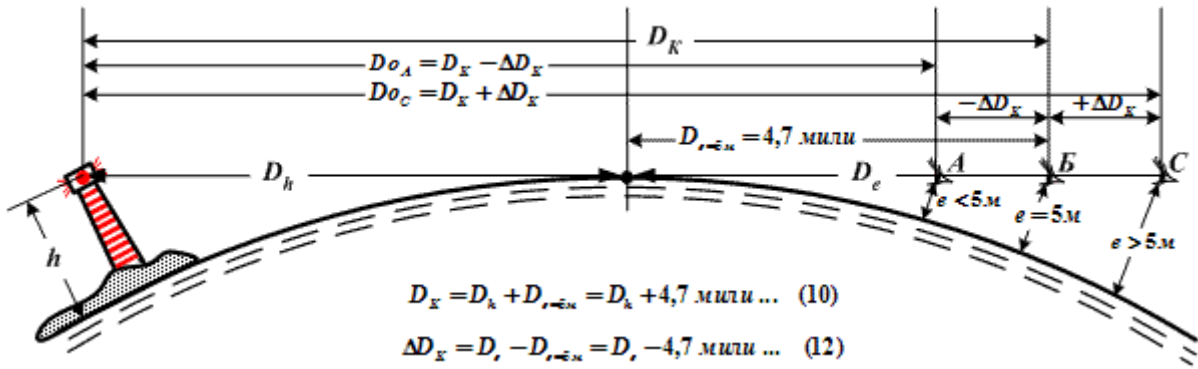


Рис. 2.16. Дальности видимости огня маяка

На навигационных морских картах и в **навигационных пособиях** дальность видимости огня ориентира дана для высоты глаза наблюдателя над уровнем моря $e = 5$ м, т.е.:

$$D_k = D_h + D_{e=5\text{м}} = D_h + 4,7 \text{ мили (2.10)}$$

Если же действительная высота глаза наблюдателя над уровнем моря отличается от 5 м, то для определения дальности видимости огня ориентира необходимо к дальности, показанной на карте (в пособии), прибавить (если $e > 5$ м), или отнять (если $e < 5$ м) поправку к дальности видимости огня ориентира (ΔD_k), показанной на карте за высоту глаза.

$$D_o = D_k + \Delta D_k (2.11)$$

$$\Delta D_k = D_e - D_{e=5\text{м}} = D_e - 4,7 \text{ мили} = 2,08 \cdot \sqrt{e\text{м}} - 4,7 \text{ мили (2.12)}$$

Например: $D_k = 20$ миль, $e = 9$ м.
 $\Delta D_k = 2,08 \cdot \sqrt{9} - 4,7 = 6,24 - 4,7 = 1,54$ мили
 тогда: $D_o = D_k + \Delta D_k = 20,0 + 1,54 = 21,54$ мили

Ответ: $D_o = 21,54$ мили.

2.4.4. Задачи на расчет дальностей видимости

А) Видимого горизонта (D_e) и ориентира (D_k)

Дано \ № зад	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
e , метры	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
h , метры	1	2	3	4	6	8	10	12	14	16
D_e , мили - ?	2,1	2,9	3,6	4,2	4,7	5,1	5,5	5,9	6,2	6,6
D_k , мили - ?	4,2	5,8	7,2	8,4	9,8	11,0	12,1	13,1	14,0	14,9

Б) Открытие огня маяка

Дано \ № зад	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
e , метры	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
D_k , мили	16	18	17	15	16	14	12	10	12	13
D_o , мили - ?	14,2	16,9	16,5	15,0	16,4	14,8	13,2	11,5	13,9	15,2

Выводы

1. Основными для наблюдателя являются:

а. плоскости:

- плоскость истинного горизонта наблюдателя (пл. ИГН);
- плоскость истинного меридиана наблюдателя (пл. ИМН);
- плоскость первого вертикала наблюдателя;

б. линии:

- отвесная линия (нормаль) наблюдателя,
- линия истинного меридиана наблюдателя → полуденная линия *N-S*;
- линия *E-W*.

2. Системами счета направлений являются:

- круговая ($0^\circ \div 360^\circ$);
- полукруговая ($0^\circ \div 180^\circ$);
- четвертная ($0^\circ \div 90^\circ$).

Любое направление на поверхности Земли может быть измерено углом в плоскости истинного горизонта, принимая за начало отсчета линию истинного меридиана наблюдателя.

Истинные направления (ИК, ИП) определяются на судне относительно северной части истинного меридиана наблюдателя, а КУ (курсовой угол) – относительно носовой части продольной оси судна.

Дальность видимого горизонта наблюдателя (D_e) рассчитывается по формуле:

$$D_{e(\text{мили})} = 2,08 \cdot \sqrt{e_M}$$

Дальность видимости навигационного ориентира (днем в хорошую видимость) рассчитывается по формуле:

$$D_{П(\text{мили})} = 2,08 \cdot (\sqrt{e_M} + \sqrt{h_M}).$$

Дальность видимости огня навигационного ориентира, по его дальности (D_K), показанной на карте, рассчитывается по формуле:

$$D_O = D_K + \Delta D_K, \text{ где } \Delta D_K = D_e - 4,7 \text{ мили.}$$

ГЛАВА 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ В МОРЕ С ПОМОЩЬЮ МАГНИТНЫХ КОМПАСОВ

3.1. Принцип определения направлений по магнитному компасу

Земля представляет собой огромный магнит и имеет свое магнитное поле, которое в каждой конкретной точке земной поверхности характеризуется направлением магнитных силовых линий и напряженностью магнитного поля.

Напряженность магнитного поля – это сила, действующая на единицу магнитной массы – выражается в эрстедах (ампер/метр) и изображается вектором \vec{T} , касательным к магнитной силовой линии (рис. 3.1).

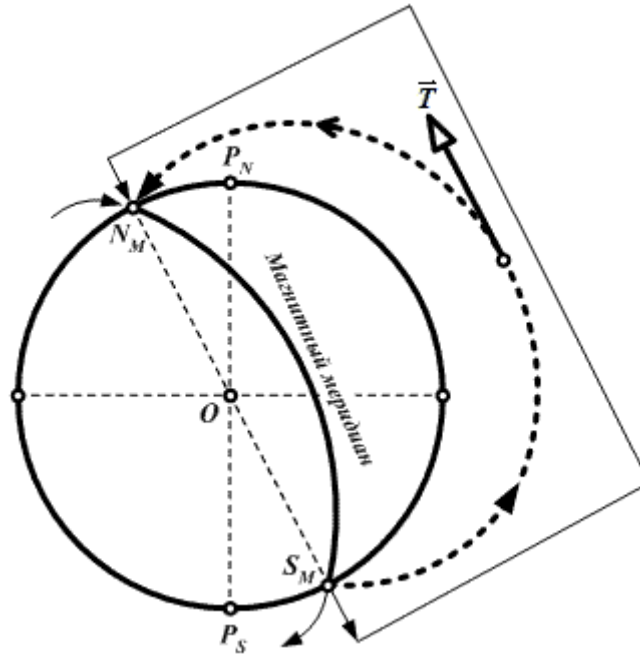


Рис. 3.1. Напряженность магнитного поля Земли

Принято, что магнитные силовые линии направлены от южного магнитного полюса (S_M) к северному (N_M) и имеют вид замкнутых кривых.

Положение магнитных полюсов не совпадает с положением географических полюсов и меняется с течением времени.

На 1950 г. положение магнитных полюсов:

N_M – ($\varphi \sim 72^\circ N$, $\lambda \sim 96^\circ W$) – р-н моря Баффина;

S_M – ($\varphi \sim 70^\circ S$, $\lambda \sim 150^\circ E$) – р-н моря Д. Юрвиля.

На 1972 г. положение магнитных полюсов:

N_M – ($\varphi = 75^\circ 42' N$, $\lambda = 101^\circ 00' W$) – р-н о. Батерст;

S_M – ($\varphi = 67^\circ 30' S$, $\lambda = 139^\circ 30' E$) – берег Георга V.

В 1983 г. экспедиция на «Беллинсгаузене» уточнила положение P_{MS} ($\varphi = 65^\circ 10' S$, $\lambda = 138^\circ 40' E$ – море Д. Юрвиля – 03.02.83 г.)

Если мы проведем вертикальную плоскость через вектор напряженности магнитного поля перпендикулярно к плоскости истинного горизонта, то такая плоскость будет называться **плоскостью магнитного меридиана**, а пересечение этих плоскостей (пл. ИГН и пл. магнитного меридиана) даст нам **линию магнитного меридиана** ($N_M - S_M$).

Работа магнитного компаса основана на использовании магнитного поля Земли, под действием которого магнитная стрелка (основная часть магнитного компаса → его чувствительный элемент), имеющая практически одну степень свободы вокруг вертикальной оси, установится по направлению горизонтальной составляющей земного магнетизма H (рис. 3.2).

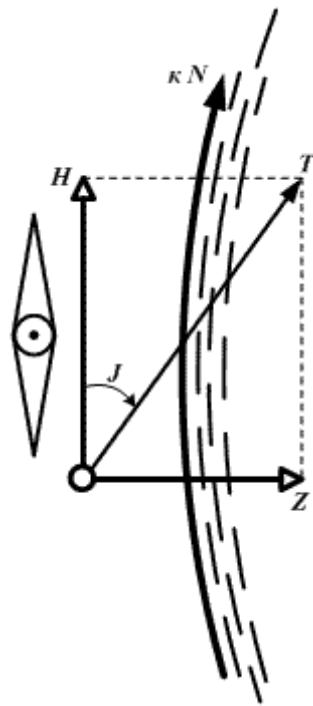


Рис. 3.2. Горизонтальная составляющая земного магнетизма

$$\vec{H} = \vec{T} \cdot \cos J \quad (3.1)$$

где \vec{T} – вектор напряженности магнитного поля Земли;

J – магнитное склонение.

С приближением к магнитным полюсам значение J увеличивается, а следовательно, уменьшается \vec{H} и показания магнитного компаса становятся менее точными.

3.2. Магнитное склонение. Девиация магнитного компаса

3.2.1. Магнитное склонение. *Магнитные направления*

Так как магнитные полюсы не совпадают с географическими полюсами, то и направление истинного меридиана не совпадает с направлением магнитного меридиана на какой-то угол.

Угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северной частью истинного и северной частью магнитного меридианов называется *магнитным склонением* и обозначается как d (рис. 3.3, 3.4).

Магнитное склонение отсчитывается от N_H к востоку (E) или западу (W) от 0° до 180° .

Если магнитный меридиан (N_M) отклонен к востоку (к E) от истинного меридиана (рис. 3.3), то магнитное склонение считается **восточным** и, при вычислениях, ему приписывается знак «+».

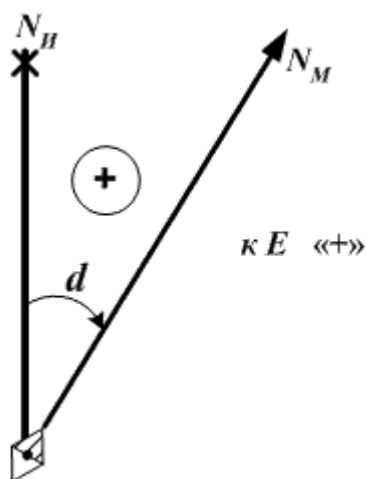


Рис. 3.3. Магнитное склонение (восточное)

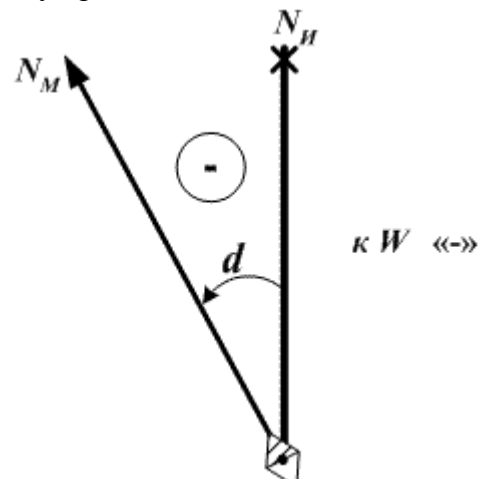


Рис. 3.4. Магнитное склонение (западное)

Если магнитный меридиан (N_M) отклонен к западу (к W) от истинного меридиана (рис. 3.4), то магнитное склонение считается **западным** и, при вычислениях, ему приписывается знак « \leftarrow ».

Из рис. 3.5 следует, что для судов № 1 и № 3 $d = 0^\circ$, а для судна № 2 – $d = 180^\circ$ (*max*). Для всех других судов, не находящихся на линии, соединяющей P_{N_H} и P_{N_M} , (№ 4), склонение может иметь самое различное значение от 0° до 180° .

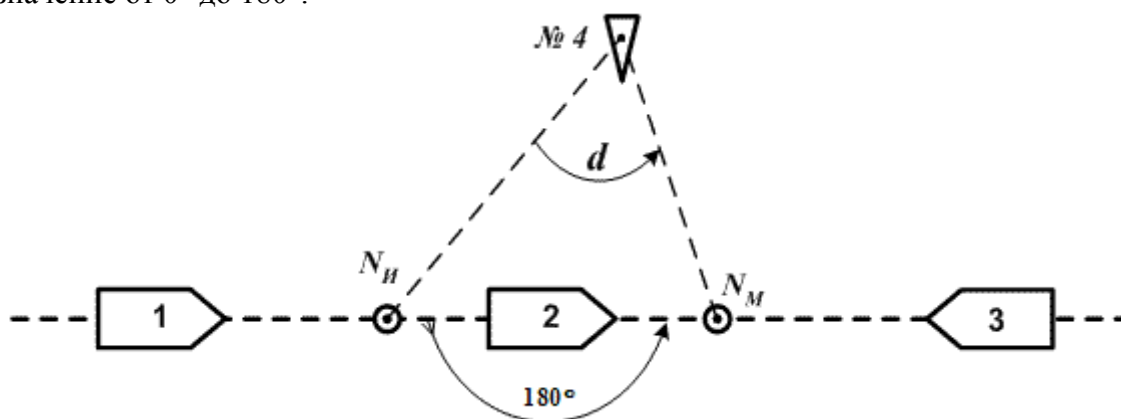


Рис. 3.5. Значения магнитного склонения

Наблюдениями установлено, что магнитное поле Земли не остается постоянным. Изменение магнитного поля сопровождается изменением элементов земного магнетизма, а, значит и изменением магнитного склонения.

Величина изменения магнитного склонения за один год называется **годовым изменением магнитного склонения** и составляет, в среднем, от $0,0^\circ$ до $0,2^\circ$.

Данные о магнитном склонении для целей судовождения (его величина, наименование, годовое изменение, к какому году оно приведено) приводятся на МНК (в ее заголовке и в «картушках» на участках карты).

Если магнитное склонение в различных точках карты разное, то данные о нем приводятся или в «картушках» истинных направлений или на меридианах карты.

Изогона – линия, соединяющая точки с одинаковым склонением.

Агона – линия, соединяющая точки с $d = 0$.

Магнитная аномалия – точка или район, где магнитное склонение резко отличается от окружающего. (* $1,2^\circ W$ или $\boxed{\text{магнитное склонение от } 6,0^\circ E \text{ до } 7,0^\circ W}$).

Расчет значения магнитного склонения на день плавания производится по данным МНК (карты).

Например: Магнитное склонение $5,7^\circ E$, приведено к 1990 г. Годовое уменьшение – $0,1^\circ$ (дано в заголовке МНК).

Для плавания в 2008 г. $d_{2008г.} = +5,7^\circ - (0,1^\circ \cdot 18 \text{ лет}) = 5,7^\circ - 1,8^\circ = 3,9^\circ E$

Если на карте указано «годовое увеличение», то для нашего примера $d_{2008г.} = 7,5^\circ E$

Примечание: Независимо от наименования магнитное склонение (d) увеличивается или уменьшается по своей абсолютной величине.

Магнитные направления – это направления, измеряемые относительно магнитного меридиана. К ним относятся:

- магнитный курс (МК);
- магнитный пеленг (МП) – (рис. 3.6).

Магнитный курс судна – направление продольной оси судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью магнитного меридиана и носовой частью продольной оси судна. Обозначается – МК.

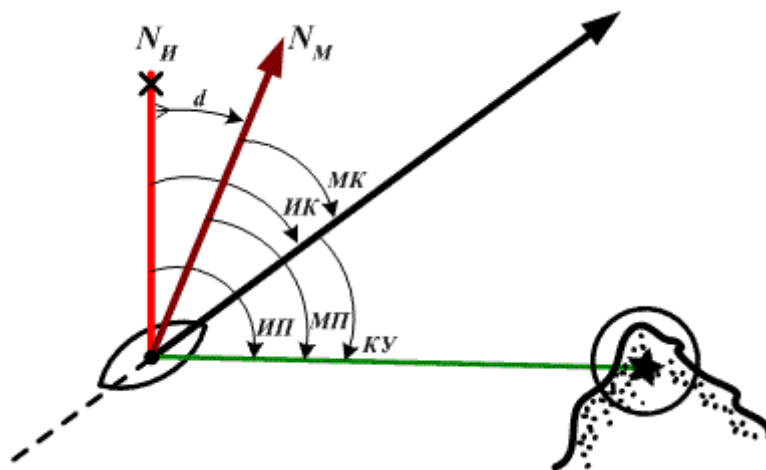


Рис. 3.6. Магнитные направления

Магнитный пеленг – горизонтальный угол между северной частью магнитного меридиана наблюдателя и направлением из точки наблюдения на объект. Обозначается – МП.

Магнитный курс (МК) и магнитный пеленг (МП) измеряются от N_M по часовой стрелке от 0° до 360° (круговая система счета направлений).

Связь магнитных и истинных направлений осуществляется по формулам:

$$\left. \begin{aligned} ИК &= МК + d & МК &= ИК - d \\ ИП &= МП + d & МП &= ИП - d \\ МП &= МК + КУ & МК &= МП - КУ \end{aligned} \right\} \quad (3.2)$$

(формулы алгебраические).

Так на судне определяются истинные направления по магнитному компасу если бы он находился под воздействием только одного магнитного поля Земли.

Но на магнитный компас, установленный на судне, кроме магнитного поля Земли, будет воздействовать и общее магнитное поле судна, создаваемое судовым железом, намагниченным силой земного магнетизма, а также работой судовых электроустановок.

Следствием этого является то, что стрелка магнитного компаса отклонится и от направления магнитного меридиана и установится по направлению равнодействующей всех вышеуказанных сил (магнитного и электромагнитного полей судна).

Т.е. далее будем говорить уже не о магнитных, а о компасных направлениях и связывать их и с магнитными и с истинными направлениями.

3.2.2. Девиация магнитного компаса. Компасные направления.

Плоскость компасного меридиана – вертикальная плоскость, проходящая через стрелку магнитного компаса, установленного на судне и перпендикулярная плоскости истинного горизонта наблюдателя.

Компасный меридиан ($N_K - S_K$) – линия пересечения плоскости компасного меридиана с плоскостью истинного горизонта наблюдателя.

Девиация магнитного компаса – угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северными частями магнитного и компасного меридианов (обозначается символом – δ - дельта) рис. 3.7.

Девиация магнитного компаса (δ) отсчитывается от северной части магнитного меридиана к E или к W от 0° до 180° .

При вычислениях восточную (E) девиацию принято считать положительной («+»), а западную (W) – отрицательной («-»).

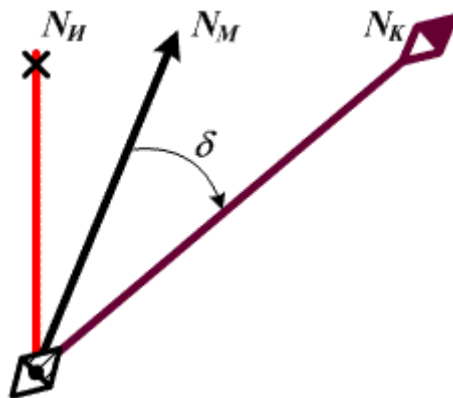


Рис. 3.7. Девияция магнитного компаса

Девияция магнитного компаса (δ) зависит от многих причин:

- района плавания;
- курса судна;
- состояния корпуса судна;
- работы электромеханизмов и др.

Направления, измеряемые относительно компасного меридиана называют **компасными направлениями**. К ним относятся: – **компасный курс**, **компасный пеленг** (рис. 3.8).

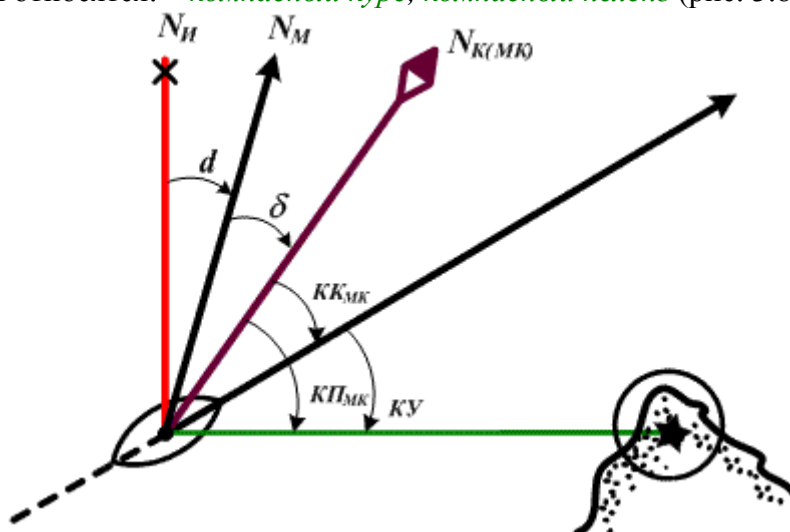


Рис. 3.8. Компасные (по магнитному компасу) направления

Компасный курс (по магнитному компасу) – направление продольной оси судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью компасного меридиана магнитного компаса и носовой частью продольной оси судна. Обозначается – $KK_{МК}$.

Компасный пеленг (по магнитному компасу) – горизонтальный угол между северной частью компасного (по магнитному компасу) меридиана наблюдателя и направлением из точки наблюдения на объект. Обозначается – $KП_{МК}$.

Компасные направления по магнитному компасу ($KK_{МК}$ и $KП_{МК}$) измеряются от северной части компасного меридиана магнитного компаса по часовой стрелке от 0° до 360° (круговая система счета направлений). Зависимость между компасными направлениями магнитного компаса и его магнитными направлениями определяется формулами:

$$\left. \begin{aligned} KK_{МК} &= MK - \delta & MK &= KK_{МК} + \delta \\ KP_{МК} &= MP - \delta & MP &= KP_{МК} + \delta \\ KK_{МК} &= KP_{МК} - КУ & KP_{МК} &= KK_{МК} + КУ \end{aligned} \right\} \quad (3.3)$$

(формулы алгебраические).

Для перехода от компасных направлений по магнитному компасу к истинным направлениям и обратно служит общая **поправка магнитного компаса** (рис. 3.9, 3.10).

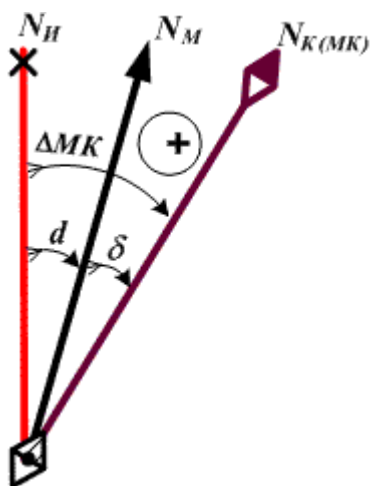


Рис. 3.9. Поправка магнитного компаса (положительная)

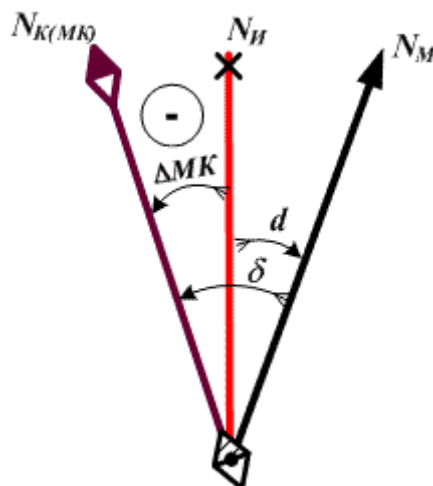


Рис. 3.10. Поправка магнитного компаса (отрицательная)

$$\Delta MK = d + \delta \quad (3.4)$$

где d – склонение, выбранное с МНК (карты) и приведенное к году плавания;

δ – девиация, выбираемая из РТШ по значению $KK_{МК}$ (из таблицы девиации магнитного компаса).

Поправка магнитного компаса – это горизонтальный угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северной частью истинного и северной частью компасного (по магнитному компасу) меридианов.

Обозначается как ΔMK . Пределы ее измерения (изменения) от 0° до 180° .

Если компасный меридиан магнитного компаса ($N_{К(МК)}$) отклонен к востоку (к E) от истинного меридиана ($N_И$), то поправка магнитного компаса (ΔMK) считается положительной (рис. 3.9) и при вычислениях ей придается **знак «+»**.

Если компасный меридиан магнитного компаса ($N_{К(МК)}$) отклонен к западу (к W) от истинного меридиана ($N_И$), то поправка магнитного компаса (ΔMK) считается отрицательной (рис. 3.10) и при вычислениях ей придается **знак «-»**.

- Например:**
- $d = +4,5^\circ E$; $\delta = +4,0^\circ$; $\Delta MK = ?$
 $\Delta MK = d + \delta = +4,5^\circ + (+4,0^\circ) = +8,5^\circ$ (рис. 3.9).
 - $d = +4,5^\circ E$; $\delta = -9,5^\circ$; $\Delta MK = ?$
 $\Delta MK = d + \delta = +4,5^\circ + (-9,5^\circ) = -5,0^\circ$ (рис. 3.10).

Теперь ясно, что для перехода от компасных направлений по магнитному компасу (снимаемые с прибора значения $KK_{МК}$ или $KП_{МК}$) к истинным направлениям, которые будем проводить на карте – нам нужно знать значение поправки магнитного компаса (ΔMK).

3.3. Поправка магнитного компаса и ее определение

$$\Delta MK = d + \delta \quad (3.4)$$

Магнитное склонение (d) меняется со временем и с изменением координат судна, но его значение на заданный момент (год плавания) и для данного района плавания можно всегда рассчитать по данным морской навигационной карты.

Девиация же магнитного компаса (δ) изменяется не только при изменении координат места, но и с изменением курса судна, от вида и размеров груза, от положения грузовых, поворотных и выдвигаемых устройств судна и других причин.

Значит **определение поправки магнитного компаса** – это определение его δ . Значение девиации не должно быть большим.

Как правило 2 раза в год, после ремонта, докования, отстоя и т.д. по специальной методике «уничтожаются» все виды девиации (магнитная, электромагнитная, креновая) после чего определяется остаточная девиация тем или иным способом.

Величина остаточной девиации оформляется в виде таблицы или графика. Определение остаточной девиации производится при определенных положениях грузовых, поворотных и выдвижных устройств судна и дважды → для судов, оборудованных специальным размагничивающим устройством:

1. – при включенном размагничивающем устройстве («РУ включено»);
2. – при выключенном размагничивающем устройстве («РУ выключено»).

$$\delta = МП - КП_{МК} \quad (3.5)$$

$$\delta = МК - КК_{МК} \quad (3.6)$$

Значение девиации мы можем получить, если сравним магнитные направления (МП или МК) с соответствующими им компасными направлениями по магнитному компасу (КП_{МК} или КК_{МК}).

Рассмотрим способы определения δ :

I. Определение девиации по створу, магнитное направление которого известно.

В момент пересечения створа (рис. 3.11) на выбранном курсе берется отсчет компасного пеленга (КП). Наблюденная девиация вычисляется по формуле:

$$\delta = МП - КП \quad (3.7)$$

где

$$МП = ИП - d$$

где d – значение магнитного склонения для этого района;

ИП – значение истинного пеленга приведено на карте.

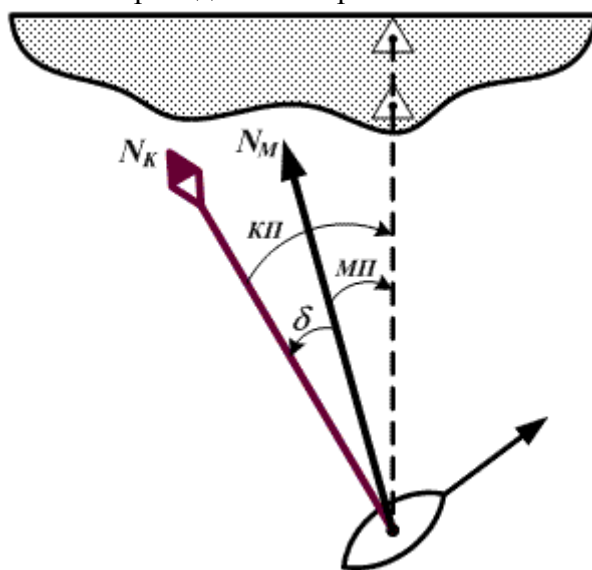


Рис. 3.11. Определение девиации магнитного компаса по створу

II. Определение девиации по створу, магнитное направление которого неизвестно.

При этом способе в качестве объекта для пеленгования используется створ любых неподвижных ориентиров.

При пересечении линии створа на каждом из 8 равноотстоящих компасных курсах (0°, 45°, 90°, 135°, 180°, 225°, 270°, 315°) снимают значения компасных пеленгов створа (КП).

Рассчитывается значение магнитного пеленга (МП) по формуле:

$$\left. \begin{aligned} КП_{ср} &= \frac{\sum КП}{8} = МП - A \\ МП &= КП_{ср} + A \end{aligned} \right\} \quad (3.8)$$

где A – коэффициент девиации из прежних наблюдений.

$$\delta = МП - КП$$

III. Определение девиации по пеленгам отдаленного предмета (рис. 3.12).

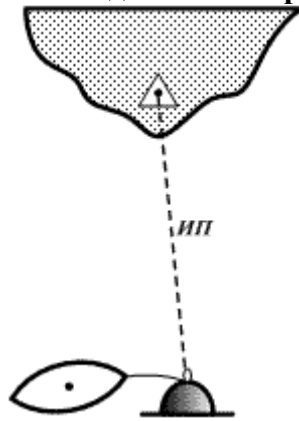


Рис. 3.12. Определение поправки магнитного компаса по пеленгам отдаленного ориентира

- Условия:** 1. Координаты места предмета (ориентира) и судна известны.
2. Расстояния между предметом (ориентиром) и судном не < 2 миль.

Если акватория **стеснена** для маневрирования, то для покладки судна на каждый из 8 компасных курсов используется обеспечивающий буксир.

$$\left. \begin{aligned} МП &= ИП - d \\ \delta &= МП - КП \end{aligned} \right\} \quad (3.9)$$

где $ИП$ и d – с карты.

IV. Определение девиации по пеленгам небесного светила.

На каждом из 8 компасных курсов производится замер компасного пеленга светила, имеющего высоту над горизонтом не $> 15^\circ$.

По специальной методике с использованием МАЕ, ВАС (ТВА) рассчитываются числимые азимуты светила (A_c) для каждого замера пеленга.

$$\left. \begin{aligned} МП &= A_c(ИП) - d \\ \delta &= МП - КП \end{aligned} \right\} \quad (3.10)$$

V. Определение девиации способом «взаимных пеленгов».

На берегу, где известно магнитное склонение d , устанавливается магнитный компас. По сигналу одновременно берут пеленг на береговой компас с судна, и наоборот.

$$\delta = (180^\circ + \underset{\text{берег}}{МП}) - \underset{\text{судно}}{КП} \quad (3.11)$$

Стрелка компаса на берегу находится в плоскости магнитного меридиана. При необходимости в хорошую погоду этот способ можно использовать и в открытом море, где роль «берегового» компаса может выполнить компас, установленный на деревянной шлюпке.

VI. Определение девиации по сличению показаний двух компасов

Способ используется для определения девиации путевых компасов. На каждом из 8 компасных курсов по сигналу «Ноль» снимаются показания курса и на главном (1-й наблюдатель) и на путевом (2-й наблюдатель) компасах.

Девиация путевого компаса вычисляется по формуле:

$$\delta_{ПК} = МК - КК_{ПК} \quad (3.12)$$

где $МК = КК_{ГЛ.К.} + \delta_{ГЛ.К.}$

$КК_{ПК}$ – компасный курс по путевому компасу;

$КК_{ГЛ.К.}$ – компасный курс по главному компасу;

$\delta_{ГЛ.К.}$ – девиация (известная) главного компаса.

Вместо главного магнитного компаса (если его нет) можно использовать **гироскопический компас**, тогда:

$$\left. \begin{aligned} MK &= KK_{ГК} + \Delta GK - d \\ \delta &= MK - KK_{МК} \end{aligned} \right\} \quad (3.13)$$

где $KK_{ГК}$ – компасный курс по гирокомпасу;

ΔGK – известная поправка гирокомпаса.

Таблица девиации составляется для значений компасных курсов **через** каждые 10° . Было бы логично и определять ее тем или иным способом тоже через 10° , а это значит, что судно, при определении остаточной девиации для каждого режима («РУ включено» и «РУ выключено») должно ложиться на нужный курс $36 \cdot 2$ раз. А если еще учесть и то, что картушка магнитного компаса приходит в меридиан только через $3 \div 5$ мин. после поворота, то время работ по определению остаточной девиации магнитного компаса составит большую величину.

Метод расчета остаточной девиации через каждые 10° по значениям коэффициентов девиации, рассчитанных по данным 8 компасных курсов, значительно сокращает время, экономит ресурсы судна.

Коэффициенты девиации A, B, C, D и E вычисляются по девиациям, наблюдаемым только **на 8 курсах ($0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$)** по способу наименьших квадратов, по формулам:

$$\left. \begin{aligned} A &= \frac{1}{8}(\delta_0 + \delta_{45} + \delta_{90} + \delta_{135} + \delta_{180} + \delta_{225} + \delta_{270} + \delta_{315}); \\ B &= \frac{1}{4}[(\delta_{90} - \delta_{270}) + (\delta_{45} - \delta_{225}) \cdot \sin 45^\circ + (\delta_{135} - \delta_{315}) \cdot \sin 45^\circ]; \\ C &= \frac{1}{4}[(\delta_0 - \delta_{180}) + (\delta_{45} - \delta_{225}) \cdot \sin 45^\circ + (\delta_{135} - \delta_{315}) \cdot \sin 45^\circ]; \\ D &= \frac{1}{4}[(\delta_{45} + \delta_{225}) - (\delta_{135} + \delta_{315})]; \\ E &= \frac{1}{4}[(\delta_0 + \delta_{180}) - (\delta_{90} + \delta_{270})] \end{aligned} \right\} \quad (3.14)$$

$$\delta = A + B \cdot \sin KK + C \cdot \cos KK + D \cdot \sin 2KK + E \cdot \cos 2KK \quad (3.15)$$

Расчет по формулам (3.14, 3.15) выполняется по специальным схемам (см. «Книжку девиатора»), а результаты заносятся в специальную таблицу «Рабочих таблиц штурмана» (см. таблицу 3.1.).

Девиация магнитного компаса (учебная)

Таблица 3.1.

KK°	δ°	KK°	δ°	KK°	δ°	KK°	δ°
0	-0,8	90	+2,1	180	-0,8	270	-3,0
10	-0,2	100	+2,0	190	-1,3	280	-3,0
20	+0,4	110	+1,9	200	-1,6	290	-2,9
30	+0,8	120	+1,8	210	-2,0	300	-2,8
40	+1,2	130	+1,6	220	-2,2	310	-2,6
50	+1,5	140	+1,3	230	-2,5	320	-2,3
60	+1,8	150	+0,9	240	-2,7	330	-2,0
70	+2,0	160	+0,4	250	-2,8	340	-1,6
80	+2,0	170	-0,2	260	-2,9	350	-1,2

3.4. Расчет истинных направлений по магнитному компасу

3.4.1. Перевод и исправление румбов

При расчете истинных направлений по магнитному компасу следует учитывать условия использования этого курсоуказателя.

1. Если магнитный компас находится вне поля действия судового железа и электромагнитного поля судна (на берегу, в шлюпке, антимагнитном судне и пр.), то можно считать, что $\delta = 0$ и $\Delta МК = d$ (т.е. магнитный и компасный меридианы совпадают) – тогда, (рис. 3.13):

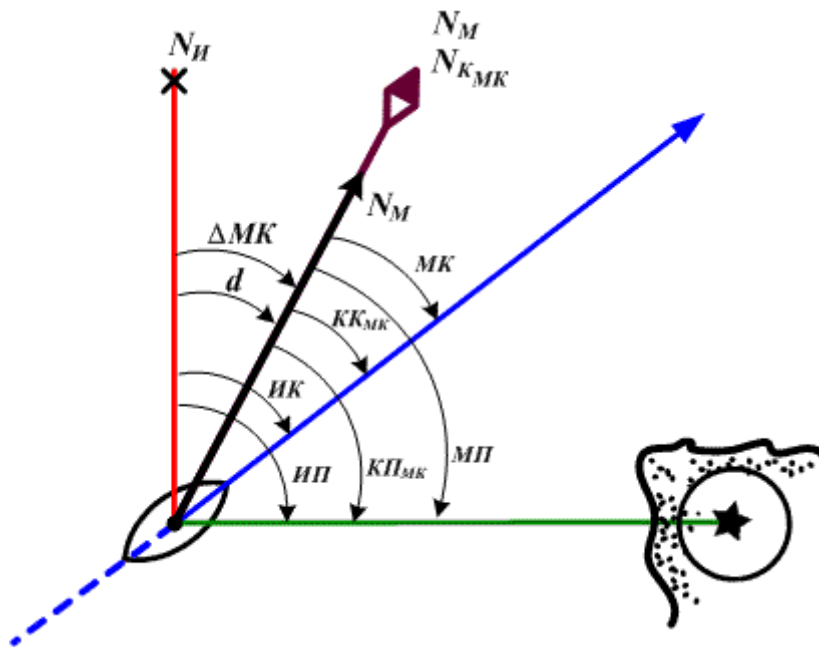


Рис. 3.13. Расчет истинных направлений по магнитному компасу (при $\delta = 0$)

$$\left. \begin{aligned} ИК &= МК + d = КК_{МК} + d \quad \text{и} \quad МК = КК_{МК} \\ ИП &= МП + d = КП_{МК} + d \quad \text{и} \quad МП = КП_{МК} \end{aligned} \right\} \quad (3.16)$$

2. Если магнитный компас находится **на судне** и подвержен влиянию его полей, то $\delta \neq 0$ и $\Delta МК = d + \delta$, тогда (рис. 3.14):

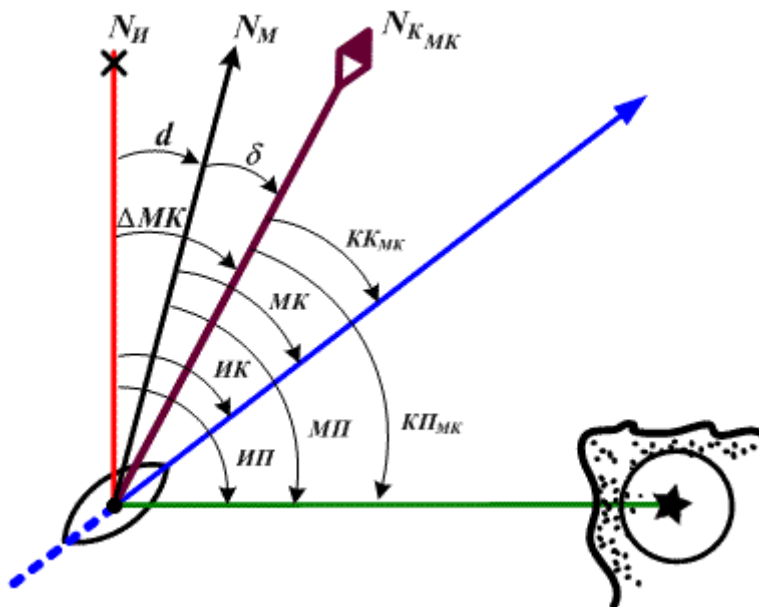


Рис. 3.14. Расчет истинных направлений по магнитному компасу (при $\delta \neq 0$)

$$\left. \begin{aligned} ИК &= МК + d = КК_{МК} + d + \delta = КК_{МК} + \Delta МК \\ ИП &= МП + d = КП_{МК} + d + \delta = КП_{МК} + \Delta МК \end{aligned} \right\} \quad (3.17)$$

Переход от компасных направлений к истинным (или от компасных к магнитным) получил название – **исправление румбов**.

$$\left. \begin{aligned}
 ИК &= КК_{МК} + \Delta МК; \\
 ИП &= КП_{МК} + \Delta МК; \\
 ИК &= МК + d; \\
 ИП &= МП + d; \\
 МК &= КК_{МК} + \delta; \\
 МП &= КП_{МК} + \delta.
 \end{aligned} \right\} \quad (3.18)$$

Переход от одних направлений (магнитных или истинных) к другим (компасным) получил название – **перевод румбов**.

$$\left. \begin{aligned}
 КК_{МК} &= ИК - \Delta МК; \\
 КП_{МК} &= ИП - \Delta МК; \\
 МК &= ИК - d; \\
 МП &= ИП - d; \\
 КК_{МК} &= МК - \delta; \\
 КП_{МК} &= МП - \delta.
 \end{aligned} \right\} \quad (3.19)$$

3.4.2. Задачи на приведение магнитного склонения (d) к году плавания и расчета поправки магнитного компаса ($\Delta МК$)

(год плавания – 2008 г.; δ – из табл. 3.1)

№ задач	Дано			Ответ		
	Значение d с карты на ...год	Годовое изменение d	$КК_{МК}$	d	δ	$\Delta МК$
1	4,6°W (1976)	уменьш. 0,1°	5,0°	1,4°W	- 0,5°	- 1,9°
2	4,4°W (1978)	уменьш. 0,05°	15,0°	2,9°W	+ 0,1°	- 2,8°
3	3,6°W (1980)	увелич. 0,01°	25,0°	3,9°W	+ 0,6°	- 3,3°
4	2,4°E (1982)	уменьш. 0,1°	43,0°	0,2°W	+ 1,3°	+ 1,1°
5	3,2°E (1984)	увелич. 0,05°	65,0°	4,4°E	+ 1,9°	+ 6,3°
6	2,8°E (1986)	уменьш. 0,02°	125,0°	2,4°E	+ 1,7°	+ 4,1°
7	4,0°W (1988)	увелич. 0,1°	137,0°	6,0°W	+ 1,4°	- 4,6°
8	3,6°W (1990)	уменьш. 0,05°	158,0°	2,7°W	+ 0,5°	- 2,2°
9	3,0°W (1992)	увелич. 0,02°	165,0°	3,3°W	+ 0,1°	- 3,2°
10	4,0°E (1994)	уменьш. 0,02°	215,0°	3,7°E	- 2,1°	+ 1,6°

3.4.3. Задачи на перевод и исправление румбов

(определить значения: 1. δ – из табл. 3.1; 2. $\Delta МК$; 3. $ИК$; 4. $МК$; 5. $МП$; 6. $ИП$; 7. $КУ$)

№ задач	Дано			Ответ						
	$КК_{МК}$	$КП_{МК}$	d на год плав.	δ	$\Delta МК$	$ИК$	$МК$	$МП$	$ИП$	$КУ$
1	75,0°	10,0°	1,4°W	+ 2,0°	+ 0,6°	75,6°	77,0°	12,0°	10,6°	65°л/б
2	323,0°	20,0°	1,8°W	- 2,2°	- 4,0°	319,0°	320,8°	17,8°	16,0°	57°пр/б
3	125,0°	30,0°	1,1°E	+ 1,7°	+ 2,8°	127,8°	126,7°	31,7°	32,8°	95°л/б
4	305,0°	40,0°	1,3°W	- 2,7°	- 4,0°	301,0°	302,3°	37,3°	36,0°	95°пр/б
5	223,0°	50,0°	1,7°W	- 2,3°	- 4,0°	219,0°	220,7°	47,7°	46,0°	173°л/б
6	205,0°	60,0°	0,8°E	- 1,8°	- 1,0°	204,0°	203,2°	58,2°	59,0°	145°л/б
7	35,0°	70,0°	0,8°E	+ 1,0°	+ 1,8°	36,8°	36,0°	71,0°	71,8°	35°пр/б
8	345,0°	80,0°	0,6°W	- 1,4°	- 2,0°	343,0°	343,6°	78,6°	78,0°	95°пр/б
9	175,0°	90,0°	0,9°W	- 0,5°	- 1,4°	173,6°	174,5°	89,5°	88,6°	85°л/б
10	165,0°	100,0°	4,1°W	+ 0,1°	- 4,0°	161,0°	165,1°	100,1°	96,0°	65°л/б

Выводы

1. Работу магнитного компаса определяет магнитное поле Земли. Чем ближе компас к магнитному полюсу, тем неустойчивее его показания.
2. В условиях берега или антимагнитного судна (деревянная шлюпка) магнитный компас показывает направление магнитного меридиана отличающееся от направления истинного меридиана на величину **магнитного склонения**.
3. Наибольшее значение **магнитного склонения 180°** (судно находится на линии, соединяющей географический и магнитный полюсы и между ними), а само значение d определяется по карте.
4. В условиях судна магнитный компас показывает направление компасного меридиана отличающееся от направления магнитного меридиана на величину **девиации магнитного компаса**, а от направления истинного меридиана на величину **поправки магнитного компаса**.
5. Девиация магнитного компаса периодически уничтожается. Остаточные ее значения определяются, заносятся в «Таблицу девиации магнитного компаса» и учитываются при расчете истинных направлений.
6. Переход от компасных направлений к истинным называется **исправлением румбов**, а переход от истинных направлений к компасным – **переводом румбов**.

ГЛАВА 4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЙ В МОРЕ С ПОМОЩЬЮ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ КУРСУКАЗАТЕЛЕЙ

4.1. Принцип определения направлений с помощью гирокомпасов и **гироазимутов**

Магнитный компас был первым в истории мореплавания прибором для ориентирования в море по направлению.

Достоинства этого компаса:

- немедленная готовность к работе;
- простота устройства;
- относительная дешевизна производства;
- высокая надежность и долговечность.

Основной его недостаток – невысокая точность показаний.

Источниками погрешностей магнитного компаса являются:

- неточное знание элементов земного магнетизма;
- нестабильность корабельного (судового) магнитного и электромагнитного полей;
- ускорения, сообщаемые магнитной системе компаса на качке и при изменении судном курса и скорости;
- трение в подвесе магнитной системы.

И хотя в настоящее время его наличие обязательно на каждом судне, **магнитный компас используется в качестве резервного курсоуказателя.**

Основными приборами курсоуказания являются сейчас гироскопические курсоуказатели: *гирокомпас, гироскоп, гироскоп-горизонт* и др.

Основой всех гироскопических курсоуказателей является гироскоп (быстро вращающееся твердое тело), а работа этих курсоуказателей основана **на свойстве гироскопа сохранять неизменным направление оси вращения в пространстве без действия моментов внешних сил.**

Если взять идеально изготовленный свободный гироскоп (центр тяжести совпадает с его геометрическим центром и исключены силы трения в осях его подвеса), то его главная ось будет сохранять свое направление в пространстве постоянным, но такой гироскоп не будет постоянно указывать направление меридиана, т.е. учитывать суточное вращение Земли.

В гирокомпасах элементом, указующим направление меридиана, служит чувствительный элемент (ЧЭ), представляющий собой гиросферу с двумя гироскопами, соединенными между собой так, что может изменяться угол между их осями. **Кроме того, центр тяжести ЧЭ гирокомпаса смещен относительно центра подвеса** на определенную величину.

Смещение центра тяжести ЧЭ гирокомпаса вниз относительно центра подвеса приводит к тому, что **главная ось гироскопа**, будучи отклоненной от меридиана, с течением времени будет поворачиваться относительно центра подвеса **в сторону меридиана** и через какое-то время «придет в меридиан». Время прихода в меридиан зависит от начального угла отклонения ЧЭ от истинного меридиана и широты места.

(от **2,5 до 7 часов**) – от т. I до т. VIII (рис. 4.1).

Для сокращения этого времени гирокомпасы имеют **устройство для ускоренного приведения в меридиан**. Если с помощью такого устройства установить и удерживать ЧЭ ГК в меридиане с точностью до $2-3^\circ$, то время прихода в положение р авновесия сокращается до **1÷1,5 часов (min 45 мин.)**

Главная ось ЧЭ работающего ГК на движущемся судне вследствие наличия **динамических и статических** погрешностей располагается по направлению гироскопического меридиана, не совпадающего с истинным меридианом.

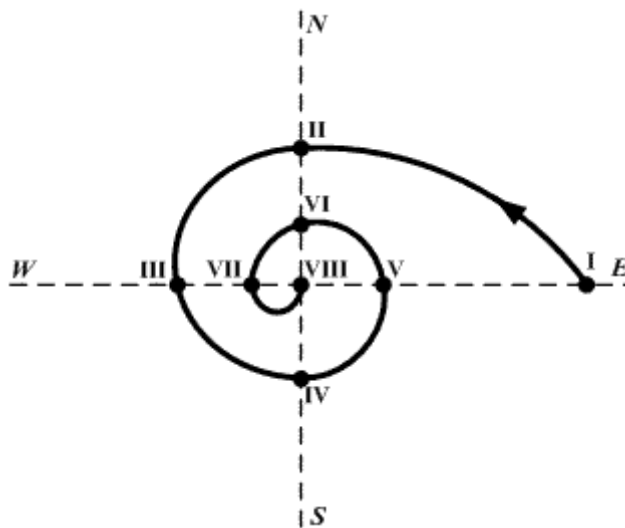


Рис. 4.1. Кривая прихода гирокомпаса в меридиан

Динамические погрешности:

- **скоростная погрешность**, которая возникает вследствие угловой скорости вращения плоскости истинного горизонта из-за движения судна по поверхности Земли. Эта погрешность устраняется в ГК с помощью специального счетно-решающего механизма-корректора ГК (вводом в него IK, V, φ);
- **инерционные погрешности I и II рода**, которые возникают при изменении курса и скорости судна. ГК по окончании маневра приходит в новое положение равновесия через 25-30 мин. Эти погрешности устраняются в ГК регулировкой периода незатухающих колебаний ЧЭ ГК (84,3 мин.) и применением масляного успокоителя в ЧЭ;
- **погрешность от качки**, которая обусловлена раскачиванием ЧЭ ГК относительно его главной оси. Исключается стабилизацией ЧЭ в плоскости горизонта.

Статические погрешности:

- наличие трения в подвесах гиromоторов;
- непостоянство скорости вращения роторов гиromоторов;
- неточная установка основного прибора в ДП судна;
- действие магнитных полей.

Эти погрешности, характеризующие устойчивость работы ГК на неподвижном основании, **определяются опытным путем.**

Если удастся **исключить все указанные погрешности**, то главная ось ЧЭ ГК устанавливается в **направлении истинного меридиана (N_{II})**, а следящая система позволяет непосредственно снимать это направление и передавать на репитеры ГК.

Направляющий момент ГК во много раз больше, чем у МК, и не зависит от магнитного поля Земли. Однако с увеличением широты (φ) он уменьшается пропорционально $\cos \varphi$, и **в высоких широтах ($> 75^\circ$) ГК работает менее надежно.**

Другой вид гироскопического указателя – **гироазимут** – **работает устойчиво как в низких, так и в высоких широтах.**

Гироскопическими (ГА) называются гироскопические приборы, предназначенные для **сохранения заданного азимутального направления.**

В гироскопах применяются гироскопы с подвесом на шарикоподшипниках или с аэродинамическим подвесом. Первый представляет собой гироскопическую камеру, в которой на шарикоподшипниковых опорах вращается дисковый ротор с утяжеленным ободом. У второго гироскопа ротор, имеющий форму шара, при работе находится во взвешенном в воздухе состоянии (шаровой гироскоп).

В отличие от ГК у ЧЭ любого ГА его центр тяжести должен быть совмещен с точкой подвеса. По этой причине ГА не обладает избирательностью по отношению к плоскости меридиана, но и не имеет инерционных погрешностей.

С помощью системы горизонтальной коррекции главная ось ЧЭ ГА принудительно удерживается в плоскости горизонта.

С помощью азимутального корректора создается момент внешней силы, который вызывает прецессию главной оси ЧЭ ГА в плоскости горизонта, что и позволяет ГА сохранять неизменным свое первоначальное направление (учитываются: 1) ω – угловая скорость вращения Земли; 2) R – радиус Земли; 3) φ – широта места; 4) V – скорость судна; 5) $ИК$ – истинный курс судна; 6) ω_d – угловая скорость остаточного дрейфа ЧЭ ГА).

Из-за неточного знания φ , V , $ИК$, ω_d – фактическая скорость прецессии главной оси ЧЭ ГА будет отличаться от ее действительной величины. Это различие приведет к появлению изменяющейся во времени погрешности курса.

Общая погрешность ГА включает в себя:

- **широтную** погрешность (текущая широта – φ_T отличается от расчетной φ_0);
- **скоростную** погрешность (max при плавании в высоких широтах и на больших скоростях);
- **погрешность от дрейфа** (имеет сложный характер).

Основным критерием качества работы ГА является остаточная скорость ухода.

4.2. Расчет истинных направлений по гирокомпасу и гироазимуту

4.2.1. Расчет истинных направлений по гирокомпасу

Теоретически главная ось чувствительного элемента (ЧЭ) гирокомпаса (ГК) должна располагаться по направлению линии истинного меридиана.

Однако, под влиянием сил трения, инструментальных погрешностей и других причин, она отклоняется от плоскости истинного меридиана на некоторый угол и установится в плоскости гироскопического (гирокомпасного) меридиана, тогда – угол в плоскости истинного горизонта между северной частью истинного меридиана (N_H) и северной частью гирокомпасного меридиана ($N_{КГК}$) называется **поправкой гирокомпаса**. Обозначается как – $\Delta ГК$.

Если гирокомпасный меридиан отклонен от истинного к востоку (к E) – рис. 4.2, то поправка гирокомпаса считается положительной и при вычислениях ей придается знак «+».

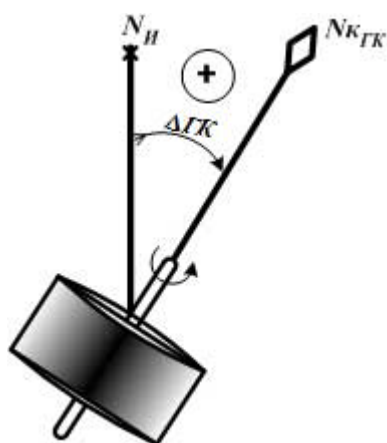


Рис. 4.2. Поправка гирокомпаса (положительная)

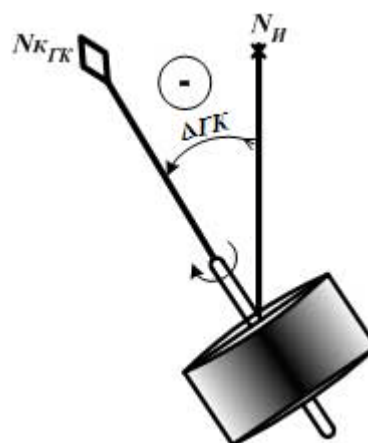


Рисунок 4.3. Поправка гирокомпаса (отрицательная)

Если гирокомпасный меридиан ($N_{КГК}$) отклонен от истинного меридиана (N_H) к западу (к W) – рис. 4.3, то поправка гирокомпаса считается отрицательной и при вычислениях ей придается знак «-».

Зависимость между гирокомпасными и истинными направлениями (рис. 4.4) выражается формулами:

$$ИК = КК_{ГК} + \Delta GK, \quad КК_{ГК} = ИК - \Delta GK \quad (4.1)$$

$$ИП = КП_{ГК} + \Delta GK, \quad КП_{ГК} = ИП - \Delta GK \quad (4.2)$$

(формулы алгебраические).

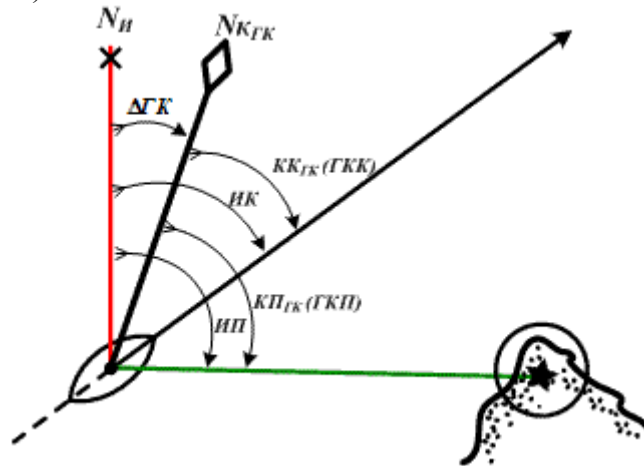


Рис. 4.4. Расчет истинных направлений по гирокомпасу

Примечание:

ГКК ($КК_{ГК}$) – гирокомпасный курс;

ГКП ($КП_{ГК}$) – гирокомпасный пеленг.

4.2.2. Расчет истинных направлений по гироазимуту

Для расчета истинных направлений по гироазимуту должна быть известна его поправка на заданный момент (ΔGA_3), зависящая от значения исходной его поправки (ΔGA_0) и скорости ухода ЧЭ ГА от начального направления ($\dot{\alpha}$).

Зная время, прошедшее с момента определения исходной поправки ГА (ΔGA_0) можем рассчитать величину изменения поправки ГА к заданному моменту [$\dot{\alpha} \cdot (T_3 - T_0)$] и тогда искомая поправка ГА на заданный момент времени вычисляется по формуле:

$$\Delta GA_3 = \Delta GA_0 + \dot{\alpha} \cdot (T_3 - T_0) \quad (4.3)$$

Зависимость между гироазимутальными и истинными направлениями выражается следующими формулами:

$$\left. \begin{aligned} ИК &= КК_{ГА} + \Delta GA_3, \\ ИП &= КП_{ГА} + \Delta GA_3 \end{aligned} \right\} \quad (4.4)$$

$$\left. \begin{aligned} КК_{ГА} &= ИК - \Delta GA_3, \\ КП_{ГА} &= ИП - \Delta GA_3 \end{aligned} \right\} \quad (4.5)$$

Решение этих зависимостей возможно только в том случае, если мы знаем величину постоянной поправки гироскопического курсоуказателя, а для гироазимута еще и остаточную скорость ухода его главной оси ЧЭ.

4.3. Способы определения поправок гироскопических курсоуказателей

4.3.1. Общие положения

Практика судовождения показывает, что большинство навигационных ошибок в той или иной мере связано с неверными показаниями курсоуказателей. Поэтому необходимо использовать любую возможность и в порту и в рейсе для определения их поправок.

Поправка курсоуказателей обязательно определяется:

- при регламентных проверках курсоуказателей в сроки, установленные технической документацией;
- при подготовке к рейсу;
- периодически во время перехода.

При использовании гирокомпаса в качестве курсоуказателя необходимо знать его постоянную поправку (ΔGK), характеризующую среднее положение равновесия его чувствительного элемента (ЧЭ).

При использовании гироазимута (ГА) должна быть известна его поправка на заданный момент (ΔGA), зависящая от исходной поправки и скорости ухода оси его ЧЭ от начального направления.

Поправка любого курсоуказателя (K) определяется сравнением истинного пеленга (ИП) какого-либо створа, светила или предмета с его компасным пеленгом (КП) в тот же момент времени, т.е.

$$\Delta K = ИП - КП \quad (4.6)$$

Постоянная поправка гирокомпаса (ΔGK) определяется при установившемся режиме его работы по ряду мгновенных его поправок, наблюдаемых не менее чем за **2,5 – 3 часа***. Элементы движения судна в этот срок должны быть неизменными.

При экстренной съемке с якоря (бочки или швартовов) следует учитывать GK , полученную из прежних наблюдений.

Для вычисления постоянной поправки гирокомпаса ($\Delta GK_{п}$) применяется формула:

$$\Delta GK_{п} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta GK'_i}{n} \quad (4.7)$$

где $\sum_{i=1}^n \Delta GK'_i$ – алгебраическая сумма значений мгновенных поправок, определенных с интервалом 10-15 минут;

n – число определений $\Delta GK'_i$.

***Примечание:** Время 2,5 – 3 часа берется из того расчета, что именно за это время главная ось ЧЭ ГК совершает полный «цикл» отклонений относительно $N_{ГК}$.

Мгновенная поправка гирокомпаса вычисляется по формуле:

$$\Delta GK' = ИП - КП \quad (4.8)$$

где $ИП$ и $КП$ – истинный (эталонный) и компасный пеленги ориентира соответственно.

Ориентирами для измерения пеленгов могут быть:

- небесное светило;
- теодолитный пост;
- створ;
- отдаленный ориентир, положение которого известно.

Мгновенную поправку ГК можно также определить по сличению с показаниями другого курсоуказателя, поправка которого известна.

4.3.2. Способы определения мгновенных поправок гирокомпаса

I. Астрономический(*):

- по пеленгу небесного светила (звезда, планета, Солнце, Луна), при их высотах не $> 15^\circ$ и находящихся вблизи I вертикала;
- по пеленгу Солнца, измеренного в момент его видимого восхода или захода;
- по пеленгу звезды Полярная (α Малой Медведицы).

(*) Сущность и методика определения $\Delta GK'$ по пеленгам небесных светил рассматриваются при изучении дисциплины «Мореходная астрономия».

II. По взаимным пеленгам с теодолитным постом:

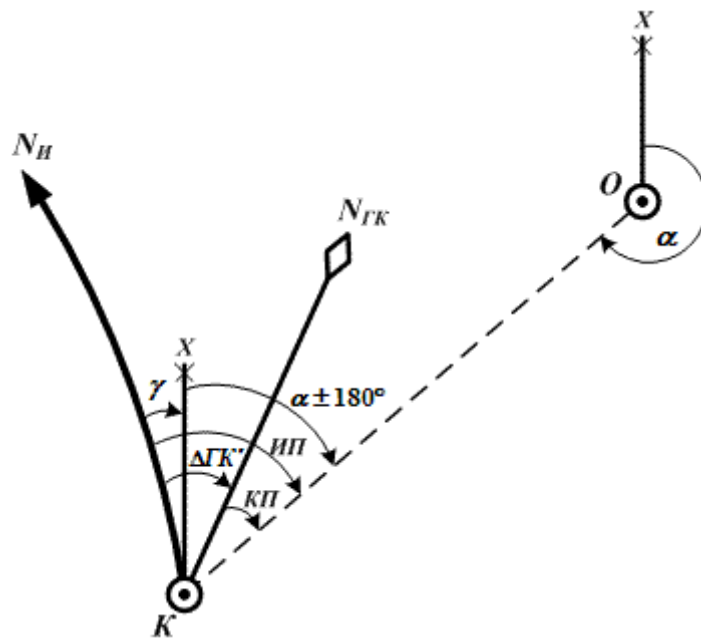


Рис. 4.5. Определение поправки гирокомпаса по взаимным пеленгам с теодолитным постом

Теодолит (рис. 4.5) выставляется в точке (т. *O*) видимой с судна (т. *K*).

Теодолит и пеленгаторный репитер примерно на одном уровне.

Теодолит сорентирован относительно километровой линии $X = const$ проекции Гаусса по известному дирекционному углу на вспомогательный ориентир.

Над центром теодолита и пеленгаторного репитера установлены световые ориентиры (электрические лампы).

Теодолитный пост имеет связь с судном. Взаимные измерения направлений производятся одновременно по сигналу с судна.

$$\Delta GK' = (\alpha \pm 180^\circ) + \gamma - KP \quad (4.9)$$

Схождение меридианов для т. *K*

$$\gamma = (\lambda - L_0) \cdot \sin \varphi \quad (4.10)$$

Долгота осевого меридиана зоны

$$L_0 = 6n - 3 \quad (4.11)$$

Номер зоны, в которой расположена заданная точка

$$n = \lambda/6 + 1. \quad (4.12)$$

$\varphi, \lambda \rightarrow$ географические координаты места судна

III. По пеленгам отдаленного ориентира:

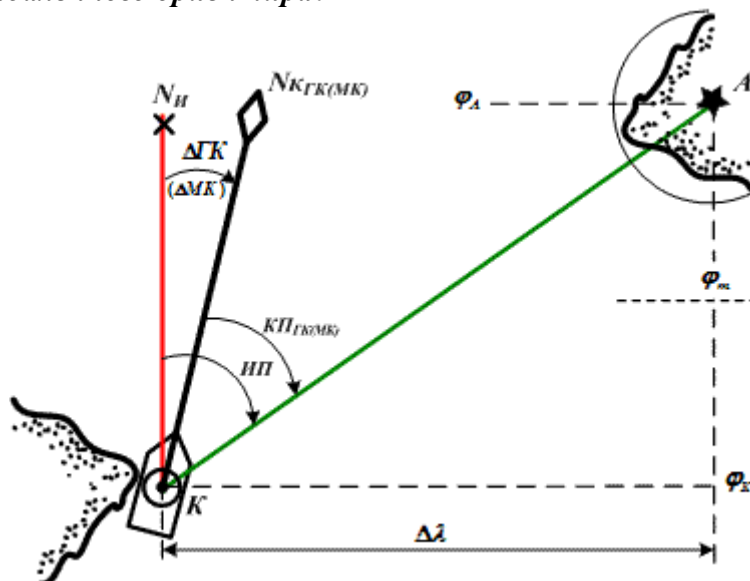


Рис. 4.6. Определение поправки гирокомпаса по пеленгам отдаленного ориентира

Положение ориентира A известно (есть на карте) и он виден с судна (рис. 4.6).

Место судна (т. K) известно (φ, λ места у стенки, причала, бочки).

Истинный пеленг ориентира измеряют по карте с помощью штурманского транспорта и параллельной линейки.

При использовании карты в нормальной проекции Меркатора – $ИП = P - \psi$,

где P (Лок. P) – измеренный локсодромический пеленг;

ψ – ортодромическая поправка

$$\psi = \frac{1}{2} \Delta\lambda \cdot \sin \varphi_m \quad (4.13)$$

где $\Delta\lambda$ – разность долгот двух точек (судна и ориентира);

φ_m – средняя для точек широта.

При использовании топографической карты в проекции Гаусса

$$ИП = \alpha - \gamma \quad (4.14)$$

где α – дирекционный угол;

γ – схождение меридианов.

IV. По пеленгу створа:

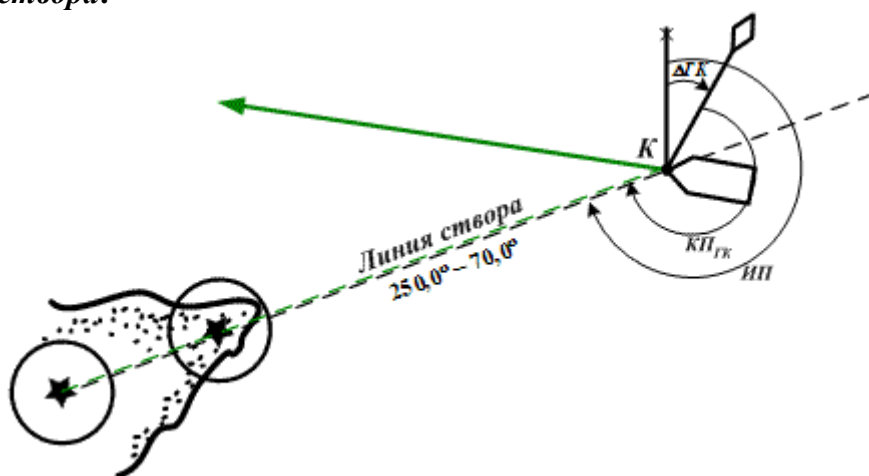


Рис. 4.7. Определение поправки гирокомпаса по пеленгу створа

Компасный пеленг створа (рис. 4.7) измеряется в момент его пересечения (т. K).

Значение $ИП$ (направление линии створа) указано на карте (250.0°).

V. По сличению с другим курсоуказателем (рис. 4.8):

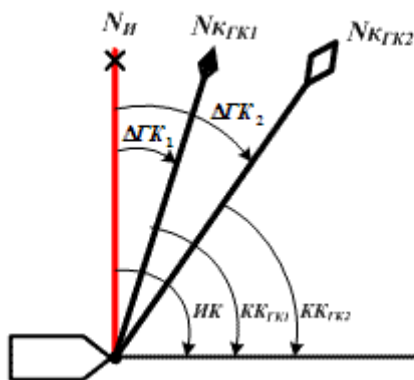


Рис. 4.8. Определение поправки гирокомпаса по сличению с другим курсоуказателем

Поправка первого $ГК$ – $\DeltaГК_1$ известна.

По команде одновременно снимаются значения курсов первого ($КК_{ГК-1}$) и второго ($КК_{ГК-2}$) гирокомпасов.

Рассчитывается значение «сличения» –

$$СЛ = КК_{ГК-2} - КК_{ГК-1} \quad (4.15)$$

Рассчитывается мгновенная поправка ($\Delta GK'_2$) другого гирокомпаса:

$$\Delta GK'_2 = \Delta GK'_1 - СЛ \quad (4.16)$$

Поправка гироазимута ΔGA на момент наблюдений определяется так же, как мгновенная поправка GK по формуле:

$$\Delta GA_0 = ИП - КП_{GA} \quad (4.17)$$

где $КП_{GA}$ – компасный (приборный) пеленг, измеренный с помощью пеленгатора на пеленгаторном репитере, курс на который транслируется от гироазимута.

Поправка гироазимута на заданный момент времени (ΔGA_3) вычисляется по исходной поправке GA и остаточной скорости ухода $GA - (\dot{\alpha})$.

$$\Delta GA_3 = \Delta GA_0 + \dot{\alpha} \cdot (T_3 - T_0) \quad (4.18)$$

Остаточная скорость ухода GA находится:

- по поправкам, определенным на моменты T_1 и T_2 (формула 4.19);
- с помощью графика разностей курсов по GK и GA .

$$\dot{\alpha} = \frac{\Delta GA_2 - \Delta GA_1}{T_2 - T_1} \quad (4.19)$$

Для определения величины $\dot{\alpha}$ с помощью графика разностей курсов следует:

1. – в течение 3 часов через каждые 10-15 мин. замечать $КК_{GK}$ и $КК_{GA}$;
2. – рассчитать разности курсов

$$P_i = КК_{GKi} - КК_{GAi}; \quad (4.20)$$

3. – построить график зависимости P от времени t (рис. 4.9);
4. – провести плавную кривую разностей курсов;
5. – провести осредняющую прямую (AB), которая характеризует уход GA ;
6. – снять с графика две ординаты R_1 на T'_1 и R_2 на T'_2 ;
7. – вычислить остаточную скорость ухода GA по формуле:

$$\dot{\alpha} = \frac{R_2 - R_1}{T'_2 - T'_1}. \quad (4.21)$$

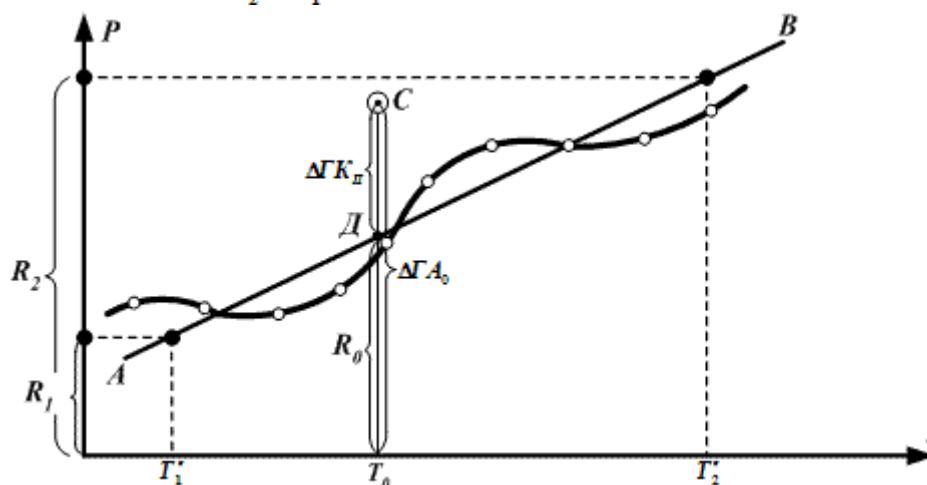


Рис. 4.9. Определение поправки курсоуказателей с помощью графика разностей курсов

Если при ведении графика в момент T_0 определялась ΔGA_0 , то постоянная поправка гирокомпаса.

$$\Delta GK_{ГК} = \Delta GA_0 - R_0 \quad (4.22)$$

Точность этой ΔGK_{II} зависит от:

- продолжительности ведения графика разностей курсов;
- точности проведения осредняющей прямой AB ;
- точности определения поправки ΔGA_0 .

4.3.3. Задачи по расчету поправки гироазимута (ΔGA_3) на заданное время

№№ зад.	Дано			Ответ
	ΔGA_0	α (°/час)	$T_{зад} - T_0$ (час)	ΔGA_3
1	+1,5°	-0,2	4,0	+0,7°
2	-0,8°	+0,2	6,0	+0,4°
3	+0,6°	-0,3	5,0	-0,9°
4	-1,2°	+0,3	3,0	-0,3°
5	+0,8°	-0,4	7,0	-2,0°
6	-1,6°	+0,4	8,0	+1,6°
7	+1,2°	-0,1	9,0	+0,3°
8	-2,4°	+0,1	10,0	-1,4°
9	+1,0°	-0,05	8,0	+0,6°
10	-1,0°	+0,05	12,0	-0,4°

Выводы

1. Основной курсоуказатель на судне – гироскопический (гироскоп). Магнитный компас – резервный курсоуказатель.
2. При использовании приборов курсоуказания для определения истинных направлений (курса, пеленга), компасные направления должны исправляться поправками курсоуказателей.
3. Поправки курсоуказателей должны определяться в сроки, регламентируемые руководящими документами и способами, дающими большую точность в конкретной обстановке.
4. На морской навигационной карте прокладываются (проводятся) только исправленные (истинные) направления.

ГЛАВА 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ СУДНА И ПРОЙДЕННЫХ ИМ РАССТОЯНИЙ

5.1. Единицы длины и скорости, применяемые в судовождении

5.1.1. Единицы длины, применяемые в судовождении

В судовождении в качестве основной единицы длины применяется **морская миля** (миля).

Мы уже знакомы (см. главу 1.4) с радиусами кривизны земного эллипсоида (M, N, r, R). **А произведение любого радиуса кривизны на "arc 1'" равно длине дуги в 1' данного сечения.**

Для меридианного сечения длина 1' меридиана определится по формуле:

$$\Delta 1'_{\text{м}} = M \cdot \text{arc } 1' = \frac{a \cdot (1 - e^2) \cdot \text{arc } 1'}{(1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi)^{3/2}} \quad (5.1)$$

или приближенно:

$$\Delta 1'_{\text{м}} = 1852,23 - 9,34 \cdot \cos 2\varphi \quad (5.2)$$

Длина минуты дуги меридиана на каждый градус широты приведена в табл. 2.29 «МТ-2000» (с. 322).

На экваторе ($\varphi = 0^\circ$) – $\Delta 1'_{\text{м}} = 1842,938$ – минимальна
На полюсе ($\varphi = 90^\circ$) – $\Delta 1'_{\text{м}} = 1861,597$ – максимальна } Разность их = 18,659 м ($\approx 1\%$ мили).

Формулу (5.1) для удобства можно записать и так:

$$\Delta 1'_{\text{м}} = a \cdot \text{arc } 1' \cdot [1 - e^2 + \frac{3}{4} e^2 (1 - \cos 2\varphi)] \quad (5.3)$$

Использовать в качестве единицы длины переменную величину неудобно, поэтому в 1928 г. Международное гидрографическое бюро приняло международную **стандартную морскую милю**. **1 миля = 1852 м** ($\Delta 1'_{\text{м}}$ для $\varphi = 45^\circ = 1852,228$ м).

К этому решению присоединилось большинство стран.

Принимая 1' дуги меридиана за постоянную величину (1852 м) тем самым считаем Землю шаром с **$R = 3\,437,747$ мили = $6\,366\,707$ м.**

Для напоминания:

С 1791 г. → 1 метр = 1/10 млн. часть четверти парижского меридиана.

С 1960 г. → 1 метр = 1 650 763,73 длины волны излучения атома криптона – 86.

Таким образом, **морская миля** → единица длины, равная длине одной минуты дуги меридиана земного эллипсоида.

Стандартная морская миля – морская миля постоянной величины.

Для измерения небольших расстояний служит **1 кабельтов** (кб.), составляющий 0,1 стандартной морской мили.

$$1 \text{ кб.} = 185,2 \text{ м}$$

$$1 \text{ миля} = 10 \text{ кб.}$$

$$1 \text{ кб.} = 0,1 \text{ мили}$$

При использовании некоторых карт, **лоций**, руководств для плавания и других пособий, особенно зарубежного издания, можно встретить и другие единицы длины:

Статутная миля (Англия) = 8 фарлонгам = 5280 футов = 1609,34 м.

Географическая миля = 1/15 длины дуги 1° экватора = 7 421,4 м ≈ 7 верст.

Артиллерийский кабельтов = 182,88 м = 600 футам.

Морская сажень = 1,83 м = 6 футам = 2 ярдам.

Фут = 30,48 см = 12 дюймам = 1/3 ярда = 1/6 м. сажени.

1 ярд = 3 фута = 91,44 см.

Соотношения между единицами длины даны в табл. 44 «МТ-75» (с. 314) или в табл. 5.6а «МТ-2000» (с. 423).

Некоторые единицы длины:

$$1 \text{ м.миля} = 10 \text{ кб.} = 1852 \text{ м.}$$

$$1 \text{ м.кабельтов} = 1/10 \text{ м.мили} = 185,2 \text{ м.}$$

$$1 \text{ астрономическая единица (а.е.)} \approx 1,49598 \cdot 10^{11} \text{ м.}$$

$$1 \text{ световой год} = 9,4605 \cdot 10^{15} \text{ м} = 63240 \text{ а.е.}$$

1 парсек = 3,26 св. года = 206265 а.е. $\approx 3,0857 \cdot 10^{16}$ м.

1 верста = 500 сажень = 1,06680 км.

1 сажень = 3 аршина = 7 футов = 84 дюйма = 100 соток = 2,13360 м.

1 аршин = 16 вершков = 28 дюймов = 0,711200 м.

1 вершок = 1 3/4 дюйма = 4,445 см.

1 дюйм = 10 линий = 2,54 см.

1 сотка = 0,01 сажени = 2,1336 см.

1 линия = 10 точек = 2,54 мм.

1 точка = 1/12 фута = 0,254 мм.

1 ярд = 3 фута = 36 дюймов = 0,9144 м.

1 фут = 12 дюймов = 1/3 ярда = 0,3048 м.

1 дюйм = 1/36 ярда = 1/12 фута = 0,0254 м.

1 сажень морская = 6 футов = 2 ярда = 1,8288 м.

1 статутная (сухопутная) миля = 1760 ярдов = 5280 футов = 1609,344 м.

1 миля морская Великобритании = 1853,184 м.

1 кабельтов ВМФ США = 240 ярдов = 720 футов = 219,459 м.

1 калибр = 1/100 дюйма = 254 мкм.

1 точка = 351,46 мкм.

«МТ-2000» табл. 5.3, 5.4, 5.5 (с. 418-421).

5.1.2. Единицы скорости, применяемые в судовождении

Вследствие того, что основной единицей измерения расстояний на море является морская миля, скорость судна выражается числом миль, проходимых за 1 час.

Единица скорости, равная одной миле в час, получила название – **узел** (уз.)

1 узел = 1 миля/час.

Из истории происхождения названия «узел» – как единицы скорости:

«В эпоху парусного флота скорость судна измерялась по длине выпущенного за борт на ходу судна лаглиня, прикрепленного к деревянному сектору. Измерение скорости производилось за 30 сек. (1/120 часа), поэтому и лаглинь разбивался на части, равные 1/120 части м.мили ($\approx 15,43$ м), которые отмечались вплетенными в лаглинь кончиками и узелками. Таким образом, длина «одного узла» должна была быть $6076,1 \text{ фут}/120 = 50,63 \text{ фута} = 15,43 \text{ м}$. Следовательно, сколько узлов лаглиня вытравлено за борт на ходу судна за 30 сек., столько миль в час и проходит судно».

При решении отдельных задач судовождения удобно скорость судна выражать в кабельтовых в минуту (кб./мин).

Соотношение между скоростью в узлах и кб./мин определяется выражениями (5.4) и (5.5).

$$V_{\text{кб./мин}} = V_{\text{уз}}/6 \quad (5.4)$$

$$V_{\text{уз}} = 6 \cdot V_{\text{кб./мин}} \quad (5.5)$$

Например: Если $V_{\text{уз}} = 18 \text{ уз.}$, то $V_{\text{кб./мин}} = 3 \text{ кб./мин.}$

Если $V_{\text{кб./мин}} = 5 \text{ кб./мин.}$, то $V_{\text{уз}} = 30 \text{ уз.}$

Связь между различными единицами скорости дана в табл. 37 «МТ-75» (с. 308) или в табл. 5.6и «МТ-2000» (с. 427) → см. табл. 5.1.

1 уз. = 1,852 км/час = 30,8667 м/мин = 0,5144 м/с = 1 миля/час.

1 км/час = 0,54 уз. = 16,6667 м/мин = 0,2778 м/с.

1 м/с = 3,6 км/час = 60 м/мин = 1,9438 уз.

Таблица 5.1.

уз.	кб/мин.	м/с	м/мин.	км/ч	уз.	кб/мин.	м/с	м/мин.	км/ч
1	0,17	0,51	30,9	1,85	26	4,33	13,38	802,5	48,15
2	0,33	1,03	61,7	3,70	27	4,50	13,89	833,4	50,00
3	0,50	1,54	92,6	5,56	28	4,67	14,40	864,3	51,86
4	0,67	2,06	123,5	7,41	29	4,83	14,92	895,1	53,71
5	0,83	2,57	154,3	9,26	30	5,00	15,43	926,0	55,56
6	1,00	3,09	185,2	11,11	31	5,17	15,95	956,9	57,41
7	1,17	3,60	216,1	12,96	32	5,33	16,46	987,7	59,26
8	1,33	4,12	246,9	14,82	33	5,50	16,98	1018,6	61,12
9	1,50	4,63	277,8	16,67	34	5,67	17,49	1049,5	62,97
10	1,67	5,14	308,7	18,52	35	5,83	18,01	1080,3	64,82
11	1,83	5,66	339,5	20,37	36	6,00	18,52	1111,2	66,67
12	2,00	6,17	370,4	22,22	37	6,17	19,03	1142,1	68,52
13	2,17	6,69	401,3	24,08	38	6,33	19,55	1172,9	70,38
14	2,33	7,20	432,1	25,93	39	6,50	20,06	1203,8	72,23
15	2,50	7,72	463,0	27,78	40	6,67	20,58	1234,7	74,08
16	2,67	8,23	493,9	29,63	41	6,83	21,09	1265,5	75,93
17	2,83	8,75	524,7	31,48	42	7,00	21,61	1296,4	77,78
18	3,00	9,26	555,6	33,34	43	7,17	22,12	1327,3	79,64
19	3,17	9,77	586,5	35,19	44	7,33	22,64	1358,1	81,49
20	3,33	10,29	617,3	37,04	45	7,50	23,15	1389,0	83,34
21	3,50	10,80	648,2	38,89	46	7,67	23,66	1419,9	85,19
22	3,67	11,32	679,1	40,74	47	7,83	24,18	1450,7	87,04
23	3,83	11,83	709,9	42,60	48	8,00	24,69	1481,6	88,90
24	4,00	12,35	740,8	44,45	49	8,17	25,21	1512,5	90,75
25	4,17	12,86	771,7	46,30	50	8,33	25,72	1543,3	92,60

5.2. Принципы измерения скорости судна

Скорость хода судна измеряется специальными приборами → *лагами*. В настоящее время на судах используются следующие системы (типы) лагов:

I. Вертушечные лаги (выпускаемые на лаглине и днищевые).

Частота вращения вертушки пропорциональна скорости хода судна. Коэффициент пропорциональности определяется на испытаниях. Число оборотов вертушки фиксируется на счетчике, указывающем пройденное судном расстояние.

II. Гидродинамические лаги (ГДЛ).

Приемные устройства этих лагов измеряют давление скоростного напора воды, возникающее при движении судна. На основании измеренной величины давления (разности динамического и статического давлений) в счетно-решающей схеме лага вырабатывается скорость хода судна и пройденное им расстояние. Для измерения разности давлений в этих лагах применяются пружинные (сильфонные) и жидкостные (ртутные) дифференциальные манометры. (ЛГ-25, ЛГ-50, ЛГ-4, ЛГ-6, МЛГ-25, МЛГ-50 и др.).

III. Индукционные лаги (ИЭЛ).

Принцип работы этих лагов основан на явлении электромагнитной индукции, возникающей при движении морской воды между двумя электродами в переменном магнитном поле. Источником магнитного поля в лаге служит электромагнит, питаемый переменным током. Он заключен в обтекатель, на поверхности которого расположены два измерительных электрода, соприкасающиеся с морской водой. Под воздействием переменного магнитного поля магнита, в воде возникает **переменная э.д.с.** Амплитуда этой э.д.с. **оказывается пропорциональной скорости движения электромагнита**, а следовательно, и судна. Измерение сигнала, снимаемого с электродов, осуществляется по компенсационному методу. Если гидродинамические лаги дают устойчивые показания при $V > 3$ уз., то индукционные → практически с 0 уз.

IV. Гидроакустические лаги (ГАЛ).

Принцип их работы основан на использовании эффекта Доплера. Импульс ультразвуковых колебаний, посылаемых с судна, отражается от грунта и возвращается обратно к судовому приемнику лага. При движении судна частота принятого сигнала будет отличаться от излучаемой в зависимости от скорости хода.

ГАЛы измеряют скорость хода судна не относительно воды, как все указанные выше, а относительно грунта и поэтому считаются **абсолютными лагами** (а не **относительными**). Однако устойчивая работа этих лагов возможна при сравнительно небольших **глубинах** моря, но точность их работы очень высокая.

Лаги всех систем, как и любые другие приборы, не могут давать абсолютно точных показаний, они требуют периодической выверки и регулировки. **Та часть погрешности в показаниях лага, которая не может быть скомпенсирована, определяется на «мерной линии» и затем учитывается с помощью поправки лага.**

Поправка лага – величина, равная относительной погрешности, выраженной в процентах и взятой с обратным знаком, т.е.

$$\Delta T = \frac{S_{\text{л}} - \text{РОЛ}}{\text{РОЛ}} \cdot 100\% \quad (5.6)$$

где $S_{\text{л}}$ – действительное расстояние, пройденное судном;

РОЛ – расстояние, пройденное судном по счетчику лага ($\text{РОЛ} = \text{ОЛ}_2 - \text{ОЛ}_1$)

$$\Delta T = \frac{V_0 - V_{\text{л}}}{V_{\text{л}}} \cdot 100\% \quad (5.7)$$

где V_0 – истинная скорость судна;

$V_{\text{л}}$ – скорость судна по показаниям лага.

5.3. Определение скорости судна. Поправка и коэффициент лага

Скорость судна или корабля (V) и поправки их лагов ($\Delta T\%$) определяются различными способами:

- на визуальной мерной линии;
- с помощью судовой РЛС;
- с помощью РНС высокой точности;
- на кабельной мерной линии и др.

Все способы определения V и $\Delta T\%$ различаются между собой только методикой получения истинного расстояния (S), необходимого для расчета истинной скорости хода судна (V_0) → см. рис. 5.4, 5.5, 5.6.

Рассмотрим один из способов → определение скорости хода судна (V) и его поправки лага ($\Delta T\%$) на визуальной мерной линии.

Визуальная мерная линия → специально оборудованный полигон для проведения скоростных испытаний судов.

Такой полигон должен отвечать следующим требованиям:

1. – располагаться в стороне от путей движения кораблей и судов;
2. – быть свободным от навигационных опасностей (> 2 миль) и укрытым от ветра и волны;
3. – должен обеспечивать свободу маневра ($V \leq 36$ уз. → $L = 3$ мили; $V \leq 24$ уз. → $L = 2$ мили и $V \leq 12$ уз. → $L = 1$ миль);
4. – иметь возможность обеспечить требуемую точность определения места и безопасность плавания;
5. – иметь глубины, исключаяющие влияние мелководья на скорость хода судна (при осадке в 5 м и $V \leq 30$ уз. $H \geq 95$ м).

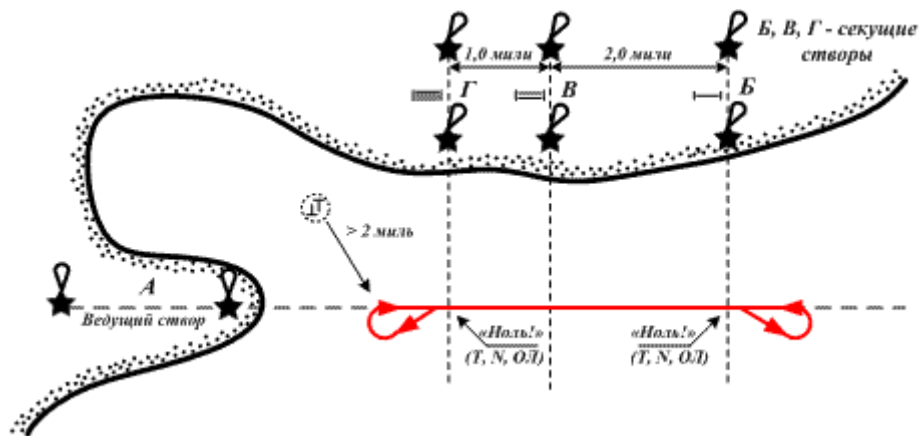


Рис. 5.1. Визуальная мерная линия

Визуальная мерная линия оборудуется секущими (Б, В, Г) створами (не < 2-х), направление которых перпендикулярно **линии пробега судна** (рис. 5.1), а расстояние между створами измерено с высокой точностью.

Некоторые мерные линии оборудуются ведущим створом, по которому направляется линия пробега судна (А).

Методика определения скорости хода (V) и поправки лага ($\Delta L\%$) сводится к следующему:

1) → судно, на установившемся режиме работы двигателей, т.е. при постоянном числе оборотов двигателей (винтов), делает пробег по ведущему створу А. (При отсутствии ведущего створа, курс на пробеге удерживается перпендикулярным направлению секущих створов Б, В, Г).

При пересечении линии I секущего створа (Б) по команде «Ноль!» включаются секундомеры наблюдателей и снимаются отсчет лага (OL_1) и отсчет с суммарного счетчика оборотов двигателей (n_1).

При пересечении линии II секущего створа (Г или В) по команде «Ноль!» останавливаются секундомеры и снимаются: – отсчет лага (OL_2) и отсчет с суммарного счетчика оборотов двигателей (n_2).

2) → рассчитывается истинная скорость судна на пробеге по формуле:

$$V_{OI(уз.)} = \frac{3600 \cdot S(мили)}{t_{i(сек)}} \quad (5.8)$$

где S – расстояние (из формуляра или описания мерной линии) между секущими створами Б и Г (или Б и В или В и Г) (т.е. длина пробега, которая устанавливается в зависимости от скорости хода судна на пробеге: если $V < 12$ уз. – 1 мили; если $V = 12 \div 24$ уз. – 2 мили; если $V > 24$ уз. – 3 мили);

t_i – среднее время пробега в секундах (средненное время всех секундомеров).

3) → рассчитывается скорость судна на пробеге по лагу по формуле:

$$V_{LI(уз.)} = \frac{3600 \cdot POL}{t_{i(сек)}} уз. \quad (5.9)$$

где $POL = OL_2 - OL_1$ – разность отсчетов лага (показаний счетчика лага).

4) → рассчитывается число оборотов двигателей в минуту на пробеге по формуле:

$$N_{i(об/мин)} = \frac{60 \cdot \Delta N_i}{t_{i(сек)}} уз. \quad (5.10)$$

где $\Delta N_i = n_2 - n_1$.

5) → рассчитывается поправка лага в процентах ($\Delta T\%$) на пробеге по формуле:

$$\Delta T\% = \frac{V_{O_{i(юз)}} - V_{Л_{i(юз)}}}{V_{Л_{i(юз)}}} \cdot 100 \quad (5.11)$$

6) → рассчитывается коэффициент лага ($K_{Л}$) на пробеге по формуле:

$$K_{Л} = 1 + \frac{\Delta T\%}{100} \quad (5.12)$$

Для исключения влияния течения на результаты на каждом режиме работы двигателей выполняется:

- а. → по 2 пробега → если **скорость течения** в районе мерной линии постоянна;
- б. → по 3 пробега → если течение не **постоянно** и его элементы (K_T, v_T) недостоверны.

Режимов работы двигателей должно быть не менее 3-х (как правило: **I** – «ПХ» – назначенный ход; **II** – «СХ» – 75% от «ПХ»; **III** – «МХ» – 50% от «ПХ»). На каждом режиме выполняется (обычно) по 3 пробега и после расчетов имеем:

1-й пробег: $V_{O1}, V_{Л1}, N_1, \Delta T_1\%$;

2-й пробег: $V_{O2}, V_{Л2}, N_2, \Delta T_2\%$;

3-й пробег: $V_{O3}, V_{Л3}, N_3, \Delta T_3\%$.

7) → рассчитываются для конкретного, назначенного режима работы двигателей средние значения искомых величин:

- а. → истинная (относительная) скорость хода судна (V_{α}) на режиме по формуле:

$$V_{\alpha} = \frac{V_{O1} + 2V_{O2} + V_{O3}}{4}; \quad (5.13)$$

- б. → скорость хода судна по лагу ($V_{Л}$) на режиме по формуле:

$$V_{Л} = \frac{V_{Л1} + 2V_{Л2} + V_{Л3}}{4}; \quad (5.14)$$

- с. → число оборотов двигателей (винтов) на режиме по формуле:

$$N_{\alpha} = \frac{N_{O1} + 2N_{O2} + N_{O3}}{4}; \quad (5.15)$$

- д. → поправку лага в процентах ($\Delta T\%$) на режиме по формуле:

$$\Delta T_1\% = \frac{\Delta T_1\% + 2\Delta T_2\% + \Delta T_3\%}{4}; \quad (5.16)$$

- е. → коэффициент лага ($K_{Л}$) на режиме по формуле:

$$K_{Л} = \frac{K_{Л1} + 2K_{Л2} + K_{Л3}}{4}. \quad (5.17)$$

Примечание:

Если на режиме выполняется не 3 а 2 пробега, то формулы (5.13÷5.17) примут вид:

$$V_{\alpha} = \frac{V_{O1} + V_{O2}}{2} \quad (5.13a)$$

$$V_{\text{л}} = \frac{V_{\text{л1}} + V_{\text{л2}}}{2} \quad (5.14a)$$

$$N_{\text{от}} = \frac{N_{\text{от1}} + N_{\text{от2}}}{2} \quad (5.15a)$$

$$\Delta T_{\text{л}} \% = \frac{\Delta T_{\text{л1}} \% + \Delta T_{\text{л2}} \%}{2} \quad (5.16a)$$

$$K_{\text{л}} = \frac{K_{\text{л1}} + K_{\text{л2}}}{2} \quad (5.17a)$$

8) → далее судно выполняет пробеги на визуальной мерной линии на II-м и на III-м назначенном режиме работы двигателей, по результатам которых рассчитываются по формулам (5.13÷5.17):

II режим – $V_{\text{оп}}$, $V_{\text{лп}}$, $N_{\text{оп}}$, $\Delta T_{\text{л}} \%$, $K_{\text{лп}}$;

III режим – $V_{\text{опш}}$, $V_{\text{лпш}}$, $N_{\text{опш}}$, $\Delta T_{\text{лш}} \%$, $K_{\text{лпш}}$.

9) → по результатам замеров на мерной линии составляются:

a) график соответствия скорости хода судна частоте вращения двигателей (рис. 5.2)

б) график соответствия поправки лага Δ ($L\%$) скорости хода судна (рис. 5.3)

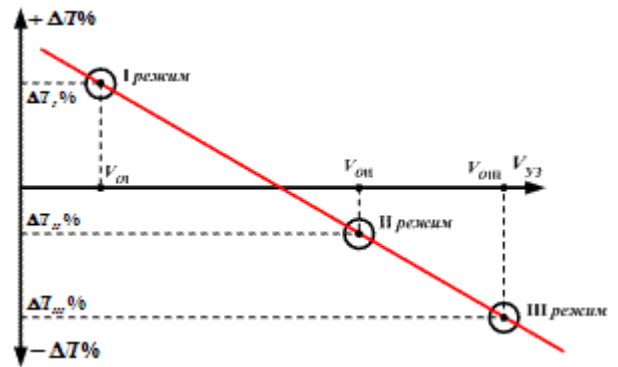
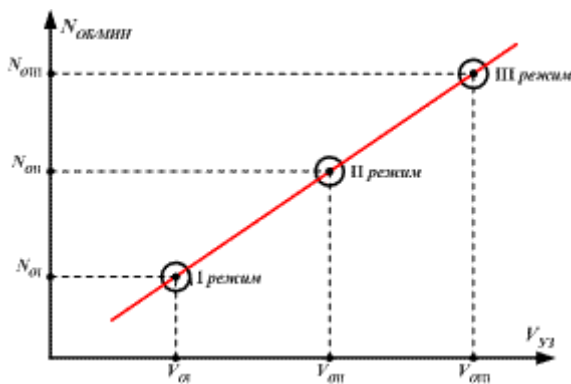


Рис. 5.2. График соответствия скорости хода судна частоте вращения его двигателей

Рисунок 5.3. График соответствия поправки лага скорости хода судна

С этих графиков снимаются данные для заполнения рабочих таблиц штурмана (РТШ).

Соответствие скорости хода частоте вращения двигателей и поправке (коэффициенту) лага

Таблица 5.2.

Обороты	$V_{\text{уз}}$	$\Delta L \%$	$K_{\text{л}}$
50	6	+7,0	1,07
70	9	+5,0	1,05
:	:	:	:

Данные определений (расчетов) записываются в «Формуляр судна», СЖ и РТШ.

Одновременно с определением скорости хода на мерной линии замеряется расход топлива на 1 милю плавания на каждом режиме. По результатам этих замеров выявляется экономическая скорость, часовой расход топлива, продолжительность плавания в часах данной скоростью, дальность плавания судна в милях.

Определение V и $\Delta L\%$ с помощью высокоточной РНС.

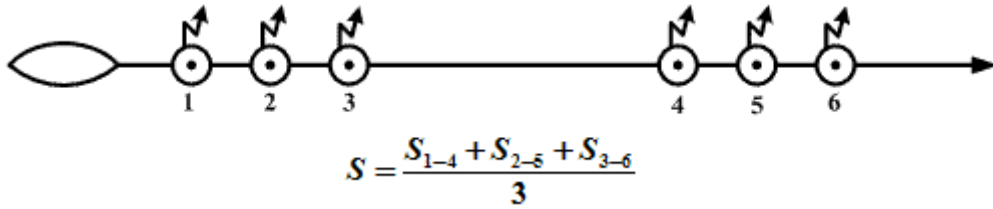


Рис.5.4. Определение поправки лага с помощью высокоточной РНС

Определение V и $\Delta L\%$ при помощи судовой РЛС.

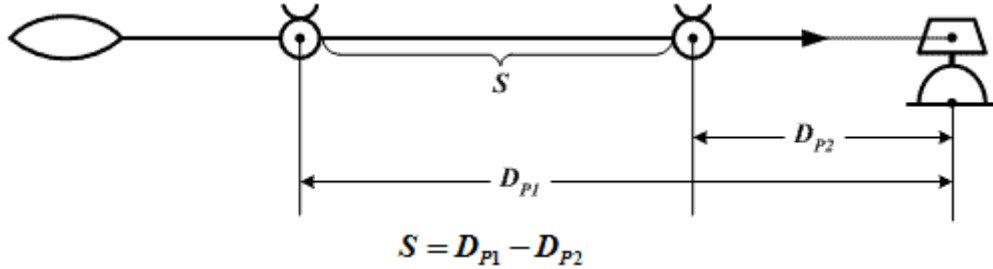


Рис. 5.5. Определение поправки лага при помощи судовой РЛС

Определение V и $\Delta L\%$ на кабельной мерной линии.

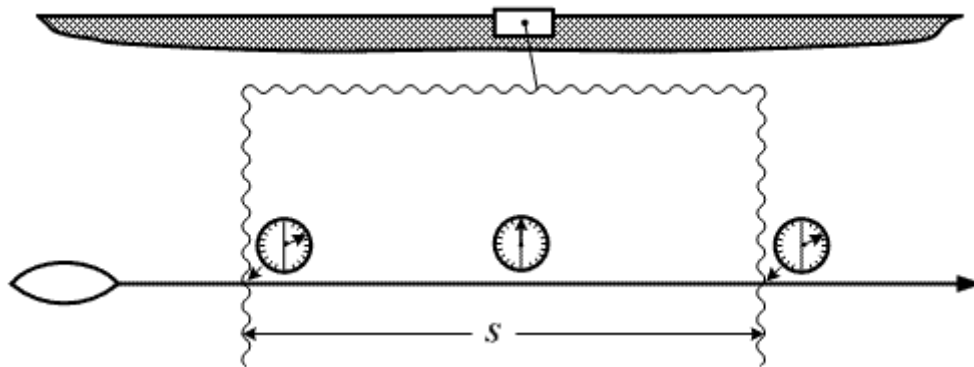


Рис. 5.6. Кабельная мерная линия

5.4. Определение пройденного судном расстояния

Пройденное судном расстояние получают по измерителю скорости хода – лагу, как разность показаний его счетчиков пройденного расстояния, т.е. **разность отсчетов лага – РОЛ**.

$$РОЛ = ОЛ_2 - ОЛ_1 \quad (5.18)$$

где $ОЛ_1$ – показания счетчика пройденного расстояния лага на время T_1 (на 09.00 $ОЛ_1 = 83,6$);

$ОЛ_2$ – показания счетчика пройденного расстояния лага на время T_2 (на 10.12 $ОЛ_2 = 95,8$).

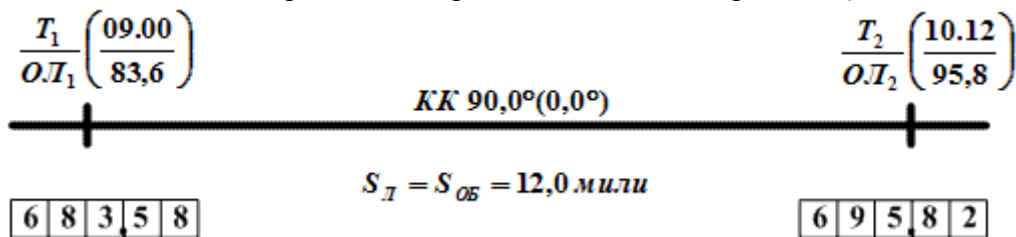


Рис. 5.7. Определение пройденного судном расстояния

Для нашего примера (рис. 5.7) $ПОЛ = 95,8 - 83,6 = 12,2$. Но это еще не расстояние, пройденное судном за 1 час 12 мин ($T_2 - T_1 = 10.12 - 09.00 = 01.12$).

Независимо от конструкции лаг показывает скорость хода, а значит, и пройденное по лагу расстояние с какой-то погрешностью.

Погрешность в определении пройденного судном расстояния накапливается пропорционально проходимому им расстоянию.

Величина этой погрешности при различных скоростях хода судна различна.

Для получения фактического расстояния, пройденного по показаниям лага (S_L), разность отсчетов лага ($ПОЛ$) исправляется коэффициентом лага (K_L) или поправкой лага ($\Delta Л\%$), которые определяются на мерной линии.

Эту работу мы уже выполнили и результаты проверки лага на визуальной мерной линии свели в таблицу 5.3 «Поправка и коэффициент лага».

Поправка и коэффициент лага (учебная)

Таблица 5.3.

$V_L, узл.$	$\Delta Л\%$	K_L	$V_L, узл.$	$\Delta Л\%$	K_L
4	-5,0	0,95	18	+2,0	1,02
6	-4,0	0,96	20	+3,0	1,03
8	-3,0	0,97	22	+4,0	1,04
10	-2,0	0,98	24	+5,0	1,05
12	-1,0	0,99	26	+6,0	1,06
14	0	1,0	28	+7,0	1,07
16	+1,0	1,01	30	+8,0	1,08

Поправку лага мы рассчитали по формуле (5.11).

$$\Delta Л\% = \frac{V_O - V_L}{V_L} \cdot 100$$

Если вместо скорости хода (истинной) судна (V_O) в формулу (5.11) подставить пройденное по лагу расстояние (S_L), а вместо скорости по лагу (V_L) подставить разность отсчетов лага ($ПОЛ$), то формула (5.11) примет вид:

$$\Delta Л\% = \frac{S_L - ПОЛ}{ПОЛ} \cdot 100 \quad (5.19)$$

Из формулы (5.19) следует, что

$$S_L = ПОЛ + \frac{ПОЛ \cdot \Delta Л\%}{100} \quad (5.20)$$

В формуле (5.20) вынесем $ПОЛ$ за скобки – получим:

$$S_L = ПОЛ \cdot \left(1 + \frac{\Delta Л\%}{100} \right) \quad (5.21)$$

Выражение в скобках есть коэффициент лага, показывающий отношение расстояния, пройденного судном по лагу (S_L), к разности отсчетов лага ($ПОЛ$).

K_L – число относительное:

- если $S_L = ПОЛ$, то $K_L = 1$;
- если $S_L > ПОЛ$, то $K_L > 1$;
- если $S_L < ПОЛ$, то $K_L < 1$.

Из формулы (5.21) имеем:

$$S_L = K_L \cdot ПОЛ \quad (5.22)$$

$$ПОЛ = \frac{S_L}{K_L} \quad (5.23)$$

$$K_L = \frac{S_L}{POLL} \quad (5.24)$$

Вот теперь, зная значение K_L (для $V = 10$ уз. $K_L = 0,98$) и значение $POLL$ (12,2) по формуле (5.22) можем рассчитать пройденное судном расстояние по лагу, т.е. $S_L = 0,98 \cdot 12,2 = 12,0$ мили.

Решение задачи по формуле (5.22) упростится, если использовать специальную таблицу «МТ-75» (Приложение № 4) или таблицу 2.17 «МТ-2000» (с. 277÷280).

Входные аргументы: 1) – величина $POLL$ (от 1 до 100) – левая колонка и 2) – значение $\Delta L\%$ (от +1% до +10% и от -1% до -10% через 1%) или значение K_L (от 1,01 до 1,10 и от 0,99 до 0,90) – верхняя строка.

Использование специальных таблиц

Пройденное по лагу расстояние (из табл. 2.17 «МТ-2000»)

а) при $K_L < 1$ ($\Delta L\%$ – отрицательная)

Таблица 5.4.

POLL	$\Delta L = -1\%$	$\Delta L = -2\%$	$\Delta L = -3\%$	$\Delta L = -4\%$	$\Delta L = -5\%$	$\Delta L = -6\%$	$\Delta L = -7\%$	$\Delta L = -8\%$	$\Delta L = -9\%$	$\Delta L = -10\%$
	$K_L = 0,99$	$K_L = 0,98$	$K_L = 0,97$	$K_L = 0,96$	$K_L = 0,95$	$K_L = 0,94$	$K_L = 0,93$	$K_L = 0,92$	$K_L = 0,91$	$K_L = 0,90$
	МИЛИ									
1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
2	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8
3	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7
4	4,0	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,6	3,6
5	5,0	4,9	4,8	4,8	4,8	4,7	4,6	4,6	4,6	4,5
6	5,9	5,9	5,8	5,8	5,7	5,6	5,6	5,5	5,5	5,4
7	6,9	6,9	6,8	6,7	6,6	6,6	6,5	6,4	6,4	6,3
8	7,9	7,8	7,8	7,7	7,6	7,5	7,4	7,4	7,3	7,2
9	8,9	8,8	8,7	8,6	8,6	8,5	8,4	8,3	8,2	8,1
10	9,9	9,8	9,7	9,6	9,5	9,4	9,3	9,2	9,1	9,0
11	10,9	10,8	10,7	10,6	10,4	10,3	10,2	10,1	10,0	9,9
12	11,9	11,8	11,6	11,5	11,4	11,3	11,2	11,0	10,9	10,8
13	12,9	12,7	12,6	12,5	12,4	12,2	12,1	12,0	11,8	11,7
14	13,9	13,7	13,6	13,4	13,3	13,2	13,0	12,9	12,7	12,6

б) при $K_L > 1$ ($\Delta L\%$ – положительная)

POLL	$\Delta L = +1\%$	$\Delta L = +2\%$	$\Delta L = +3\%$	$\Delta L = +4\%$	$\Delta L = +5\%$	$\Delta L = +6\%$	$\Delta L = +7\%$	$\Delta L = +8\%$	$\Delta L = +9\%$	$\Delta L = +10\%$
	$K_L = 1,01$	$K_L = 1,02$	$K_L = 1,03$	$K_L = 1,04$	$K_L = 1,05$	$K_L = 1,06$	$K_L = 1,07$	$K_L = 1,08$	$K_L = 1,09$	$K_L = 1,10$
	МИЛИ									
1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
2	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2
3	3,0	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,2	3,2	3,3	3,3
4	4,0	4,1	4,1	4,2	4,2	4,2	4,3	4,3	4,4	4,4
5	5,0	5,1	5,2	5,2	5,2	5,3	5,4	5,4	5,4	5,5
6	6,1	6,1	6,2	6,2	6,3	6,4	6,4	6,5	6,5	5,6
7	7,1	7,1	7,2	7,3	7,4	7,4	7,5	7,6	7,6	7,7
8	8,1	8,2	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,6	8,7	8,8
9	9,1	9,2	9,3	9,4	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9
10	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6	10,7	10,8	10,9	11,0
11	11,1	11,2	11,3	11,4	11,6	11,7	11,8	11,9	12,0	12,1
12	12,1	12,2	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	13,0	13,1	13,2
13	13,1	13,3	13,4	13,6	13,6	13,8	13,9	14,0	14,2	14,3
14	14,1	14,3	14,4	14,6	14,7	14,8	15,0	15,1	15,3	15,4

Например: 1) $POLL = 9,0$ $\Delta L\% = -7\%$ ($K_L = 0,93$); $S_L = ? = (8,4$ мили).

2) $POLL = 13,0$ $\Delta L\% = +3\%$ ($K_L = 1,03$); $S_L = ? = (13,4$ мили).

В том же случае, когда лаг по какой-либо причине не работает, а также для проверки правильности его работы, пройденное судном расстояние рассчитывается по частоте вращения движителей (по оборотам) и времени плавания – по формуле:

$$S_{OB(мили)} = \frac{V_{OB(уз.)} \cdot t_{(мин)}}{60} \quad (5.25)$$

или

$$S_{OB(мили)} = V_{OB(уз.)} \cdot t_{(час)} \quad (5.26)$$

где V_{OB} – скорость хода судна, соответствующая заданному режиму работы движителей (обороты линии вала) – см. рис. 5.2.

Для нашего примера: $V_{OB} = 10$ уз., $t = 1$ час 12 мин., $S_{OB} = ? = 12,0$ мили.

Т.е. $S_{л} (12,0 \text{ мили}) = S_{OB} (12,0 \text{ мили}) \rightarrow$ лаг работает исправно и $\Delta L\%$ ($K_{л}$) – верна.

Формулу (5.25) удобно решать с помощью специальной таблицы «МТ-75» – Приложение 2, или таблицы 2.15 «МТ-2000» (с. 275) – см. табл. 5.5.

Расстояние по времени и скорости (из табл. 2.15 «МТ-2000»)

Таблица 5.5.

Узлы	Минуты										Узлы
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Мили										
1	0,02	0,03	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,13	0,15	0,17	1
2	0,03	0,07	0,10	0,13	0,17	0,20	0,23	0,27	0,30	0,33	2
3	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	3
4	0,07	0,13	0,20	0,27	0,33	0,40	0,47	0,53	0,60	0,67	4
5	0,08	0,17	0,25	0,33	0,42	0,50	0,58	0,67	0,75	0,83	5
6	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	6
7	0,12	0,23	0,35	0,47	0,58	0,70	0,82	0,93	1,05	1,17	7
8	0,13	0,27	0,40	0,53	0,67	0,80	0,93	1,07	1,20	1,33	8
9	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50	9
10	0,17	0,33	0,50	0,67	0,83	1,00	1,17	1,33	1,50	1,67	10
11	0,18	0,37	0,55	0,73	0,92	1,10	1,28	1,47	1,65	1,83	11
12	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	12
13	0,22	0,43	0,65	0,87	1,08	1,30	1,52	1,73	1,95	2,17	13
14	0,23	0,47	0,70	0,93	1,17	1,40	1,63	1,87	2,10	2,33	14
15	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	15
16	0,27	0,53	0,80	1,07	1,33	1,60	1,87	2,13	2,40	2,67	16
17	0,28	0,57	0,85	1,13	1,42	1,70	1,98	2,27	2,55	2,83	17
18	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	18
19	0,32	0,63	0,95	1,27	1,58	1,90	2,22	2,53	2,85	3,17	19
20	0,33	0,67	1,00	1,33	1,67	2,00	2,33	2,67	3,00	3,33	20
21	0,35	0,70	1,05	1,40	1,75	2,10	2,45	2,80	3,15	3,50	21
22	0,37	0,73	1,10	1,47	1,83	2,20	2,57	2,93	3,30	3,67	22
23	0,38	0,77	1,15	1,53	1,92	2,30	2,68	3,07	3,45	3,83	23
24	0,40	0,80	1,20	1,60	2,00	2,40	2,80	3,20	3,60	4,00	24
25	0,42	0,83	1,25	1,67	2,08	2,50	2,92	3,33	3,75	4,17	25
26	0,43	0,87	1,30	1,73	2,17	2,60	3,03	3,47	3,90	4,33	26
27	0,45	0,90	1,35	1,80	2,25	2,70	3,15	3,60	4,05	4,50	27
28	0,47	0,93	1,40	1,87	2,33	2,80	3,27	3,73	4,20	4,67	28
29	0,48	0,97	1,45	1,93	2,42	2,90	3,38	3,87	4,35	4,83	29
30	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	30

Входные аргументы: 1) – V_{OB} узлы (от 1 до 60) – левая и правая колонки; 2) – минуты (от 1 до 10) – верхняя строка. **Искомая величина** – S_{OB} мили.

Например: $V_{OB} = 14$ уз. $t = 6$ мин. $S_{OB} = ?$ (1,4 мили).

До сих пор мы решали прямую задачу: – по $ПОЛ$ (12,2) нашли пройденное судном расстояние ($S_{\mathcal{L}} = 12,0$ мили) и отложив его от начальной точки (рис. 5.7 т. $\frac{09.00}{83,6}$) нашли место судна в т. $\frac{10.12}{95,8}$ (отложили по линии ИК).

В практике судовождения часто **приходится решать и обратную задачу** (рис. 5.8).

Следуя $ИК = 90,0^\circ$, имея $V = 10$ уз. когда мы подойдем к точке постановки на бочку (в заданную точку).

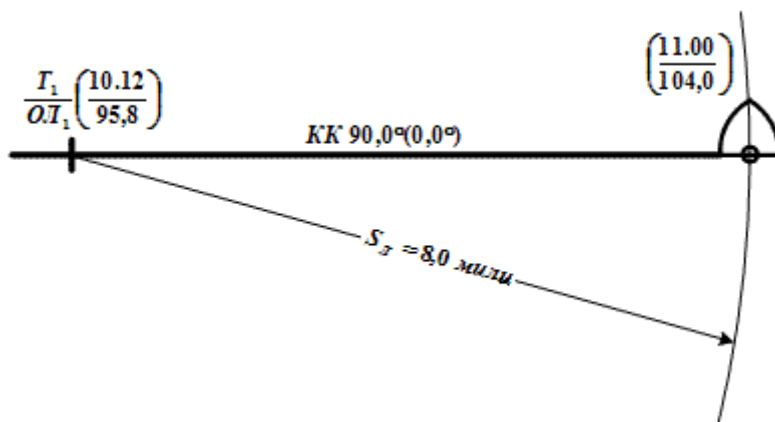


Рис. 5.8. Расчет времени и отсчета лага для заданной точки

Решение:

1. Снимаем с карты расстояние до заданной точки ($S = 8,0$ мили).
2. Из таблицы (5.3) «Поправка и коэффициент лага» выбираем для $V = 10$ уз. $\Delta L = -2\%$ и $K_{\mathcal{L}} = 0,98$.
3. По формуле (5.23) рассчитываем $ПОЛ = \frac{S_{\mathcal{L}}}{K_{\mathcal{L}}} = \frac{8,0}{0,98} = 8,2$
4. Рассчитываем значение $ОЛ_2$, которое будет по счетчику лага по приходу в заданную точку: $ОЛ_2 = ОЛ_1 + ПОЛ = 95,8 + 8,2 = 104,0$.
5. Рассчитываем, сколько потребуется времени на переход (табл. 5.6) и в какое время будем в

заданной точке $t = \frac{S}{V} = \frac{8,0}{10,0} = 0,8 \text{ ч} \cdot 60 = 48 \text{ мин.}$

$T_2 = T_1 + t = 10.12 + 00.48 = 11.00.$

(специальная табл. «МТ-75» Приложение № 3 или табл. 2.16 «МТ-2000» с. 276).

Ответ: в 11.00 при $ОЛ = 104,0$ будем в заданной точке.

Узлы	Мили									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Минуты									
1	60,00	120,00	180,00	240,00	300,00	360,00	420,00	480,00	540,00	600,00
2	30,00	60,00	90,00	120,00	150,00	180,00	210,00	240,00	270,00	300,00
3	20,00	40,00	60,00	80,00	100,00	120,00	140,00	160,00	180,00	200,00
4	15,00	30,00	45,00	60,00	75,00	90,00	105,00	120,00	135,00	150,00
5	12,00	24,00	36,00	48,00	60,00	72,00	84,00	96,00	108,00	120,00
6	10,00	20,00	30,00	40,00	50,00	60,00	70,00	80,00	90,00	100,00
7	8,57	17,14	25,71	34,28	42,86	51,43	60,00	68,57	77,14	85,71
8	7,50	15,00	22,50	30,00	37,50	45,00	52,50	60,00	67,50	75,00
9	6,67	13,33	20,00	26,67	33,33	40,00	46,67	53,34	60,00	66,67
10	6,00	12,00	18,00	24,00	30,00	36,00	42,00	48,00	54,00	60,00
11	5,45	10,91	16,36	21,82	27,27	32,73	38,18	43,64	49,09	54,55
12	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	35,00	40,00	45,00	50,00
13	4,62	9,23	13,85	18,46	23,08	27,69	32,31	36,92	41,54	46,15
14	4,29	8,57	12,86	17,14	21,43	25,71	30,00	34,29	38,57	42,86
15	4,00	8,00	12,00	16,00	20,00	24,00	28,00	32,00	36,00	40,00
16	3,75	7,50	11,25	15,00	18,75	22,50	26,25	30,00	33,75	37,50
17	3,53	7,06	10,59	14,12	17,65	21,18	24,71	28,24	31,76	35,29
18	3,33	6,67	10,00	13,33	16,67	20,00	23,33	26,67	30,00	33,33
19	3,16	6,32	9,47	12,63	15,79	18,95	22,11	25,26	28,42	31,58
20	3,00	6,00	9,00	12,00	15,00	18,00	21,00	24,00	27,00	30,00
21	2,86	5,71	8,57	11,43	14,29	17,14	20,00	22,86	25,71	28,57
22	2,73	5,45	8,18	10,91	13,64	16,36	19,09	21,82	24,55	27,27
23	2,61	5,22	7,83	10,43	13,04	15,65	18,26	20,87	23,48	26,09
24	2,50	5,00	7,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00	22,50	25,00
25	2,40	4,80	7,20	9,60	12,00	14,40	16,80	19,20	21,60	24,00
26	2,31	4,62	6,92	9,23	11,54	13,85	16,15	18,46	20,77	23,08
27	2,22	4,44	6,67	8,89	11,11	13,33	15,56	17,78	20,00	22,22
28	2,14	4,29	6,43	8,57	10,71	12,86	15,00	17,14	19,29	21,43
29	2,07	4,14	6,21	8,28	10,35	12,41	14,48	16,55	18,62	20,69
30	2,00	4,00	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00	18,00	20,00

5.5. Задачи по расчету: $S_{об}$, $S_{л}$, t , $РОЛ$, $\Delta L\%$

а) – пройденного судном расстояния ($S_{об}$) заданной скоростью ($V_{об}$) за назначенное время (t)

Дано \ № зад.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_{об}$, уз =	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	13,0	14,0	15,0	16,0
t , мин =	23	34	48	52	42	27	37	29	22	17
$S_{об}$, мили?	2,7	4,5	7,2	8,7	7,7	5,4	8,0	6,8	5,5	4,5

б) – пройденного судном расстояния ($S_{л}$) по показаниям лага ($РОЛ = ОЛ_2 - ОЛ$) и известной поправке лага ($\Delta L\%$)

Дано \ № зад.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$РОЛ$ =	4,2	5,5	7,0	7,5	8,4	10,0	9,0	7,8	6,7	5,5
$\Delta L\%$ =	+7	+6	+5	+4	+3	-3	-4	-5	-6	-7
$S_{л}$, мили?	4,5	5,8	7,3	7,8	8,6	9,7	8,7	7,4	6,3	5,1

в) – необходимого времени (t) для прохождения заданного расстояния (S) заданной скоростью ($V_{об}$)

Дано \ № зад.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S , мили=	1,1	2,2	3,5	4,6	7,5	21,0	19,0	15,0	12,0	6,5
$V_{об}$, уз =	11,0	13,0	14,0	15,0	16,0	23,0	21,0	20,0	19,0	17,0
t , мин.?	6	10	15	18	28	55	54	45	38	23

з) – разности отсчетов лага ($РОЛ$) при прохождении судном заданного расстояния (S) и известной поправке лага ($\Delta L\%$)

Дано \ № зад.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
S , мили=	1,6	1,9	5,3	7,6	10,0	12,4	13,6	14,7	15,8	16,9
$\Delta L\% =$	-5	-6	-7	-6	-5	+7	+6	+5	+4	+3
$РОЛ$?	1,7	2,0	5,7	8,1	10,5	11,6	12,8	14,0	15,2	16,4

д) – значений поправки лага на режиме ($\Delta L\%$) по результатам испытаний на визуальной мерной линии (3 пробега и расстояние между секущими створами – 3,0 мили)

Дано \ № зад.	1		2		3		4		5	
	$ОЛ_1$	$ОЛ_2$	$ОЛ_1$	$ОЛ_2$	$ОЛ_1$	$ОЛ_2$	$ОЛ_1$	$ОЛ_2$	$ОЛ_1$	$ОЛ_2$
Пробег										
1	19,2	22,5	06,0	09,0	13,2	16,0	52,0	55,2	16,2	19,1
2	23,0	26,2	10,0	13,1	17,8	20,7	57,0	60,1	20,1	23,0
3	27,0	30,3	14,8	17,9	21,4	24,2	61,2	64,4	24,0	26,8
$\Delta L\% = ?$	-7,7		-2,3		+5,3		-4,7		+4,4	

Дано \ № зад.	6		7		8		9		10	
	$ОЛ_1$	$ОЛ_2$	$ОЛ_1$	$ОЛ_2$	$ОЛ_1$	$ОЛ_2$	$ОЛ_1$	$ОЛ_2$	$ОЛ_1$	$ОЛ_2$
Пробег										
1	86,0	88,8	84,0	87,1	18,2	21,0	92,0	95,1	13,0	16,1
2	90,0	92,7	88,8	91,9	22,0	24,9	96,6	99,7	17,5	20,7
3	93,3	96,0	93,6	96,8	25,8	28,7	101,0	104,2	22,0	25,2
$\Delta L\% = ?$	+10,2		-3,9		+4,4		-3,8		-5,4	

Выводы

1. За единицу длины в судовождении принята **стандартная морская миля, равная 1852 метра** и соответствующая 1' дуги меридиана в широте 45° .
2. За единицу скорости в судовождении принят **1 узел = 1 миля/час**.
3. Скорость хода судна измеряется специальными приборами – **лагами**.
4. Определение скорости хода судна, поправок его лага производится на специальном полигоне – **мерной линии**.
5. По результатам испытаний на мерной линии составляются:
 - график соответствия скорости хода судна частоте вращения движителей;
 - график соответствия поправки лага скорости хода судна.
6. Пройденное судном расстояние определяется по показаниям счетчика лага с учетом его поправки (коэффициента).

ГЛАВА 6. МОРСКИЕ НАВИГАЦИОННЫЕ КАРТЫ В ПРОЕКЦИИ МЕРКАТОРА

6.1. Требования к морской навигационной карте

Морская навигационная карта → незаменимое руководство для плавания. С их помощью судоводитель еще до выхода судна в море изучает район плавания, намечает наиболее безопасный и выгодный маршрут.

Во время плавания на таких картах ведут **навигационную прокладку** пути судна по счислению, корректируют ее **обсервациями**, непрерывно следят за **навигационной безопасностью** плавания судна.

С помощью морских навигационных карт и судового журнала **выясняют все обстоятельства плавания** и устанавливают характер действия лиц, ответственных за управление судном.

Именно морская навигационная карта **является основным юридическим документом** при судебном разбирательстве причин навигационной аварии или столкновения судна.

Ни один международный договор либо соглашение по вопросам судоходства, рыболовства, установления морских государственных и других границ не могут быть разработаны без использования морских карт.

6.1.1. Морская карта. Требования к ее содержанию и оформлению

Карта – уменьшенное изображение земной поверхности или отдельных ее участков на плоскости, выполненное по определенному математическому закону.

Морская карта – графическое изображение на плоскости (бумаге) водных районов Земли и прилегающих к ним участков суши, выполненное в определенной картографической проекции и определенном **масштабе**.

На морских картах элементы **морской обстановки** изображены с особой подробностью, а остальные элементы носят подчиненный характер или вовсе опущены.

Морская карта служит основным пособием для плавания судна и предназначена для обеспечения мореплавания и использования природных ресурсов. На ней условными знаками обозначены берега, глубины, навигационные опасности, СНО, помогающие определению места судна в море.

Морские карты предназначены для графического решения задач судовождения, изучения района плавания, получения наглядного представления о местности и физико-географических, гидрологических и специальных сведений по данному району.

Морские карты должны удовлетворять следующим требованиям по содержанию и оформлению:

- обеспечивать удобство и простоту графических построений;
- обладать геометрической точностью, соответствующей их назначению;
- наиболее полно отображать элементы морской обстановки и побережья;
- иметь достоверные элементы морской и общегеографической обстановки;
- быть удобными для использования в стесненных судовых условиях.

Большинство наносимых на карту объектов рисуются условными знаками (опасности, средства их ограждения, СНО, глубины, **изобаты**, створы, фарватеры и др.) и судоводитель обязан знать значение этих условных знаков и уметь «читать» карту.

6.1.2. Масштаб карты

Чтобы изобразить тот или иной участок земной поверхности на карте, необходимо предварительно уменьшить его размеры. Для удобства введено понятие **условный глобус**, т.е. глобус, подобный земному эллипсоиду, степень уменьшения которого называется **общим** или **главным масштабом карты**. Карта же изображает земную поверхность или часть ее уже с условного глобуса в масштабе 1:1.

Вследствии наличия искажений в картографии различают **главный масштаб** (μ_0) и **частный масштаб** (μ).

Масштабом в данной точке карты называется отношение бесконечно малого отрезка (ds), взятого около данной точки по данному направлению, к горизонтальной проекции соответствующего ему отрезка на местности (ds_0).

Главный масштаб характеризует общее уменьшение изображения, а частный масштаб характеризует степень уменьшения только в данной точке карты. Отношение частного масштаба в данной точке по данному направлению к главному масштабу называется **увеличением масштаба** и характеризует степень искажения проекции или масштаб карты по отношению к условному глобусу:

$$c = \frac{\mu}{\mu_0} = \frac{ds}{ds_0} \quad (6.1)$$

Увеличение масштаба характеризует изменение частного масштаба и представляет собой множитель, на который нужно умножить главный масштаб, чтобы получить частный:

$$\mu = c \cdot \mu_0 \quad \text{или} \quad c = \frac{\mu}{\mu_0} \quad (6.2)$$

Чем ближе увеличение масштаба (c) к единице во всех точках карты, тем лучше и совершеннее выбранная для данной карты проекция.

Разность между увеличением масштаба (c) и единицей (1) называется относительным искажением длин или просто **искажением длин**:

$$\vartheta = c - 1 = \frac{\mu}{\mu_0} - 1 = \frac{\mu - \mu_0}{\mu_0} \quad (6.3)$$

Например: если $\mu_0 = 1:500.000$, а $\mu = 1:434.780$, то $c = 1,15$ а, $v = +15\%$. Таким образом, действительное расстояние на местности, соответствующее данному отрезку карты (5 см), будет равно не 25 км, а 21,739 км. (25 км :1,15).

На картах масштаб выражается в двух видах: **численном** и **линейном**.

Численным или числовым масштабом называется отношение данной линии на условном глобусе к длине соответствующей ей линии на местности. Числовой масштаб изображается в виде дроби: 1/50.000; 1/750.000 и т.д.; знаменатель показывает, какова степень уменьшения длин на условном глобусе. Числовой масштаб может быть задан и в таком виде:

$$1 : 100.000; 1 : 250.000; 0,000001; 0,00004 \text{ и т.д.}$$

При графической работе на карте применяется **линейный масштаб**, показывающий число единиц, принятых для измерения длин на местности (км, мили), содержащихся в единице, принятой для измерения длин на карте (мм, см.)

На МНК в проекции Меркатора линейный масштаб разбивается вдоль боковых рамок карты. На топографических и географических картах линейный масштаб изображается в виде короткой шкалы под нижней рамкой карты.

Масштаб на МНК в проекции Меркатора, оставаясь постоянным по всем направлениям в любой точке, меняется от точки к точке с изменением широты. На главной параллели увеличение масштаба равно единице и искажения длин отсутствуют. Частный масштаб в любой точке карты равен увеличению масштаба.

Значения экваториального масштаба по масштабу и широте главной параллели \rightarrow из табл. 6.1.

Таблица предназначена для перевода масштабов по главным параллелям указанным на картах в проекции Меркатора в экваториальный масштаб и рассчитана по формуле:

$$C_{\text{экс}} = C_{\text{гп}} \cdot \text{sec}\varphi_{\text{гп}} \quad (6.4)$$

где $C_{\text{экс}}$ – знаменатель масштаба карты, приведенного к экватору;

$C_{\text{гп}} (C_0)$ – знаменатель масштаба карты по главной параллели;

$\varphi_{\text{гп}} (\varphi_0)$ – широта главной параллели

Например: для $C_{\text{гп}} = 200.000$ и $\varphi_{\text{гп}} = 44^\circ \rightarrow C_{\text{экс}} = 278.033$.

Таблица 6.1.

Широта главной параллели	Знаменатель масштаба карты по главной параллели					
	50.000	100.000	200.000	300.000	500.000	1.000.000
0°		100.000	200.000	300.000	500.000	1.000.000
25°	55.169	110.338	220.676	331.013	551.689	1.103.378
30°	57.735	115.470	230.940	346.410	577.350	1.154.701
40°	65.270	130.541	261.081	391.622	652.704	1.305.407
42°	67.282	134.563	269.127	403.690	672.816	1.345.633
44°	69.508	139.016	278.033	417.049	695.082	1.390.164
52°	81.213	162.427	324.854	487.281	812.135	
59°	97.080	194.160	388.321	582.481	970.802	
60°	100.000	200.000	400.000	600.000	1.000.000	
66°	122.930	245.859	491.719	737.578	1.229.297	
69°	139.521	279.043	558.086	837.129	1.395.214	
70°	146.190	292.380	584.761	877.140	1.461.902	
75°	193.185	386.370	772.741	1.159.111		
80°	287.939	575.877	1.151.754			

6.1.3. Классификация морских карт

1. Морские навигационные карты → разновидность морских карт, главным содержанием которых являются элементы навигационно-гидрографической обстановки и предназначены для обеспечения навигационной безопасности плавания судов: подразделяются на *общие навигационные* и *специальные*.

Общие навигационные карты предназначены для ведения графического счисления пути судна и определения его места в море, ориентировки в навигационной обстановке и графического решения ряда задач.

По масштабу общие навигационные карты делятся на:

- **Генеральные карты** (М 1:5.000.000 ÷ М 1:500.000). Служат для общего изучения условий плавания в большом водном районе, для выполнения **предварительной прокладки** пути судна.
- **Путевые карты** (М 1:500.000 ÷ М 1:100.000). Служат для обеспечения плавания вдоль побережий на значительном удалении от берега и подхода к берегу (в некоторых случаях).
- **Частные карты** (М 1:75.000 ÷ М 1:50.000). Служат для обеспечения плавания вблизи берегов, для подхода к берегу и плавания в стесненных навигационных условиях и в **узкости**.
- **Навигационные морские планы** (М 1:25.000 ÷ М 1:1.000). Служат для обеспечения входа в порты, гавани, на рейды; плавания на акватории этих районов и постановки на якорь.

Специальные навигационные карты предназначены для определения места судна по данным современных РТС (**фазовые** и импульсно-фазовые РНС и др.). На такой карте наносятся сетки изолиний радионавигационных параметров, упрощающие и убыстряющие процесс определения места по этим системам. (М 1:3.500.000 ÷ М 1:100.000).

К специальным относятся и навигационные карты для плавания судов в особых условиях (шхеры, узкости и др.).

2. Морские вспомогательные и справочные карты.

Вспомогательные карты предназначены для ведения навигационной прокладки вдали от берегов, определения места с помощью РТС, различных графических построений и расчетов (карты-сетки, бланковые и др.).

Справочные карты предназначены для изучения физико-географических, гидрометеорологических и других элементов обстановки, которых нет на общих навигационных картах (обзорные, грунтов, часовых поясов, элементов земного магнетизма и др.).

К морским навигационным картам также относятся:

- **Промысловые карты**, на которые дополнительно наносятся:
 - районы, непригодные для тралового лова;
 - места возможного задевания рыболовных тралов;
 - сведения из промысловых характеристик района;
 - сетки квадратов и пр.
- **Речные карты** предназначены для обеспечения плавания по судоходным рекам, каналам, водохранилищам (М 1:5.000 ÷ М 1:500.000). Более подробно → см. п. 9.1.

6.1.4. Требования, предъявляемые к морской навигационной карте

Для графического учета плавания судна на навигационной карте ведется прокладка его пути, а также прокладываются направления на различные ориентиры. Для удобства пользования навигационной картой необходимо, чтобы линия курса изображалась на карте прямой линией. Курс и пеленг определяются на поверхности Земли как углы между меридианом и направлением ДП судна или направлениями на выбранные для пеленгования объекты. Углы на картографической проекции, применяемой в навигации, должны быть равны углам на поверхности Земли.

Отсюда и два основных требования к навигационной карте:

- линия курса судна – **локсодромия** – должна изображаться на карте прямой линией;
- картографическая проекция должна быть **равноугольной**.

Если курс судна будет 0° или 180° , то линия курса совпадает с меридианом, значит, меридианы должны быть прямыми линиями.

Если курс судна будет 90° или 270° , то линия курса совпадает с параллелью (или экватором), значит и параллели (и экватор) должны быть тоже прямыми линиями.

Чтобы линия курса пересекала различные меридианы под равными углами необходимо, чтобы все меридианы на карте были параллельны.

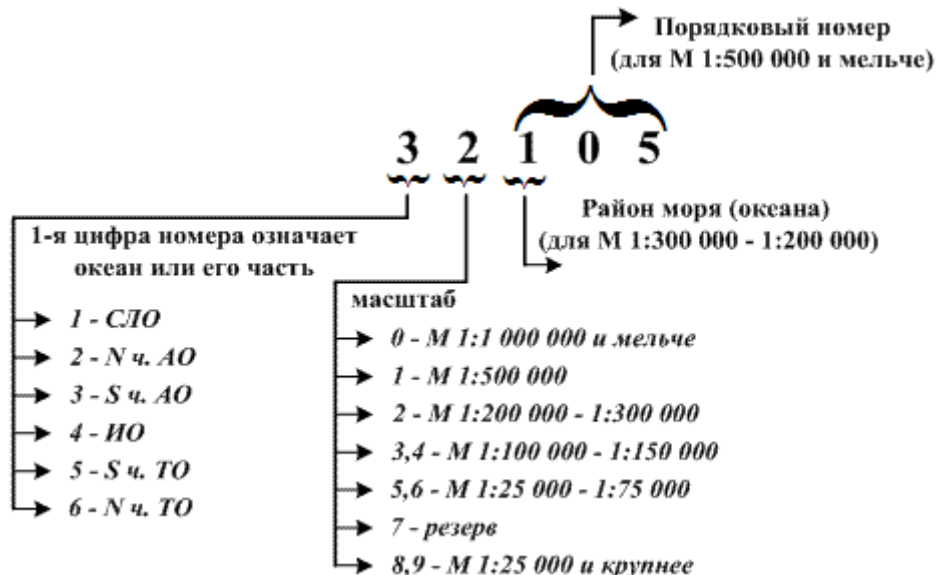
Все параллели на карте также будут параллельны.

И все меридианы будут перпендикулярны параллелям и экватору.

Картографическая проекция, удовлетворяющая поставленным требованиям – **проекция голландского картографа Герарда Кремера (1594), носившем латинское имя Меркатор. Предложена в 1569 г.**

Эта, предложенная Меркатором, проекция относится к разряду нормальных **цилиндрических проекций** и применяется до нашего времени.

6.1.5. Система адмиралтейских номеров морских навигационных карт



6.2. Принцип построения проекции Меркатора

6.2.1. Картографические проекции и их классификация

Карта → плоское, искаженное изображение земной поверхности, на котором искажения подчинены определенному математическому закону.

Положение любой точки на плоскости может быть определено пересечением двух координатных линий, которые однозначно соответствовали бы координатным линиям на Земле (φ , λ). Отсюда следует, что для получения плоского изображения земной поверхности нужно сначала нанести на плоскость систему координатных линий, которая соответствовала бы таким же линиям на сфере. Имея нанесенную на плоскость систему меридианов и параллелей, можно теперь нанести на эту сетку любые точки Земли.

Картографическая сетка → условное изображение географической сетки земных меридианов и параллелей на карте в виде прямых или кривых линий.

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

Картографические проекции по характеру искажений делятся на:

1. **Равноугольные** (конформные) → проекции, не искажающие углов. Сохраняется подобие фигур. Масштаб изменяется с изменением φ и λ . Отношение площадей не сохраняется (о. Гренландия ≈ Африке, $S_{Афр.} \approx 13,8 S_{о.Гренландия}$).
2. **Равновеликие** (эквивалентные) → проекции, на которых масштаб площадей везде одинаков и площади на картах пропорциональны соответствующим площадям в натуре. Равенства углов и подобия фигур не сохраняются. Масштаб длин в каждой точке не сохраняется по разным направлениям.
3. **Произвольные** → проекции, заданные несколькими условиями, но не обладающие ни свойствами равноугольности, ни свойствами равновеликости. **Ортодромическая проекция** → дуга большого круга изображается прямой линией.

Картографические проекции по способу построения картографической сетки делятся на:

1. **Цилиндрические** → проекции, на которых картографическая сетка меридианов и параллелей получается путем проецирования земных координатных линий на поверхность цилиндра, касающегося условного глобуса (или секущего его), с последующей разверткой этого цилиндра на плоскость.
 - **Прямая цилиндрическая проекция** → ось цилиндра совпадает с осью Земли;
 - **Поперечная цилиндрическая проекция** → ось цилиндра перпендикулярна оси Земли;
 - **Косая цилиндрическая проекция** → ось цилиндра расположена к оси Земли под углом отличным от 0° и 90° .
2. **Конические** → проекции, на которых картографическая сетка меридианов и параллелей получается путем проецирования земных координатных линий на поверхность конуса, касающегося условного глобуса (или секущего его), с последующей разверткой этого конуса на плоскость. В зависимости от положения конуса относительно оси Земли различают:
 - **Прямую коническую проекцию** → ось конуса совпадает с осью Земли;
 - **Поперечную коническую проекцию** → ось конуса перпендикулярна оси Земли;
 - **Косую коническую проекцию** → ось конуса расположена к оси Земли под углом отличным от 0° и 90° .
3. **Азимутальные** → проекции, в которых меридианы → радиальные прямые, исходящие из одной точки (центральной), под углами равными соответствующим углам в натуре, а параллели концентрические окружности, проведенные из точки схождения меридианов (**ортографические, внешние, стереографические, центральные, полярные, экваториальные, горизонтные**).

6.2.2. Меркаторская проекция

Предложенная Меркатором проекция относится к разряду нормальных цилиндрических равноугольных проекций.

Карты, построенные в этой проекции, называются меркаторскими, а проекция **проекция Меркатора** или **меркаторская проекция**.

В меркаторской проекции все меридианы и параллели прямые и взаимноперпендикулярные линии, а линейная величина каждого градуса широты постепенно увеличивается с возрастанием широты, соответственно растягиванию параллелей, которые все в этой проекции по длине равны экватору.

Проекция Меркатора по **характеру искажений относится к классу равноугольных**.

Для получения морской навигационной карты в проекции Меркатора условный глобус помещают внутрь касательного цилиндра таким образом, чтобы их оси совпали.

Затем проецируют из центра глобуса меридианы на внутренние стенки цилиндра. При этом все меридианы изобразятся прямыми, параллельными между собой и перпендикулярными экватору линиями. Расстояния между ними равны расстояниям между теми же меридианами по экватору глобуса. Все параллели растянутся до величины экватора. При этом параллели, ближайšie к экватору, растянутся на меньшую величину и по мере удаления от экватора и приближения к полюсу величина их растяжения увеличивается.

Закон растяжения параллелей (рис. 6.1).

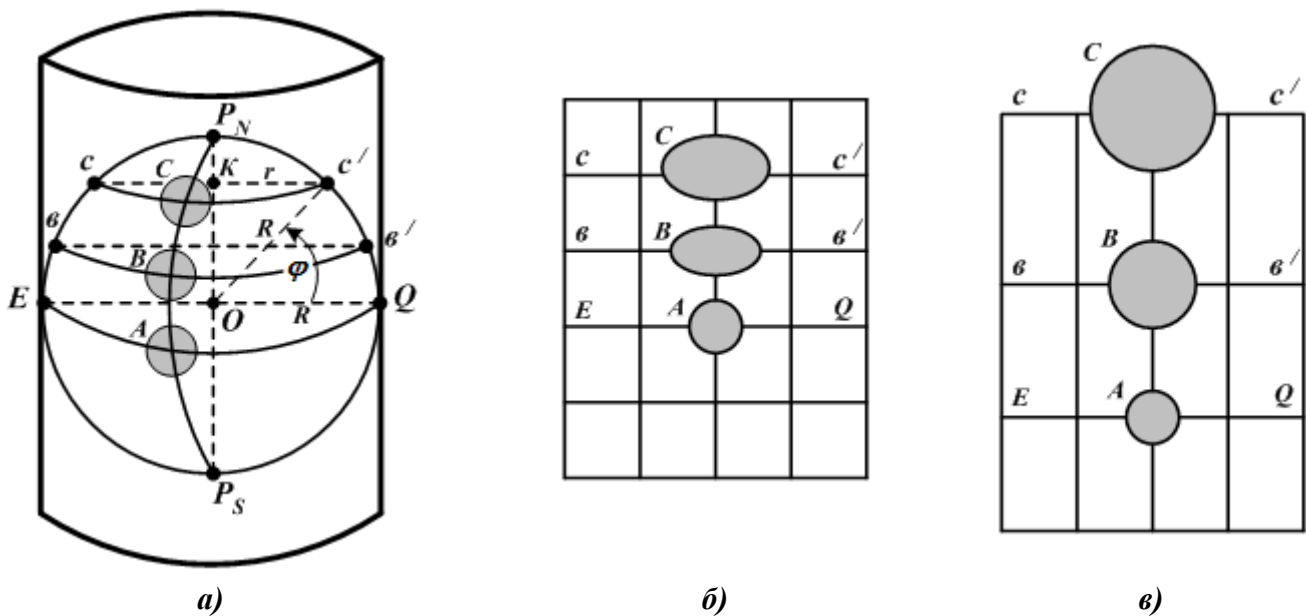


Рис. 6.1. Закон растяжения параллелей

R и r – радиус Земли и произвольной параллели (CC').

φ – широта произвольной параллели (CC').

Из прямоугольного треугольника $OC'K$ получим:

$$R = r \cdot \sec\varphi \quad (6.5)$$

Обе части равенства умножим на 2π , получим:

$$2\pi \cdot R = 2\pi \cdot r \cdot \sec\varphi \quad (6.6)$$

где $2\pi \cdot R$ – длина экватора;

$2\pi \cdot r$ – длина параллели в широте φ .

Следовательно, длина экватора равна длине соответствующей параллели, умноженной на секанс широты этой параллели. Все параллели, удлиняясь до длины экватора, **растягиваются пропорционально $\sec\varphi$** .

Разрезав цилиндр по одной из образующих, и развернув его на плоскость, получим сетку взаимно перпендикулярных меридианов и параллелей (рис. 6.1б).

Эта сетка не удовлетворяет требованию равноугольности, т.к. изменились расстояния между меридианами по параллели, ибо каждая параллель растянулась и стала равной длине экватора. В результате фигуры с поверхности Земли перенесутся на сетку в искаженном виде. Углы в природе не будут соответствовать углам на сетке.

Очевидно, для того, чтобы не было искажений, т.е. чтобы сохранить на карте подобие фигур, а следовательно, и равенство углов, необходимо все меридианы в каждой точке растянуть на столько, на сколько растянулись в данной точке параллели, т.е. пропорционально $\sec\varphi$. При этом эллипс на проекции вытянется в направлении малой полуоси и станет кругом, подобным острову круглой формы на поверхности Земли. Радиус круга станет равным большой полуоси эллипса, т.е. будет в $\sec\varphi$ раз больше круга на поверхности Земли (рис. 6.1в).

Полученная таким образом картографическая сетка и проекция будут полностью удовлетворять требованиям, предъявленным к морским навигационным картам, т.е. проекцией Меркатора.

6.3. Уравнение проекции Меркатора

Покажем, что прямая линия на карте в меркаторской проекции действительно представляет собой локсодромию.

Локсодромия → кривая, пересекающая все меридианы под одним и тем же углом K (рис. 6.2).

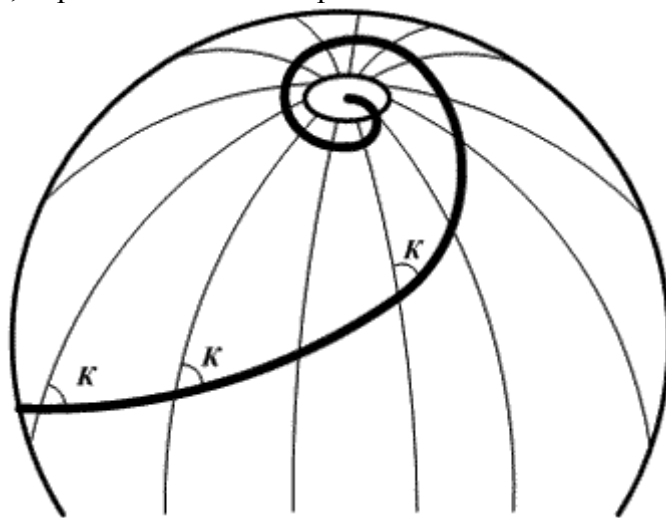


Рис. 6.2. Локсодромия на земном шаре

Судно, совершающее плавание постоянным курсом, перемещается именно по локсодромии.

Уравнение локсодромии на поверхности эллипсоида имеет вид:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \operatorname{tg} K \cdot \left[\ln \operatorname{tg} \cdot \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_2}{2} \right) \cdot \left(\frac{1-e-\sin \varphi_2}{1+e-\sin \varphi_2} \right)^{1/2} - \ln \operatorname{tg} \cdot \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_1}{2} \right) \cdot \left(\frac{1-e-\sin \varphi_1}{1+e-\sin \varphi_1} \right)^{1/2} \right] \quad (6.7)$$

Если пренебречь сжатием эллипсоида и приняв Землю за шар, то уравнение локсодромии примет вид:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \operatorname{tg} K \cdot \left[\ln \operatorname{tg} \cdot \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_2}{2} \right) - \ln \operatorname{tg} \cdot \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_1}{2} \right) \right] \quad (6.8)$$

Из формулы (6.8) выводятся следующие свойства локсодромии:

- – при $K = 0^\circ (180^\circ)$ → локсодромия совпадает с меридианом;
- – при $K = 90^\circ (270^\circ)$ → локсодромия совпадает с параллелью, а при $\varphi = 0^\circ$ – с экватором;
- – при любых других K – локсодромия является логарифмической спиралью, стремящейся к полюсу, но никогда его не достигающей;
- – локсодромия своей выпуклостью обращена к экватору.

Длину и направление локсодромии по известным координатам точек вычисляют по формулам аналитического числения.

Напишем уравнение прямой, проходящей через т. $A (X_0, Y_0)$ наклонно к оси X под углом K равным курсу (рис. 6.3).

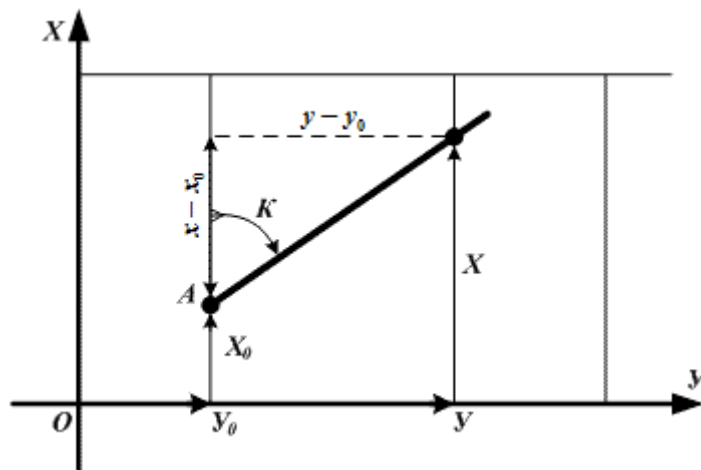


Рис. 6.3. Уравнение прямой

$$(Y - Y_0) = (X - X_0) \cdot \operatorname{tg} K \quad (6.9)$$

Подставим в полученное уравнение (6.9) вместо X и Y их выражения через φ и λ , принимая для простоты Землю за шар:

$$Y = a \cdot \lambda \quad (6.10)$$

где a – коэффициент пропорциональности определяющий расстояния между меридианами.

$$X = MЧ = a \cdot \ln \operatorname{tg} \cdot \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) \quad (6.11)$$

Тогда:

$$(\lambda - \lambda_0) = \operatorname{tg} K \cdot \left[\ln \operatorname{tg} \cdot \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2}\right) - \ln \operatorname{tg} \cdot \left(45^\circ + \frac{\varphi_0}{2}\right) \right] \quad (6.12)$$

Это уравнение показывает, что прямая линия на меркаторской проекции действительно представляет собой локсодромию.

Таким образом, проводя на меркаторской проекции параллели в расстоянии $MЧ$ от экватора, удовлетворяются оба требования, предъявляемые к морской навигационной карте.

6.4. Единицы длины на карте меркаторской проекции

Из принципа построения меркаторской проекции видно, что все параллели картографической сетки вытягиваются пропорционально $\sec \varphi$ и для сохранения равноугольности все меридианы этой сетки должны быть растянуты, в свою очередь, пропорционально растяжению параллелей, т.е. в $\sec \varphi$ раз.

Чтобы построить картографическую сетку, удовлетворяющую требованию равноугольности, и учесть растяжение меридианов на величину $\sec \varphi$ надо практически знать удаление по меридианам каждой параллели от экватора.

Удаление параллелей от экватора обычно выражается в **экваториальных милях**, так как экватор не испытывает растяжения и экваториальная миля \rightarrow величина $const$.

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

Если принимать Землю за шар, то $MЧ$ вычисляется по формуле:

$$MЧ = 7915,705 \cdot \lg \left[\operatorname{tg} \cdot \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \right]. \quad (6.13)$$

Для сфероида надо учесть сжатие Земли и формула для $MЧ$ примет вид:

$$MЧ = 7915,705 \cdot \lg \left[\operatorname{tg} \cdot \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \cdot \left(\frac{1 - e \cdot \sin \varphi}{1 + e \cdot \sin \varphi} \right)^{\frac{e}{2}} \right]. \quad (6.14)$$

где $e = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$ \rightarrow эксцентриситет эллипсоида вращения;

a, b \rightarrow большая и малая полуоси земного эллипсоида.

Вычисленные по формуле (6.14) $MЧ$ для эллипсоида даны в табл. 26 «МТ-75» (с. 280-287) в экваториальных милях с точностью до 0,1 по аргументу φ с интервалом в 1' или в табл. 2.2 & «МТ-2000» (с. 314-321) → см. табл. 6.2.

Меридиональные части (выдержка)

Таблица 6.2.

Широта														
'	0°	1°	2°	3°	...	11°	12°	13°	...	44°	45°	...	89°	'
$MЧ$, экв. мили														
0	0,0	59,6	119,2	178,9	...	659,7	720,5	781,6	...	2929,8	3013,6	...	16276,5	0
1	1,0	60,6	120,2	179,9	...	660,7	721,6	782,6	...	2931,2	3015,1	...	16334,3	1
2	2,0	61,6	121,2	180,9	...	661,7	722,6	783,6	...	2932,6	3016,5	...	16393,0	2
:	:	:	:	:	...	:	:	:	...	:	:	...	:	:
58	57,6	117,2	176,9	236,6	...	718,5	779,6	840,9	...	3010,8	3096,1	...	27969,0	58
59	58,6	118,2	177,9	237,6	...	719,5	780,6	841,9	...	3012,2	3097,5	...	30351,9	59
'	0°	1°	2°	3°	...	11°	12°	13°	...	44°	45°	...	89°	'

(более подробно см. табл. 24.5).

Разность меридиональных частей (РМЧ) → расстояние по меридиану на проекции Меркатора между двумя параллелями, выраженное в экваториальных милях.

Меркаторская миля → РМЧ двух параллелей, отстоящих друг от друга на 1'.

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

Длина меркаторской мили изменяется с широтой (φ) пропорционально $\sec\varphi$ несмотря на то, что величина морской мили остается во всех широтах постоянной.

Если в $\varphi = 0^\circ$ меркаторская миля изображается отрезком, равным экваториальной миле, то в $\varphi = 60^\circ$ она изобразится отрезком, равным 2-м экваториальным милям. То есть → измерять расстояния на карте в проекции Меркатора по вертикальной рамке в той же средней широте, где лежит измеряемый отрезок.

Единица карты → длина изображения одной экваториальной мили на меркаторской карте, выраженная в линейных мерах (длина изображения 1' дуги параллели в проекции Меркатора).

Единица карты зависит от ее масштаба, который может быть отнесен к экватору или к любой выбранной параллели → **главной параллели**. (см. табл. 6.1)

Построение меркаторской карты начинается с вычисления единицы карты. Если C_0 → главный масштаб по экватору, то единица карты (e) будет:

$$e_{\text{мл}} = \frac{a \cdot \text{arc} 1'}{C_{\text{ЭКВ}}} = \frac{P_0}{C_0} = P_0 \cdot M_0 \quad (6.15)$$

где P_0 – длина 1' дуги главной параллели (φ_0) в мм, (для $\varphi_0 = 60^\circ \rightarrow P_0 = 0,502.168$ (из табл. 6.3) $\cdot 1852.000 = 930.015$)

C_0 – знаменатель главного масштаба карты;

$M_0 = 1/C_0$ – главный масштаб.

Длина минуты дуги меридиана и параллели (из табл. 2.29 «МТ-2000»)

Таблица 6.3.

φ°	Длина минуты меридиана (мили)	Длина минуты параллели (мили)	φ°	Длина минуты меридиана (мили)	Длина минуты параллели (мили)
0	0,995 107	1,001 812	46	1,000 299	0,697 125
2	0,995 119	1,001 206	48	1,000 650	0,671 586
4	0,995 155	0,999 388	50	1,000 999	0,645 221
6	0,995 216	0,996 361	52	1,001 343	0,618 063
8	0,995 300	0,992 127	54	1,001 682	0,590 145
10	0,995 408	0,986 692	56	1,002 013	0,561 499
12	0,995 539	0,980 062	58	1,002 335	0,532 162

14	0,995 692	0,972 244	60	1,002 647	0,502 168
16	0,995 866	0,963 487	62	1,002 947	0,471 554
18	0,996 062	0,953 085	64	1,003 232	0,440 358
20	0,996 277	0,941 764	66	1,003 503	0,408 617
22	0,996 510	0,929 301	68	1,003 758	0,376 370
24	0,996 762	0,915 708	70	1,003 994	0,343 657
26	0,997 030	0,901 003	72	1,004 213	0,310 518
28	0,997 313	0,885 201	74	1,004 410	0,276 995
30	0,997 610	0,868 322	76	1,004 588	0,243 128
32	0,997 919	0,850 385	78	1,004 743	0,208 959
34	0,998 239	0,831 410	80	1,004 876	0,174 530
36	0,998 568	0,811 422	82	1,004 985	0,139 885
38	0,998 906	0,790 442	84	1,005 071	0,105 066
40	0,999 249	0,768 496	86	1,005 132	0,070 117
42	0,999 597	0,745 610	88	1,005 170	0,035 080
44	0,999 947	0,721 810	90	1,005 182	0
45	1,000 123	0,709 577			

Таблица 6.3 позволяет рассчитать для проекции Меркатора единицу карты (e), модули параллелей (v), частные масштабы (M) и линейный масштаб карты (μ).

Если при построении карты масштаб определяется тем условием, чтобы на карту поместился заданный район, то единица карты может быть рассчитана делением длины горизонтальной рамки карты (93 см или 68 см) на PD ($\Delta\lambda$) между крайними меридианами, выраженную в минутах.

Таким образом, сущность построения меркаторской карты состоит в том, что меридианы проводятся на расстояниях, пропорциональных PD ($\Delta\lambda$), с учетом масштаба, а параллели – на расстояниях, пропорциональных $PMЧ$, с учетом того же масштаба. Как PD , так и $PMЧ$ выражены при этом в одних и тех же постоянных единицах – экваториальных милях.

6.5. Построение меркаторской карты

Для построения меркаторской карты необходимо знать:

- ее границы: $\begin{cases} \varphi_N \text{ и } \varphi_S - \text{широту ее северной и южной рамки;} \\ \lambda_{E(W)} \text{ и } \lambda_{E(W)} - \text{долготу ее восточной и западной рамки;} \end{cases}$
- главную параллель карты (φ_0), значение которой зависит от района:
 - для Балтийского моря – $\varphi_0 = 60^\circ$;
 - для Белого моря – $\varphi_0 = 66^\circ$;
 - для Черного моря – $\varphi_0 = 44^\circ$;
 - для открытых частей океанов и морей введены широтные полосы с главной параллелью $0^\circ, 25^\circ, 30^\circ, 40^\circ$; и т.д.
- масштаб по главной параллели или главный масштаб карты (μ_0), который показывает, во сколько раз уменьшено изображение земной поверхности вдоль конкретной (главной) параллели при ее проектировании.

$$\mu_0 = \frac{1}{C_0} \quad (6.16)$$

4. где C_0 – знаменатель главного масштаба (указан в заголовке карты).

- интервалы нанесения на карту параллелей ($\Delta\varphi$) и меридианов ($\Delta\lambda$).

Для расчета карты используются следующие простые формулы (рис. 6.4):

$$\left. \begin{aligned} A &= e \cdot (\lambda_E - \lambda_W) \\ B &= e \cdot (D_N - D_S) \end{aligned} \right\} \quad (6.17)$$

где e – единица карты – длина одной минуты дуги параллели, выраженная в мм в масштабе карты (ф 6.15);

где:

$$p_0 = a \cdot \cos U_0 \cdot \text{arc}1' \quad (6.18)$$

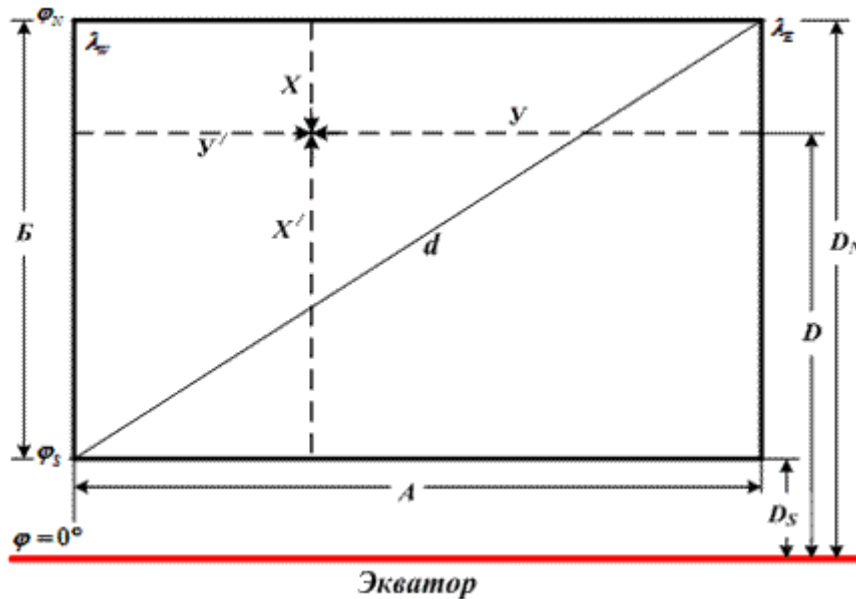


Рис. 6.4. Построение Меркаторской карты

$a = 6\,378\,245$ м;

$U_0 = \varphi_0 - \Delta\varphi$ – приведенная широта главной параллели;

$\Delta\varphi = 5,76' \cdot \sin 2\varphi_0$;

D_N, D_S – меридиональные части северной и южной рамки карты, выбираемые из Картографических таблиц (КТ) или табл. 26 «МТ-75» (с. 280÷287) или табл. 2.28а «МТ-2000» (с. 314÷321).

Для шара:

$$D = 7915,7045 \cdot \lg \left[\text{tg} \cdot \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \right] \quad (6.19)$$

* В КТ (картографических таблицах) приведены готовые значения единиц карты (e) для всех стандартных масштабов.

Для проверки графических построений может быть вычислена диагональ d рамки карты

$$d = \sqrt{A^2 + B^2} \quad (6.20)$$

Для контроля рассчитывают положение параллелей и от северной и от южной рамок карты:

$$\left. \begin{aligned} X_i &= e \cdot (D_i - D_S) \\ X_i' &= e \cdot (D_N - D_i) \end{aligned} \right\} \quad (6.21)$$

С той же целью определяют положение меридианов и от восточной и от западной рамок карты:

$$\left. \begin{aligned} Y_i &= e \cdot (\lambda_i - \lambda_W) \\ Y_i' &= e \cdot (\lambda_E - \lambda_i) \end{aligned} \right\} \quad (6.22)$$

Разности меридиональных частей (РМЧ) и разности долгот рассчитывают в экваториальных минутах.

Контролирующие суммы вычисляют так:

$$\left. \begin{aligned} X_i + X_i' &= B \\ Y_i + Y_i' &= A \end{aligned} \right\} \quad (6.23)$$

В случае, когда интервал между параллелями, полученный по формуле:

$$\Delta\varphi' = \sqrt{\frac{C_N \cdot \operatorname{ctg} \varphi_N}{674}} \quad (6.24)$$

не превышает $\Delta\varphi'$, разбивку сторон рамки между ними можно производить путем линейной интерполяции.

C_N – знаменатель частного масштаба.

Частный масштаб меркаторской карты – масштаб на какой-либо заданной параллели φ .

$$M = \frac{1}{C} = \nu \cdot \frac{1}{C_0} \quad (6.25)$$

где ν – **модуль параллели** – отношение длины l' дуги главной параллели в проекции Меркатора к длине l' дуги параллели заданной широты:

$$\nu = \frac{P_0}{P} = \frac{M}{M_0} = \frac{C_0}{C} \approx \frac{\cos \varphi_0}{\cos \varphi} \quad (6.26)$$

где $C_0 = \nu \cdot C \rightarrow$ знаменатель главного масштаба $M_0 = 1/C_0$

$C = C_0/\nu \rightarrow$ знаменатель частного масштаба $M = 1/C$.

Увеличение масштаба – во сколько раз отличается масштаб на какой-либо параллели от масштаба на главной параллели.

$$c = C_0 \cdot \frac{r}{r_0} = C_0 \cdot \frac{P}{P_0} \quad (6.27)$$

где $r (r_0)$ – радиус какой-либо (главной) параллели;

$p (p_0)$ – длина одной минуты дуги какой-либо (главной) параллели в мм на широте φ

$\varphi (\varphi_0)$ – дается в КТ.

Меркаторская миля – длина изображения одной минуты дуги меридиана (φ) в проекции Меркатора, выраженная в линейных единицах в масштабе карты.

$$1 \text{ меркаторская миля} = \frac{\Delta\varphi}{C_N} \quad (6.28)$$

где C_N – знаменатель частного масштаба на данной широте.

$$1 \text{ меркаторская миля (см)} = \frac{1852 \cdot 10^2}{C_N} \quad (6.29)$$

Линейный морской масштаб (l_φ) – величина, которая показывает, сколько морских миль содержится в 1 см карты, и представляет величину, обратную меркаторской миле.

$$\mu = \frac{10 \cdot C_0}{l} \text{ (число миль в 1 см) или } l_\varphi = \frac{C_N}{1852 \cdot 10^2} \quad (6.30)$$

где $l \rightarrow$ длина l' дуги меридиана (в мм) для главной параллели (φ_0).

Например: для $\varphi_0 = 60^\circ \rightarrow e = 1,002.674$ (из табл. 6.3) $\cdot 1852.000 = 1.856.902$.

6.6. Решение элементарных задач на морской навигационной карте

Работа штурмана на морской навигационной карте связана с решением многих навигационных задач:

- учет перемещения судна;
- нанесение пути встречных судов или их мест по имеемым данным;
- расчеты по обеспечению безопасности плавания судна и т.д.

Несмотря на многообразие задач, решаемых на МНК их все можно свести к элементарным:

1. **Нанесение на карту точки по заданным координатам.**
2. **Снятие координат точки, нанесенной на карту.**
3. **Определение расстояния между двумя точками на карте.**
4. **Проведение линий (направлений) относительно истинного меридиана (ИК, ИП).**
5. **Определение (снятие) направления проложенной на карте линии относительно истинного меридиана.**

А решаются эти задачи так (рис. 6.5).

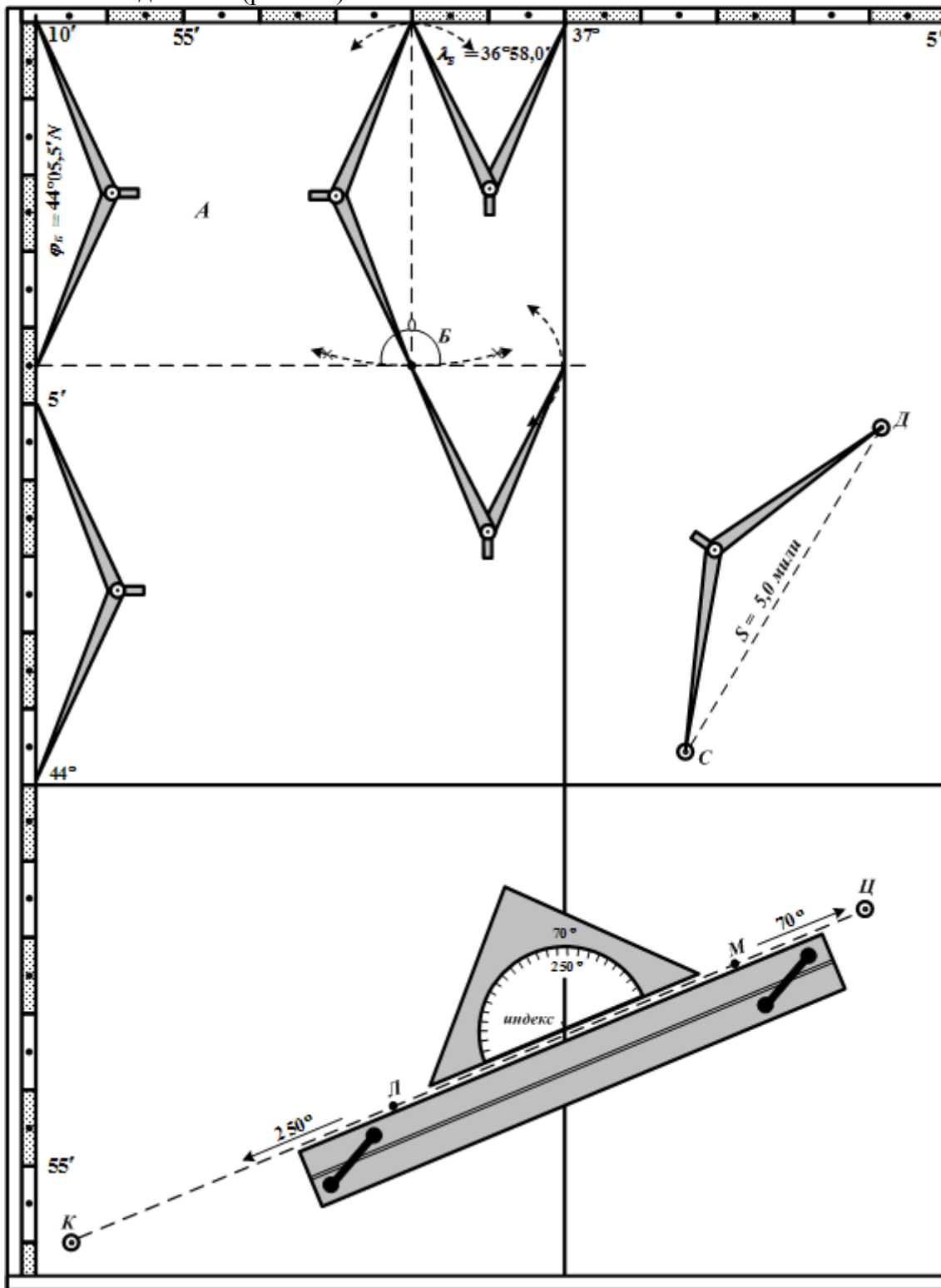


Рис. 6.5. Решение элементарных задач на карте

1. Нанесение на карту точки по заданным координатам (рис. 6.5).

1. – на боковой рамке карты найти значение заданной широты ($\varphi_{зад} = 44^{\circ}05,5'N$) и отметить карандашом;
2. – кромку параллельной линейки установить на ближайшую параллель (44°);
3. – не сбивая установки параллельной линейки подвести одну из ее кромок (верхнюю) к отмеченному значению широты ($44^{\circ}05,5'N$);
4. – с помощью циркуля-измерителя на верхней (или нижней) рамке карты взять значение заданной долготы (одна игла измерителя на ближайший меридиан (37°), а вторая его игла \rightarrow на значение заданной долготы – $36^{\circ}58,0'E$);

5. – не сбивая раствора измерителя подвести его к той кромке параллельной линейки, которая установлена на значение заданной широты ($44^{\circ}05,5'$): одну иглу измерителя \rightarrow на тот же меридиан (37°), а укол второй иглы и укажет положение искомой точки (т. *Б*).
2. **Снятие координат точки, нанесенной на МНК** (рис. 6.5).
 1. – одну ножку (иглу) измерителя поставить в заданную точку на карте (т. *Б*), а второй \rightarrow коснуться ближайшей параллели ($44^{\circ}10'$);
 2. – не сбивая раствора измерителя, перенести его на боковую рамку карты таким образом, чтобы одна ножка (игла) измерителя оказалась на той же параллели ($44^{\circ}10'$), тогда вторая ножка (игла) укажет значение широты точки ($\varphi_B = 44^{\circ}05,5'N$);
 3. – одну ножку (иглу) измерителя поставить в заданную точку на карте (т. *Б*), а второй \rightarrow коснуться ближайшего меридиана ($37^{\circ}E$);
 4. – не сбивая раствора измерителя, перенести его на верхнюю (или нижнюю) рамку карты таким образом, чтобы одна ножка (игла) измерителя оказалась на том же меридиане ($37^{\circ}E$), тогда вторая ножка (игла) укажет значение долготы точки ($\lambda_B = 36^{\circ}58,0'E$).
3. **Определение (снятие) расстояния между двумя точками на МНК** (рис. 6.5).
 1. – одну ножку (иглу) измерителя поставить в первую точку на карте (т. *С*), а другую ножку (иглу) измерителя поставить во вторую точку на карте (т. *Д*);
 2. – не сбивая раствора измерителя, перенести его на боковую рамку карты (не выше и не ниже, а \sim напротив отрезка *СД*) таким образом, чтобы одна ножка (игла) измерителя была бы на кратном отсчете широты ($44^{\circ}00'$ или $44^{\circ}05'$);
 3. – снять значение числа дугowych минут с боковой рамки карты между ножками (иглами) измерителя: $S = 5,0' = 5,0$ мили.
4. **Снятие направления линии, проведенной на карте** (рис. 6.5).
 1. – верхнюю кромку параллельной линейки установить строго по линии *КЦ*, проведенной на карте;
 2. – не сбивая установки параллельной линейки, приложить к ее верхней кромке транспортир штурманский таким образом, чтобы его индекс был строго на меридиане ($37^{\circ}E$);
 3. – по оцифровке транспортира штурманского на этом же меридиане ($37^{\circ}E$) снять значение искомого направления:
 - а. – если линия направлена в первую (или четвертую) четверть (т.е. вверх) – отсчет снимается с верхней оцифровки шкалы транспортира (70°);
 - б. – если линия направлена во вторую (или третью) четверть (т.е. вниз) – отсчет снимается с нижней оцифровки шкалы транспортира (250°).
5. **Проведение заданного направления из заданной точки на МНК** (рис. 6.5).
 1. – верхнюю кромку параллельной линейки установить рядом с заданной на карте точкой примерно по заданному направлению ($\pm 10^{\circ} \div 20^{\circ}$);
 2. – приложить к указанной (верхней) кромке параллельной линейки транспортир штурманский: его индекс – на ближайший меридиан (37°);
 3. – поворачивая все вместе (и параллельную линейку и транспортир штурманский) добиться такого их положения, чтобы и индекс транспортира и заданное значение направления (70°) были бы на одном (том же) меридиане;
 4. – не сбивая положения параллельной линейки, убрать от нее транспортир штурманский, а верхнюю кромку линейки подвести точно в заданную точку (т. *Л*) и карандашом по этой кромке провести линию заданного направления (70° от т. *Л* в т. *Ц* или 250° от т. *М* в т. *К* \rightarrow рис. 6.5).

Примечание:

Для проведения линии из т. *М* в т. *К* \rightarrow заданное направление (250°) \rightarrow на нижней шкале транспортира.

6.7. Примеры решения задач на МНК (по рис. 6.5)

А. Снятие с МНК координат

№ зад.	Точки	Широта (φ)	Долгота (λ)
1	т «Д»	44° 04,7' N	37° 04,2' E
2	т «С»	44° 00,5' N	37° 01,6' E
3	т «Ц»	43° 58,3' N	37° 03,9' E
4	т «К»	43° 54,0' N	36° 53,5' E
5	т «Л»	43° 55,8' N	36° 57,7' E
6	т «М»	43° 57,6' N	37° 02,2' E

Б. Снятие с МНК расстояний между точками

№ зад.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Точки	Б–Д	Б–С	С–Ц	Д–Ц	К–С	К–Л	К–М	К–Ц	К–Б	К–Д
S , мили	6,2	6,2	3,1	6,3	10,3	4,6	9,5	11,3	12,4	15,1

В. Снятие с МНК направлений из точки ... в точку...

№ зад.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
из т... в т...	Б→Д	С→Б	Б→С	С→К	К→Б	Б→К	Д→Ц	Ц→Б	Л→С	М→Д
ИК°	103°	325°	145°	231°	21°	201°	182°	320°	39°	15°

Выводы

- МНК должна удовлетворять следующим требованиям:
 - обеспечивать удобство и простоту графических построений;
 - обладать геометрической точностью, соответствующей ее назначению;
 - наиболее полно отображать элементы морской обстановки и побережья;
 - иметь достоверные элементы морской и общегеографической обстановки;
 - быть удобной для использования в стесненных судовых условиях;
 - чтобы линии курса и пеленга изображались прямой линией;
 - ее картографическая проекция должна быть равноугольной.
- МНК проекции Меркатора относится к разряду нормальных цилиндрических проекций класса равноугольных. Все параллели и меридианы «растянуты» пропорционально $\sec \varphi$.
- Локсодромия* – кривая, пересекающая все меридианы под одним и тем же углом – на МНК проекции Меркатора прямая линия; на глобусе – логарифмическая спираль, обращенная выпуклостью к экватору и стремящаяся к полюсу, но никогда его не достигающая.
- Сущность построения меркаторской карты состоит в том, что меридианы проводятся на расстояниях, пропорциональных $RД$ ($\Delta\lambda$), с учетом масштаба, а параллели – на расстояниях, пропорциональных $РМЧ$, с учетом того же масштаба. Как $РД$, так и $РМЧ$ выражены при этом в одних и тех же постоянных единицах – *экваториальных милях*.

ГЛАВА 7. ГРАФИЧЕСКОЕ СЧИСЛЕНИЕ КООРДИНАТ СУДНА

7.1. Назначение, содержание и сущность счисления

7.1.1. Общие положения. Элементы счисления

Важнейшим условием обеспечения навигационной безопасности плавания судна и решения задач, связанных с использованием его технических средств, является точное знание его текущих (счислимых) координат на любой момент времени.

В современном судовождении одним из основных способов, позволяющих получать текущие координаты относительно поверхности Земли (т.е. относительно дна морей и океанов) является учет перемещения судна.

Перемещение судна относительно морского дна происходит (в основном) под непосредственным воздействием собственных движителей.

Кроме этого на перемещение судна оказывают влияние внешние факторы → ветер и течение.

Для получения текущих (счислимых) координат судна необходимо знать и учитывать следующие элементы счисления:

- исходные (начальные) координаты судна (место судна на якоре, бочке, у причала и др.) широту (φ_1) и долготу (λ_1);
- истинный курс судна (ИК), т.е. исправленный поправкой выработанный курсоуказателем (гироскопом, гироазимутом, магнитным компасом и др.) компасный курс (КК);
- пройденное судном расстояние от исходной точки до заданного времени по показаниям лага ($S_{л}$) или рассчитанного по оборотам движителей ($V_{об}$) и продолжительности плавания (t) → $S_{об}$;
- дрейф судна, вызываемый ветром (направление и скорость ветра, угол дрейфа);
- снос судна течением (направление и скорость течения);
- время плавания от исходной точки до заданного времени

$$t = T_2 - T_1 \quad (7.1)$$

- называемого интервалом счисления.

7.1.2. Счисление пути судна: определение, назначение, сущность и классификация

Определение места судна путем вычисления его текущих (счислимых) координат от известных начальных по курсу, скорости с учетом дрейфа, сноса течением и по времени называется счислением координат судна (счислением пути судна) или сокращенно счислением.

Координаты счислимого места судна называются счислимыми координатами и обозначаются:

- φ_c – счислимая широта;
- λ_c – счислимая долгота.

Счислимое место → место судна, определенное на основе счисления координат его места.

Назначением счисления является ориентирование судна относительно местности с точностью, обеспечивающей навигационную безопасность его плавания.

Линия, по которой фактически перемещается судно под действием движителей, ветра и течения, называется линией пути.

Сущность счисления заключается в том, что 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.

Счисление координат судна классифицируется:

По способу счисления:

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

По степени автоматизации:

- **автоматическое**, производимое с помощью специальных вычислительных машин (автопрокладчик, автосчислитель и др.);
- **обсервационное**, автоматическое счисление, основанное на непрерывном уточнении текущих счислимых координат по внешним ориентирам;
- **ручное**, производимое с помощью графо-аналитических действий, выполняемых вручну или с помощью таблиц.

7.1.3. Требования, предъявляемые к счислению пути судна

К счислению предъявляются следующие требования:

- счисление должно вестись **непрерывно**, чтобы в любой момент времени знать место судна (его текущие координаты) относительно местности;
- счисление должно быть **точным**, чтобы обеспечить навигационную безопасность плавания и решение свойственных данному судну задач;
- счисление должно быть достаточно **простым и наглядным**.

Предпочтительным способом учета перемещения судна является **автоматическое с обязательным ручным графическим счислением**, что, по существу, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к счислению.

Даже при наличии современных навигационных комплексов, в которых процесс счисления полностью автоматизирован и имеет высокую точность, ручное графическое счисление ведется в обязательном порядке для контроля и исключения промахов в случае возникновения неисправностей в приборах.

Ручной графический способ счисления часто называют навигационной прокладкой, хотя последнее → понятие более широкое (+ определение мест и др.).

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

7.2. Графическое счисление координат судна без учета дрейфа и течения

7.2.1. Задачи, решаемые при ручном графическом счислении пути судна

При отсутствии ветра и течения судно перемещается относительно морского дна только под действием собственных движителей.

Если пренебречь рысканием судна (отклонениями рулевого от заданного ему курса) и считать поправку курсоуказателя постоянной, то линия пути судна на навигационной карте изобразится прямой линией, совпадающей с направлением истинного курса.

Путь судна → направление перемещения центра массы судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью истинного меридиана и линией пути судна по часовой стрелке от 0° до 360° (круговая система счета).

Линия пути судна → линия, по которой перемещается центр массы судна относительно дна моря (рис. 7.1).

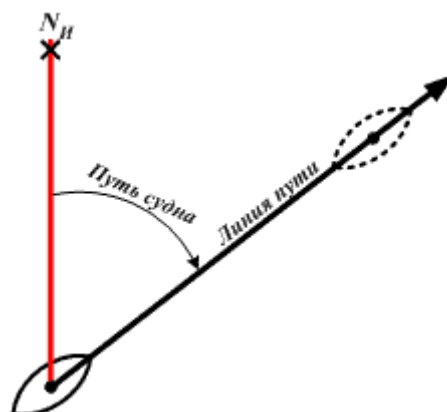


Рис. 7.1. Линия пути и путь судна

При ручном графическом счислении координат судна без учета дрейфа и течения решаются следующие задачи:

- расчет и прокладка истинных курсов;
- расчет и прокладка пройденных судном расстояний;
- учет **циркуляции** – изменения курса судна.

При ведении счисления используются показания приборов:

- репитера **курсоуказателя** (магнитного компаса, гирокомпаса и др.) – *КК*;
- репитера **лага** (значения $V_{\text{д}}$ и $ОЛ$);
- **тахометров** ($N_{\text{об/мин}}$ – число оборотов движителей);
- судовых часов (текущее время).

7.2.2. Требования к оформлению счисления пути судна на карте

При работе на карте все условные обозначения делаются в соответствии с «**Условными обозначениями, применяемыми в судовождении**».

Все положенные надписи и линии выполняются на навигационной карте только **простым (М, ТМ) карандашом**, причем:

1. → **толщина** проводимых линий должна соответствовать толщине нанесенных на карту параллелей и меридианов;
2. → **нажим** должен быть таким, чтобы после стирания линий и надписей на карте не оставалось следов;
3. → все положенные надписи не должны затемнять (накладываться) на графическое изображение пути судна;
4. → **высота** букв и цифр должна быть в $1,5 \div 2$ раза больше высоты цифр, обозначающих на карте глубины, т.е. ~ 3 мм (но не > 5 мм).

За исходную точку начала счисления принимается место судна на якоре (бочке, у причала), определенное по наблюдениям береговых ориентиров или по счислению (рис. 7.2).

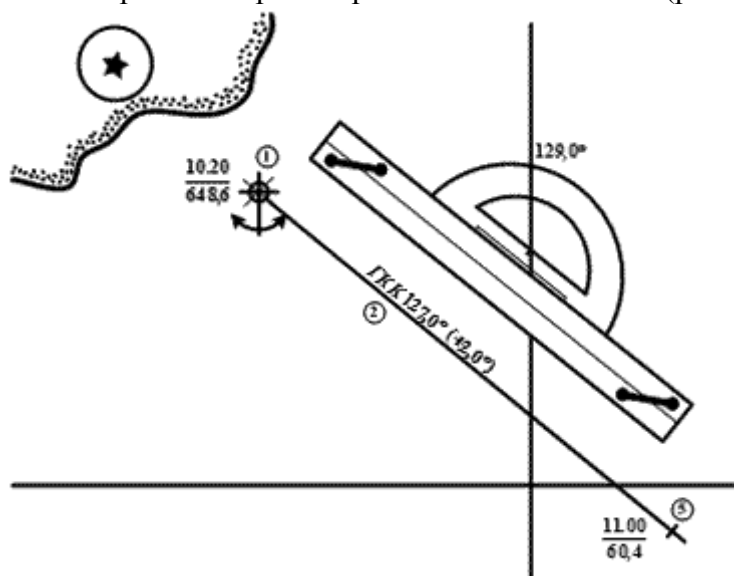


Рис. 7.2. Оформление графического счисления пути судна на путевой карте

1. По счислимым координатам (φ_c , λ_c) наносим место якорной стоянки, около которого на свободном месте записываем время съемки с якоря и полное показание счетчика лага ($ОЛ_0$):

$$\left(\frac{10.20}{648.6} \right) \text{ – время съемки с якоря;}$$
$$\left(\frac{11.00}{60.4} \right) \text{ – полное показание счетчика лага.}$$

Во всех случаях дробная черта записи проводится **по линейке и параллельно параллели**.

2. Из точки якорной стоянки проводим направление линии истинного курса, рассчитанное по формуле:

$$ИК = КК + \Delta К \quad (7.2)$$

где $КК$ – приборный курс по курсоуказателю (его значение задано рулевому);

$\Delta К$ – поправка курсоуказателя от которого транслируется курс на репитеры.

Если курсоуказание идет от гирокомпаса, то

$$ИК = КК_{ГК} + \Delta ГК \quad \text{или} \quad ИК = ГКК + \Delta ГК \quad (7.3)$$

Если курсоуказание идет от магнитного компаса, то

$$ИК = КК_{МК} + \Delta МК \quad (7.4)$$

где

$$\Delta МК = d + \delta \quad (7.5)$$

– поправка магнитного компаса.

Над проведенной из точки якорной стоянки **линией истинного курса (линией пути)** делается надпись:

- $КК$ – сокращенное обозначение компасного курса ($ГКК$, $КК_{ГЛ}$, $КК_{П}$);
- $127,0^\circ$ – значение компасного курса, заданное рулевому (знак равенства между $КК$ и $127,0^\circ$ по правилам не ставится);
- $(+2,0^\circ)$ – величина и знак принятой поправки курсоуказателя указывается в скобках.

Надпись над линией курса позволяет контролировать:

1. → правильность удержания заданного курса ($127,0^\circ$) рулевым;
2. → величину принятой и учитываемой поправки курсоуказателя $(+2,0^\circ)$;
3. → правильность проведения направления линии истинного курса на карте ($129,0^\circ$).

При следовании судна по заданному курсу рулевой регулярно (через каждые 15 минут) сверяет показания курсов по основному курсоуказателю (по $ГК$ или по $ГА$ или др.) и по магнитному компасу с докладом вахтенному капитану (вахтенному помощнику капитана).

Счислимые координаты судна записываются в судовой журнал:

- при съемке судна с якоря (бочки) и при постановке на якорь (бочку);
- при плавании по счислению, 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.

На навигационную карту счислимое место судна наносится:

- в часы, кратные четырем (00, 04 ... 20);
- при изменении судном его курса или скорости;
- при смене штурманской (ходовой) вахты;
- каждый час при плавании судна вблизи берега или в стесненных водах и др. случаях по указанию капитана.

7.2.3. Решение основных задач счисления пути судна на карте

Для нахождения счислимого места на заданное (текущее) время следует (рис. 7.2):

1. → зафиксировать показания судовых часов с точностью до ± 1 минуты (**11,00**);
2. → зафиксировать отсчет лага ($ОЛ_1$) с точностью до 0,1 мили (**60,4**);
3. → рассчитать пройденное судном расстояние по лагу:

$$S_{\text{Л}} = K_{\text{Л}} \cdot \text{РОЛ}; \quad \text{РОЛ} = \text{ОЛ}_1 - \text{ОЛ}_0 \quad (7.6)$$

$$11,8 = 60,4 - 48,6.$$

4. (для $V_{\text{Л}} = 18$ уз. $\rightarrow K_{\text{Л}} = 1,02$) $S_{\text{Л}} = 1,02 \cdot 11,8 = 12,0$ мили.

5. \rightarrow рассчитать пройденное судном расстояние по оборотам его движителей:

$$S_{\text{ОБ}} = V_{\text{ОБ}} \cdot t \quad (7.7)$$

где $V_{\text{ОБ}}$ – скорость хода судна по оборотам его движителей ($V_{\text{ОБ}} = 18,0$);

t – время плавания от исходной точки ($T_0 = 10.20$) до заданной ($T_1 = 11.00$) (40 мин.).

$$7. S_{\text{ОБ}} = 12,0 \text{ мили}$$

$$8. (3 \text{ кб./мин.} \times 40 \text{ мин.} = 120 \text{ кб.} = 12,0 \text{ мили} = 18 \text{ уз.} \times \frac{40 \text{ мин.}}{60} = 12,0 \text{ мили}).$$

9. при условии, что $S_{\text{Л}} = S_{\text{ОБ}} \rightarrow$ отложить его значение (в масштабе карты) от исходной точки по линии истинного курса и нанести счислимое место судна (на 11.00) условным знаком (штрих \perp линии ИК ~ 5 мм).

Рядом со счислимым местом записать дробью $\frac{\text{время}}{\text{отсчет лага}} \left(\frac{11.00}{60,4} \right)$.

При ведении счисления часто возникает необходимость знать время и отсчет лага прихода судна в заданную точку (точку встречи, точку якорной стоянки и т.д.).

Такая точка может быть задана (рис. 7.3):

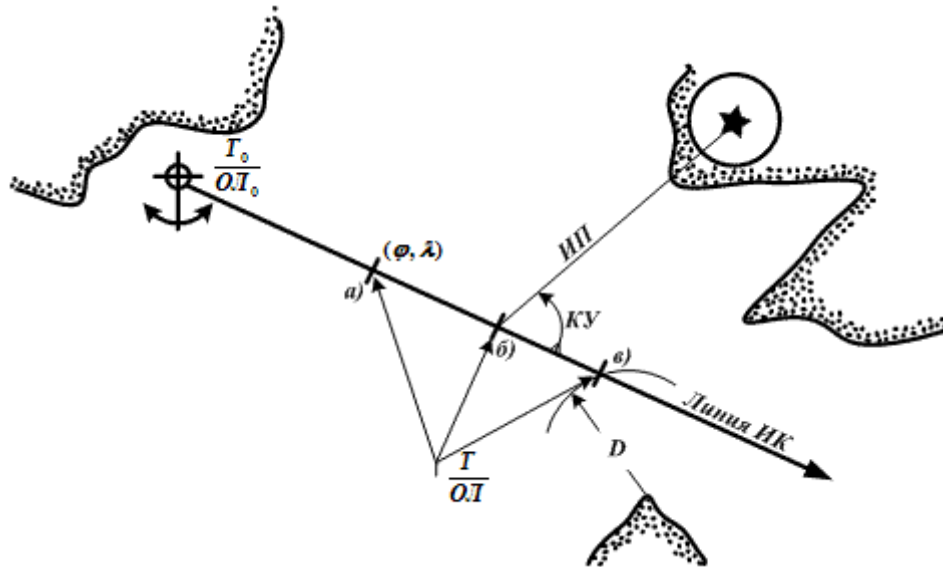


Рис. 7.3. Способы задания на карте заданной точки

- \rightarrow координатами (φ, λ);
- \rightarrow направлением на ориентир (ИП или КУ);
- \rightarrow расстоянием (D) до ориентира и др.

Порядок решения подобной задачи уже рассматривался в главе 5.

Кратко напомним:

- \rightarrow найти заданную точку на линии ИК (a или b или $в$);
- \rightarrow измерить расстояние (S) по линии ИК от исходной точки до заданной;
- \rightarrow рассчитать время, которое нужно, чтобы пройти это S заданной V

$$t = \frac{S}{V_{\text{ОБ}}} ; \quad (7.8)$$

- \rightarrow рассчитать время прихода в заданную точку

$$T = T_0 + t \quad (7.9)$$

5. → рассчитать значение

$$РОЛ = S / K_L \quad (7.10)$$

6. где K_L – коэффициент лага для заданной скорости (V);

7. → рассчитать значение отсчета лага, которое будет на счетчике лага с приходом в заданную точку

$$ОЛ = ОЛ_0 + РОЛ. \quad (7.11)$$

Пока мы рассматривали счисление пути судна для неизменного (постоянного) его курса. Во время плавания судно меняет курс очень часто. Учет изменений курса → в п. 7.3.

7.3. Циркуляция судна и ее графический учет

7.3.1. Циркуляция судна и ее элементы

Если на ходу судна вывести руль из диаметральной плоскости – его нулевого положения, т.е. переложить его на какой-либо угол вправо или влево, то судно начнет описывать на поверхности воды кривую, называемую циркуляцией.

Циркуляцией называется криволинейная траектория, которую описывает центр тяжести судна при изменении курса.

В первом приближении кривая циркуляции представляет собой дугу окружности с определенным диаметром (радиусом), зависящим для данного судна от угла перекадки руля, скорости хода и осадки судна (его загрузки).

Циркуляция судна характеризуется следующими основными элементами (рис. 7.4):

1. **Тактическим диаметром циркуляции.**
2. **Полупериодом циркуляции.**

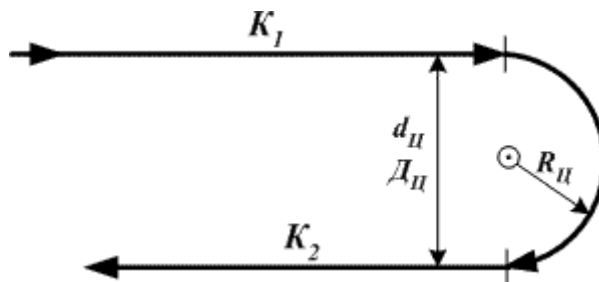


Рис. 7.4. Основные элементы циркуляции судна

Тактическим диаметром циркуляции называется кратчайшее расстояние между линией первоначального курса судна и линией его курса после поворота на 180° измеренное в кабельтовых.

Обозначается как – $d_{Ц}$ или $D_{Ц}$.

Тактический радиус циркуляции – есть половина $d_{Ц}$ ($D_{Ц}$) и обозначается как – $R_{Ц}$.

Полупериод циркуляции → время, в течении которого судно совершает поворот на 180° . Измеряется в минутах и обозначается – t_{180° .

Элементы циркуляции определяются в сроки, предусмотренные руководящими документами по правилам, изложенным в ПОМЭС.

Сторона поворота и угол перекадки руля обозначается:

- при повороте судна вправо – П-5°, П-10° ... П-20° ... П-30°;
- при повороте судна влево – Л-5°, Л-10° ... Л-20° ... Л-30°.

7.3.2. Способы определения элементов циркуляции судна

Рассмотрим некоторые способы определения элементов циркуляции судна.

1. По траверзным расстояниям, измеренным судовой РЛС (рис. 7.5).

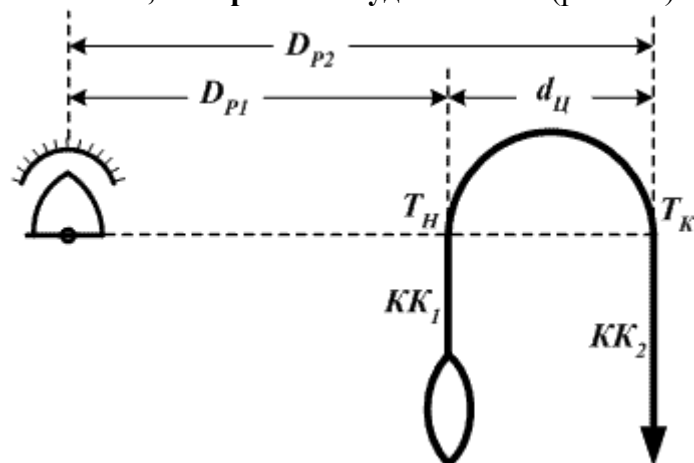


Рис. 7.5. Определение элементов циркуляции судна по траверзным расстояниям

В районе специального буя с РЛП судно развивает необходимую скорость и ложится на курс (KK_1) с расчетом пройти траверз буя в расстоянии $2 \div 3$ кб.

Когда буй окажется на траверзе, подается команда «Ноль!», по которой:

- включается секундомер(ы) – T_H ;
- замеряется по РЛС расстояние до буя (D_{P1});
- руль переключается на заданное число градусов ($\Pi-10^\circ \dots \Pi-20^\circ$) в сторону от буя.

В момент прихода судна на обратный курс ($KK_2 = KK_1 \pm 180^\circ$) снова подается команда «Ноль!», по которой:

- останавливается секундомер(ы) – T_K ;
- повторно замеряется по РЛС расстояние до буя (D_{P2});
- руль отводится на «0» (в ДП).

Рассчитывается:

$$d_{Ц} = D_{P2} - D_{P1} \quad (7.12)$$

$$t_{180^\circ} = T_K - T_H \quad (7.13)$$

2. По створу и горизонтальному углу (рис. 7.6).

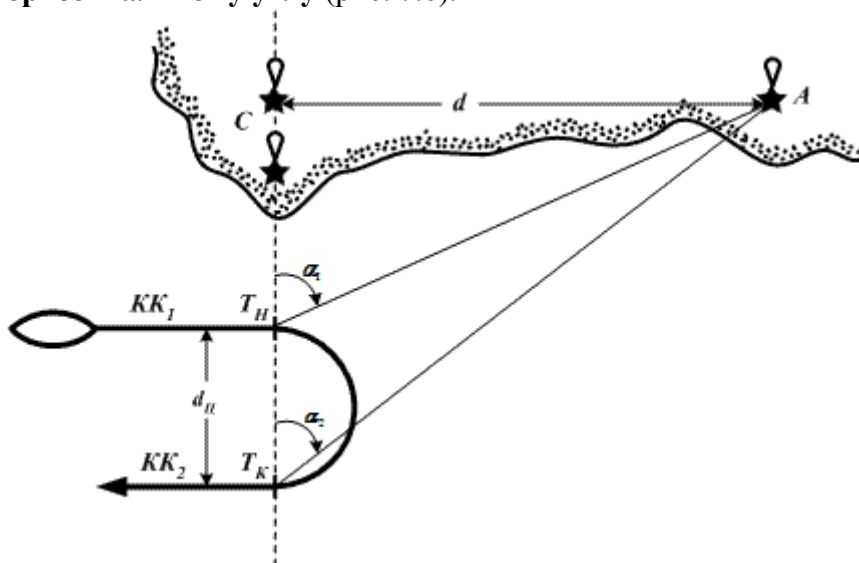


Рис. 7.6. Определение элементов циркуляции судна по створу и горизонтальному углу

Судно развивает заданную скорость и ложится на курс (KK_1), перпендикулярный линии створа C . В момент пересечения линии створа подается команда «Ноль!», по которой:

1. → включается секундомер(ы) → T_H ;
2. → руль переключается на заданное число градусов (П-...° или Л-...°);
3. → навигационным секстаном измеряется горизонтальный угол (α_1) между линией створа C и ориентиром (A).

В момент пересечения линии створа и прихода судна на обратный курс ($KK_2 = KK_1 \pm 180^\circ$) снова подается команда, по которой:

1. → останавливается секундомер(ы) – T_K ;
2. → руль отводится на «0» (в ДП судна);
3. → повторно навигационным секстаном измеряется горизонтальный угол (α_2) между линией створа C и ориентиром (A).

Рассчитывается:

$$d_{II} = d \cdot (\operatorname{ctg}\alpha_2 - \operatorname{ctg}\alpha_1) \quad \text{а} \quad R_u = \frac{d_u}{2} \quad (7.14)$$

где d – длина перпендикуляра, опущенного из т. A на линию створа.

$$t_{180^\circ} = T_K - T_H \quad (7.15)$$

3. По длинам судна (рис. 7.7).

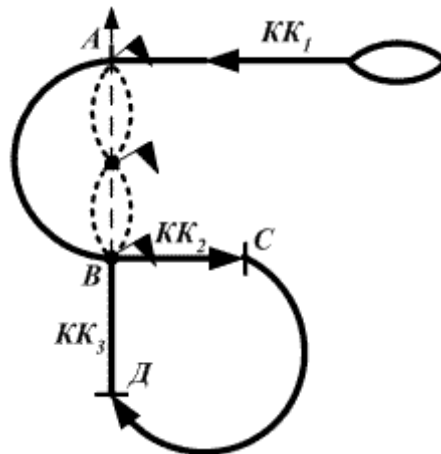


Рис. 7.7. Определение элементов циркуляции по длинам судна

Этот способ основан на измерении расстояния между кильватерным следом до начала циркуляции (KK_1) и кильватерным следом после циркуляции судна на 180° ($KK_2 = KK_1 \pm 180^\circ$).

Есть и другие способы определения элементов поворотливости:

- способ прямых синхронных засечек (2 береговых теодолитных поста);
- с помощью аэрофотосъемки;
- с помощью автопрокладчика (при самом крупном масштабе);
- по гирокомпасу и лагу ($S_{II} = K_{II} \cdot (OL_2 - OL_1)$) и

$$d_{II} = 114,6 \cdot \frac{S_{II}}{\alpha} \quad (7.16)$$

где $114,6 = \frac{360^\circ}{\pi}$

α – угол поворота судна.

Элементы циркуляции определяются для различного положения руля (П или Л $5^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ$).

$V_{л}$, узлы	Угол перекладки руля								
	П (Л) – 10°			П (Л) – 20°			П (Л) – 30°		
	$R_{ц}$, кб.	$t_{180°}$, мин.	$d_{180°}$, мили	$R_{ц}$, кб.	$t_{180°}$, мин.	$d_{180°}$, мили	$R_{ц}$, кб.	$t_{180°}$, мин.	$d_{180°}$, мили
6	8	25	2,5	7	22	2,2	6	19	1,9
9	8	16	2,5	7	15	2,2	6	13	1,9
12	8	12	2,5	7	11	2,2	5	8	1,6
15	7	9	2,2	6	8	1,9	5	6	1,6
18	7	7	2,2	6	6	1,9	5	5	1,6
21	7	6	2,2	6	5	1,9	4	4	1,3
24	6	5	1,9	5	4	1,6	4	3	1,3
27	6	4	1,9	5	4	1,6	4	3	1,3
30	6	3	1,9	5	3	1,6	3	2	0,9

По определенным значениям элементов поворотливости ($d_{ц}$ или $R_{ц}$ и $t_{180°}$) для различных значений скорости хода судна и угла перекладки руля заполняются таблицы циркуляции РТШ и формуляр судна (табл. 7.1)

Примечание: $d_{180°}$ – пройденное судном расстояние на циркуляции.

7.3.3. Графический учет циркуляции при счислении пути судна

При графическом учете циркуляции при счислении пути судна возникают в общем случае 2 частные задачи:

1. Определение (нахождение на навигационной карте) точки окончания поворота при известной точке начала поворота и известному новому курсу.
2. Определение (нахождение на навигационной карте) точки начала поворота для выхода на заданную линию курса.

Рассмотрим решение этих задач.

1. Определение точки окончания поворота (рис. 7.8).

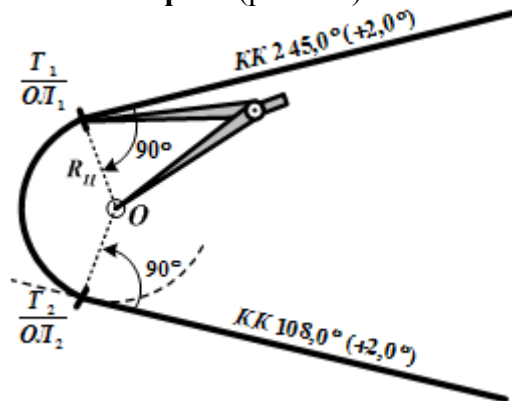


Рис. 7.8. Определение точки окончания поворота

Исходные данные:

1. Линия первоначального курса ($ИК_1 = 247,0°$);
2. Время и отсчет лага точки начала поворота ; $\left(\frac{T_1}{ОЛ_1} \right)$
3. Значение нового курса ($ИК_2 = 110,0°$).

Задача: Определить (найти) точку окончания поворота . $\left(\frac{T_2}{ОЛ_2} \right)$

Порядок решения задачи:

- Из счислимой точки начала поворота $\left(\frac{T_1}{OL_1}\right)$ проводим перпендикуляр в сторону поворота и на нем откладываем величину $R_{ц}$, выбранную из таблицы циркуляции РТШ (по $V_{уз}$ и углу перекладки руля), в масштабе карты → получим т. O .
- Из полученной на перпендикуляре точки (т. O) проводим дугу окружности радиусом $R_{ц}$ (карандаш в т. $\frac{T_1}{OL_1}$, иглу на \perp).
- Устанавливаем параллельную линейку (с помощью штурманского транспортира) в направлении нового курса судна ($ИК_2 = 110,0^\circ$) и, перемещая линейку параллельно установленному направлению, проводим касательную к дуге окружности.
- Из т. O опускаем перпендикуляр на линию нового курса. Пересечение этого \perp с линией нового курса и даст нам точку окончания поворота (т. $\frac{T_2}{OL_2}$).
- Около точки окончания поворота записываем $\frac{T_2}{OL_2}$.

Примечание:

T_1, OL_1 – фиксируются в момент начала поворота, T_2, OL_2 – в момент его окончания.

2. Определение точки начала поворота (рис. 7.9).

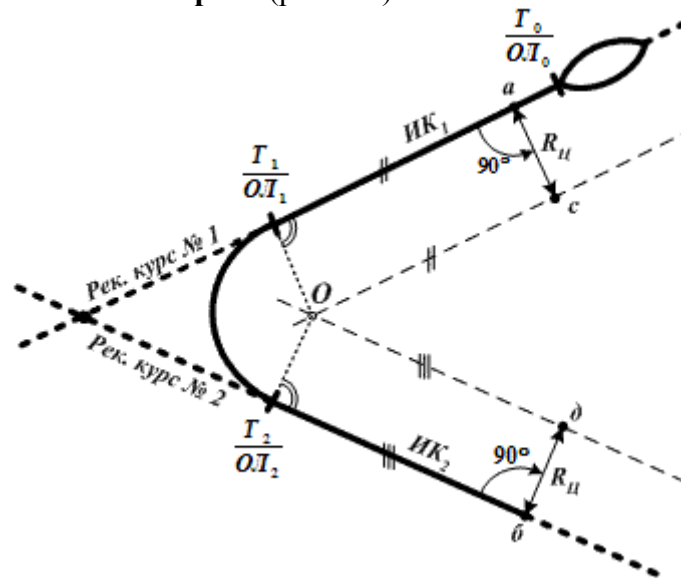


Рис. 7.9. Определение точки начала поворота

(Такая задача возникает при выходе судна на рекомендованный курс, ось ФВК и др. случаях).

Исходные данные:

1. Линия первоначального курса ($ИК_1$);
2. Линия нового курса ($ИК_2$);
3. Исходная точка счисления $\left(\frac{T_0}{OL_0}\right)$.

Задача: Определить точку начала поворота $\left(\frac{T_1}{OL_1}\right)$ и точку окончания поворота $\left(\frac{T_2}{OL_2}\right)$.

Порядок решения задачи:

- Из произвольных точек начального и нового курсов (тт. *a*, *b*) проводим перпендикуляры к линиям этих курсов в сторону поворота и откладываем на них величину $R_{ц}$, выбранную из «Таблицы циркуляции» РТШ по значениям скорости хода судна и угла перекладки руля.
- Через полученные точки (тт. *c*, *d*) проводим прямые, параллельные линиям курсов, точка пересечения которых (т. *O*) и даст нам центр окружности с радиусом $R_{ц}$. Проведем эту окружность.
- Из т. *O* опускаем перпендикуляры на линии курсов, точки пересечения их и будут точками: – начала поворота $\left(\frac{T_1}{OL_1}\right)$ и окончания поворота $\left(\frac{T_2}{OL_2}\right)$.
- Рассчитываем время и отсчет лага на моменты начала и окончания поворота как было уже рассмотрено.
- Около точек начала и конца поворота пишем $\frac{T_1}{OL_1}$ и $\frac{T_2}{OL_2}$.

Задача решена.

При ведении счисления все навигационные обстоятельства плавания записываются в судовой журнал (СЖ), который является юридическим документом.

Записи в СЖ ведутся от момента съемки до момента постановки судна на якорь (швартовы).

Записи в СЖ должны быть настолько полными, чтобы только по ним можно было восстановить все обстоятельства плавания судна.

Ведется СЖ чернилами, четко и разборчиво и согласно «Правил...» его ведения.

Стирание записей в СЖ категорически запрещено. Все необходимые исправления выполняются тоже по «Правилам...». Ненужное или неправильно записанное аккуратно зачеркивается одной тонкой линией, а правильная запись дается в сноске внизу данной стр. СЖ.

Вначале вахты производится запись о приеме штурманской вахты, а с окончанием вахты – о ее сдаче.

Заполненный СЖ, кроме того, подписывается и капитаном судна и хранится на судне на правах документов строгой отчетности. Более подробно о ведении СЖ → п. 29.6.

7.3.4. Примеры решения задач по расчету времени и отсчета лага (T_1/OL_1) прибытия судна в заданную точку

(МНК № 32106 или № 3207; $\Delta L\%$ из табл. 5.3)

№№ зад.	Условие					Ответ		
	Нач. точка		ГКК	ΔGK	$V_{л}$	Зад. точка		
	$\frac{T_0}{OL_0}$	$\varphi_c (N)$ $\lambda_c (E)$				$\varphi_3 (N)$ $\lambda_3 (E)$	T_1 (час., мин.)	OL_1
1	$\frac{06.00}{12.2}$	43°55,0' 39°10,0'	300,0°	+ 5,0°	6,0	44°06,8' 38°46,6'	09.26	33,6
2	$\frac{07.00}{14.4}$	43°50,0' 39°10,0'	320,0°	- 5,0°	6,0	44°06,8' 38°46,6'	09.58	39,1
3	$\frac{08.00}{15.3}$	43°48,0' 38°06,0'	41,0°	+ 4,0°	8,0	44°04,6' 38°29,0'	10.55	39,3
4	$\frac{09.00}{16.1}$	43°55,0' 38°06,0'	64,0°	- 4,0°	8,0	44°04,6' 38°29,0'	11.24	35,9
5	$\frac{10.00}{27.5}$	44°01,0' 38°04,0'	62,0°	+ 3,0°	10,0	44°09,8' 38°30,2'	12.05	48,7
6	$\frac{11.00}{38.8}$	44°05,0' 38°04,0'	79,0°	- 3,0°	10,0	44°09,8' 38°30,2'	12.58	58,7
7	$\frac{12.00}{42.2}$	44°01,0' 38°04,0'	293,0°	+ 2,0°	8,0	44°10,5' 37°35,5'	14.50	65,6

8	$\frac{13.00}{53.3}$	44°05,0' 38°04,0'	287,0°	- 2,0°	8,0	44°10,5' 37°35,5'	15.41	75,4
9	$\frac{14.00}{61.1}$	43°45,0' 37°37,0'	47,0°	+ 3,0°	10,0	44°07,4' 38°13,7'	17.28	96,3
10	$\frac{15.00}{77.7}$	43°55,0' 37°37,0'	68,0°	- 3,0°	10,0	44°07,4' 38°13,7'	17.55	107,5
11	$\frac{16.00}{22.2}$	43°45,0' 37°37,0'	206,0°	+ 4,0°	8,0	43°58,7' 37°14,4'	18.39	44,1
12	$\frac{17.00}{33.3}$	43°55,0' 37°37,0'	287,0°	- 4,0°	8,0	43°58,7' 37°14,4'	19.05	50,5

Выводы

1. **Счисление** (счисление координат судна, счисление пути судна) это определение места судна путем вычисления его текущих координат от известных начальных по курсу, скорости с учетом дрейфа от ветра, сноса течением и по времени.
2. **Назначением счисления** является ориентирование судна относительно местности с точностью, обеспечивающей навигационную безопасность плавания судна.
3. **Сущность счисления** заключается в том, что от известного исходного места на навигационной карте прокладываются направления движения судна и пройденные по ним расстояния с целью получения места судна на любой заданный момент времени.
4. **Счисление** должно вестись непрерывно, быть точным, достаточно простым и наглядным.
5. Необходимым условием точности счисления координат судна является постоянный контроль всех измерений и вычислений.
6. Непрерывное и точное графическое счисление координат судна – одно из неперенных условий предупреждения навигационных происшествий.

ГЛАВА 8. ГРАФИЧЕСКОЕ СЧИСЛЕНИЕ КООРДИНАТ СУДНА С УЧЕТОМ ДРЕЙФА ОТ ВЕТРА И ТЕЧЕНИЯ

8.1. Определение дрейфа судна от ветра и его учет при графическом счислении

8.1.1. Ветер и его влияние на путь судна

Одним из внешних факторов, влияющих на перемещение судна, является ветер, который, воздействуя на надводную часть судна, вызывает его отклонение (рис. 8.1) от линии истинного курса (ИК).

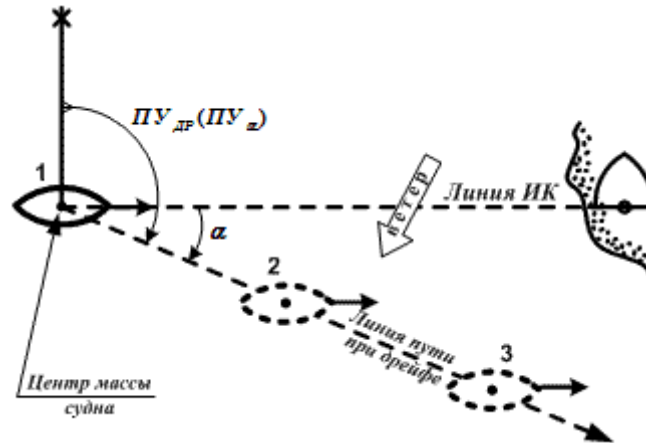


Рис. 8.1. Дрейф судна от ветра

Дрейф – отклонение судна от линии истинного курса под воздействием 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 **наблюдаемый (кажущийся)** ветер.

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

Наблюдаемый (кажущийся) ветер – ветер, который наблюдается непосредственно на движущемся судне, т.е. это суммарный ветер, складывающийся из вектора истинного ветра (\vec{U}) и вектора скорости хода судна (\vec{V}) – рис. 8.2 (характеризуется: направлением (K_W) и скоростью (W)).

$$\vec{U} = \vec{V}_1 + \vec{W} \quad (8.1)$$

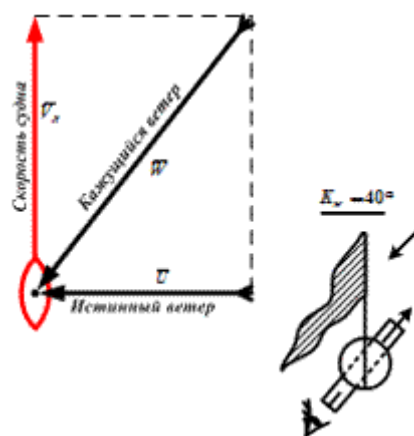


Рис. 8.2. Определение направления ветра на судне

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».

Направление ветра на судне определяется следующим образом (рис. 8.2):

- заметить направление отклонения вымпела (флага, дыма и др.);
- пеленгатор репитера курсоуказателя развернуть «навстречу» замеченного отклонения и снять отсчет с точностью до $\pm 10^\circ$ (кратно 10°).

Если судно без хода \rightarrow это K_U . Если судно на ходу \rightarrow это K_W .

Для определения элементов истинного ветра (K_U и U) на ходу судна по значениям элементов наблюдаемого (кажущегося) ветра (K_W и W) и элементам движения судна ($ИК$ и V_D) используется ветрочет (круг СМО), по методике на нем приведенной.

Для определения направления ветра есть «мнемоническое» правило: **«ветер дует в компас»** (рис. 8.3).

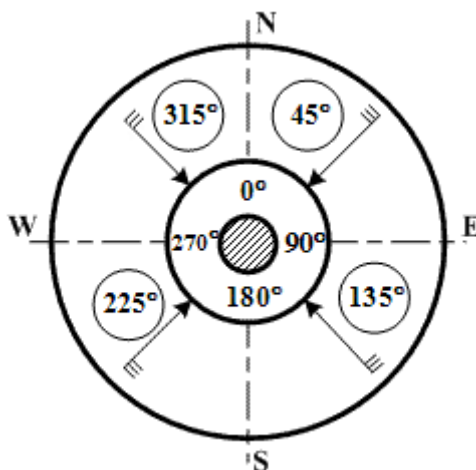


Рис. 8.3. «Ветер дует в компас»

Скорость ветра измеряется **анемометром** в $м/с$ (обычно «АРИ-4 9»). В СЖ данные (K_U , V) записываются, как: «Ветер $315^\circ - 5 м/с$ », т.е. элементы истинного ветра.

При следовании судна постоянным курсом и скоростью, когда на него воздействует ветер, дующий с постоянного направления (K_U) и постоянной скоростью (U), судно будет следовать фактически относительно дна (течения нет) по линии **пути при дрейфе** (рис. 8.1).

Продольная ось судна при перемещении его по линии пути при дрейфе остается параллельной линии истинного курса, так как рулевой постоянно удерживает заданный курс, а само судно перемещается по линии пути, т.е. «скулой».

Путь судна при дрейфе $\rightarrow ПУ_{др}$ ($ПУ_a$) \rightarrow направление перемещения центра массы судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью истинного меридиана и линией пути при дрейфе по часовой стрелке от 0° до 360° .

Угол дрейфа (α) \rightarrow угол между линией истинного курса и линией пути судна, обусловленный влиянием ветра.

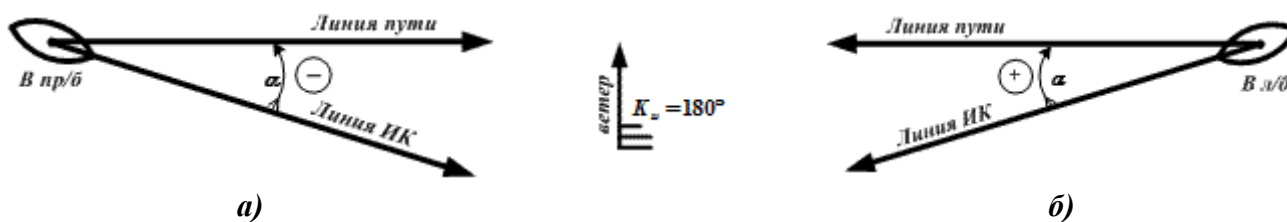


Рис. 8.4. Знак угла дрейфа от ветра

Угол дрейфа (α), измеряется от 0° до 180° , причем (рис. 8.4):

- Если $ПУ_{др}$ ($ПУ_a$) $>$ $ИК$ (рис. 8.4б) \rightarrow (ветер дует в левый борт) \rightarrow угол дрейфа имеет знак «+»;

- Если $ПУ_{др} (ПУ_{\alpha}) < ИК$ (рис. 8.4а) \rightarrow (ветер дует в правый борт) \rightarrow угол дрейфа имеет **знак « \leftarrow »**.

Путь судна при дрейфе ($ПУ_{\alpha}$), истинный курс судна ($ИК$) и угол дрейфа (α) связаны соотношением:

$$ПУ_{\alpha} = ИК + \alpha; \quad ИК = ПУ_{\alpha} - \alpha; \quad \alpha = ПУ_{\alpha} - ИК \quad (8.2)$$

Формулы (8.2) – алгебраические.

8.1.2. Определение угла дрейфа от ветра

Для учета дрейфа при графическом счислении необходимо знать угол дрейфа α .

Чтобы определить угол дрейфа α , необходимо сравнить истинный курс судна ($ИК$) со значением путевого угла при дрейфе ($ПУ_{\alpha}$).

$$\alpha = ПУ_{\alpha} - ИК$$

Угол дрейфа, как правило, определяется опытным путем для данного проекта судна при различных курсовых углах ветра ($КУ_{\text{в}}$), скорости хода судна ($V_{\text{л}}$), скорости истинного ветра (U) и т.д., т.е.

$$\alpha = f \cdot (КУ_{\text{в}}, V_{\text{л}}, U) \quad (8.3)$$

Угол дрейфа можно определить несколькими способами. Вот некоторые:

1. С помощью прибора – дрейфомера ($\alpha = f(\Delta P)$, $\Delta P = P_{\text{лб}} - P_{\text{пб}}$).
2. С помощью свободно плавающего предмета – вешки.
3. С помощью формулы адмирала, профессора Матусевича Н.Н.

$$\alpha^{\circ} = K_{\alpha}^{\circ} \cdot \left(\frac{W}{V}\right)^2 \cdot \sin КУ_{\text{в}} \quad (8.4)$$

где K_{α}° – коэффициент дрейфа;

W – скорость кажущегося ветра;

V – скорость судна;

$КУ_{\text{в}}$ – курсовой угол кажущегося ветра.

Как правило, одновременно с определением угла дрейфа определяется и потеря скорости ΔV .

Определенные углы дрейфа заносятся в «Таблицу углов дрейфа» РТШ.

Таблица углов дрейфа

Таблица 8.1.

W/V \ $КУ_{\text{в}}$	30°	45°
1,0	0,5	0,7
1,5	1,0	1,6
...
...
...

8.1.3. Учет дрейфа от ветра при графическом счислении пути судна

Учет дрейфа при графическом счислении сводится к учету угла α , выбираемого из «Таблицы углов дрейфа» РТШ, или непосредственно определенного одним из способов.

Рассмотрим решение основных задач, связанных с учетом дрейфа.

1. Расчет пути судна по известному истинному курсу и углу α .

1. \rightarrow на линии истинного курса ($ИК$) находим исходную счислимую точку начала учета дрейфа

$$\left(\frac{T_1}{ОЛ_1}\right);$$

2. \rightarrow рассчитываем значение $ПУ_{\alpha} = 94,0^{\circ}$

$$ПУ_{\alpha} = ИК + \alpha = КК + \Delta К + \alpha = 88,0^{\circ} + 2,0^{\circ} + 4,0^{\circ} \quad (8.5)$$

3. и прокладываем его на навигационной карте от счислимой точки $\left(\frac{T_1}{OL_1}\right)$ начала учета дрейфа от ветра;
4. \rightarrow оформляем (подписываем) линию пути при дрейфе по установленной форме (рис. 8.5) и производим запись по форме в СЖ.

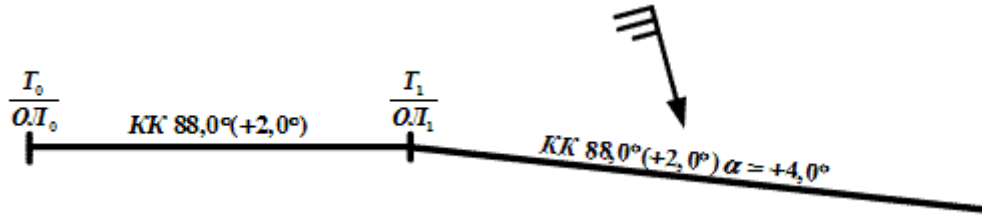


Рис. 8.5. Оформление графического счисления пути судна на карте

2. Расчет истинного и компасного курсов по известным линии пути при дрейфе и значению угла дрейфа.

Такая задача возникает в том случае, когда судну надо следовать по заданному маршруту (рекомендованный курс, ось фарватера или канала и пр.) или прибыть в назначенную точку при наличии дрейфа ($\alpha = +4,0^{\circ}$)

Рассмотрим пример расчета курса в назначенную точку якорной стоянки (рис. 8.6).

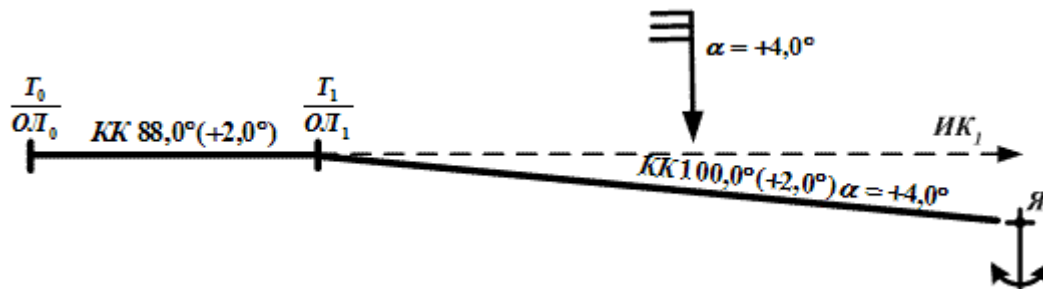


Рис. 8.6. Расчет значения компасного курса при учете дрейфа от ветра

1. \rightarrow находим исходную счислимую точку начала учета дрейфа $\left(\frac{T_1}{OL_1}\right)$;
2. \rightarrow наносим на навигационную карту назначенную точку якорной стоянки (по φ и $\lambda \rightarrow$ т. Я);
3. \rightarrow соединив исходную точку $\left(\frac{T_1}{OL_1}\right)$ с назначенной точкой якорной стоянки (т. Я) – получим линию пути при дрейфе – $ПУ_{\alpha}$ ($106,0^{\circ}$), снимаем ее значение с навигационной карты;
4. \rightarrow рассчитываем значение истинного курса:

$$ИК_2 = ПУ_{\alpha} - \alpha = 106,0^{\circ} - (+4,0^{\circ}) = 102,0^{\circ} \quad (8.6)$$

5. \rightarrow рассчитываем значение компасного курса (для задания его рулевому):

$$КК = ИК - \Delta К = 102,0^{\circ} - (+2,0^{\circ}) = 100,0^{\circ} \quad (8.7)$$

6. \rightarrow оформляем (подписываем) линию пути при дрейфе на навигационной карте [$КК 100,0^{\circ} (+2,0^{\circ})$ $\alpha = +4,0^{\circ}$] и производим запись по форме в СЖ.

3. Нанесение (нахождение) счислимой точки на навигационной карте на заданный момент времени (рис. 8.7).

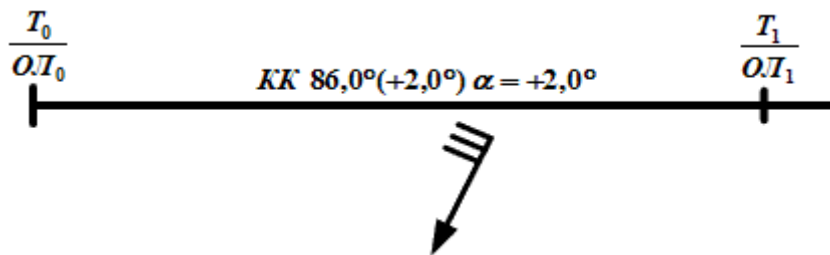


Рис. 8.7. Нахождение счислимой точки на путевой карте

1. → замечаем время по часам (T_1) и отсчет лага ($ОЛ_1$);

2. → рассчитываем пройденное судном расстояние от исходной точки $\left(\frac{T_0}{ОЛ_0}\right)$ до заданного момента – T_1 :

$$S_{л} = K_{л} \cdot (ОЛ_1 - ОЛ_0) \quad (8.8)$$

3. → от исходной точки $\left(\frac{T_0}{ОЛ_0}\right)$ по линии пути при дрейфе ($ПУ_{\alpha}$) откладываем рассчитанное расстояние.

4. Предвычисление времени и отсчета лага прихода судна в заданную точку.

В общем случае точка может быть задана:

- координатами (φ, λ);
- направлением на ориентир ($ИП$ или $КУ$);
- расстоянием до ориентира (D).

Рассмотрим пример на предвычисление времени (T_1) и отсчета лага ($ОЛ_1$) прихода судна на траверз ориентира (рис. 8.8).

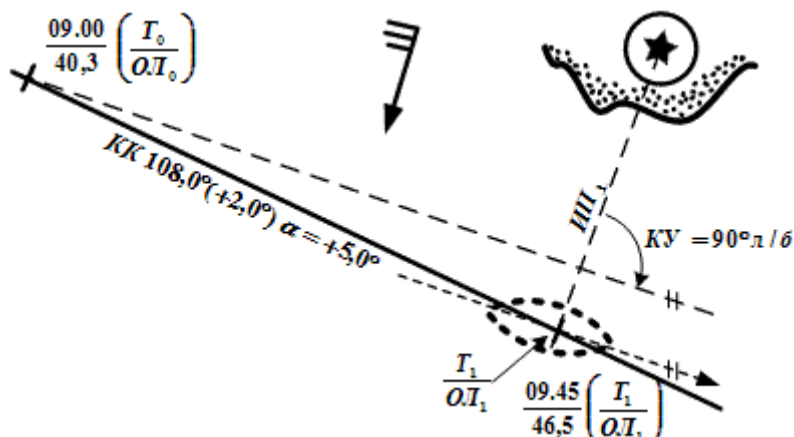


Рис. 8.8. Предвычисление времени и отсчета лага прихода судна на траверз ориентира

1. → рассчитываем величину $ИП$ на момент прихода судна на траверз ориентира:

$$ИП_{\perp} = ИК \pm 90^{\circ} \left(\frac{нр / б}{л / б} \right) \quad (8.9)$$

2. $110,0^{\circ} - 90,0^{\circ} = 20,0^{\circ}$ – на ориентир и

3. $20,0^{\circ} + 180^{\circ} = 200,0^{\circ}$ – с ориентира.

$$IK = KK + \Delta K = 108,0^\circ + 2,0^\circ = 110,0^\circ. \quad (8.10)$$

4. → рассчитанный $IIP \perp (20,0^\circ)$, а точнее $OИП \perp (200,0^\circ)$, проводим от ориентира до пересечения с линией пути при дрейфе (т. $\left(\frac{T_1}{OL_1}\right)$);

5. → снимаем расстояние S (6 миль) от исходной точки (т. $\left(\frac{T_0}{OL_0}\right)$) до заданной точки (т. $\left(\frac{T_1}{OL_1}\right)$);

6. → рассчитываем время прихода судна в заданную точку:

$$t = \frac{S}{V_{об}} = \frac{6 \text{ миль}}{8 \text{ уз.}} = 0\text{ч } 45\text{м} \quad (8.11)$$

$$T_1 = T_0 + t = 09.00 + 0.45 = 09.45 \quad (8.12)$$

7. → рассчитываем показания лага (OL_1) на время прихода судна в заданную точку:

$$POL = \frac{S}{K_T} = \frac{6,0}{0,97} = 6,2 \quad (8.13)$$

$$OL_1 = OL_0 + POL = 40,3 + 6,2 = 46,5. \quad (8.14)$$

Ответ: $\frac{09.45}{46,5}$ – время и отсчет лага прихода судна на траверз ориентира.

8.2. Графическое счисление координат судна с учетом течения

8.2.1. Морские течения и их влияние на путь судна

В 1888 г. судно «Уайт» село на мель, экипаж был снят, а судно после этого примерно 50 раз отмечалось в различных местах, после чего штормом было выброшено на скалы Шетландских островов, «пропутешествовав» за 9 месяцев более 8000 миль. Все это «путешествие» происходило только под воздействием ветра и морских течений, которые являются своеобразными движущимися дорогами, которые могут изменять курс судна, а также уменьшать или увеличивать его скорость.

Горизонтальные перемещения больших масс воды в море, характеризующиеся направлением и скоростью, называются морскими течениями.

Причины, вызывающие морские течения, подразделяются на:

- *внешние* (ветер, атмосферное давление, приливообразующие силы Луны и Солнца), и
- *внутренние* (неравномерность плотности водных масс по глубине).

Морские течения, **по причинам** их вызывающим, подразделяются на:

- *ветровые;*
- *дрейфовые;*
- *приливо-отливные;*
- *плотностные* и др.

По глубине расположения течения подразделяются на:

- *поверхностные;*
- *глубинные;*
- *придонные.*

По физико-химическим свойствам масс воды течения подразделяются на:

- *теплые* и *холодные*;
- *солёные* и *распреснённые*.

Навигационная классификация течений исходит из их устойчивости по времени. По этой классификации течения делятся на:

1. Постоянные.
2. Периодические.
3. **Временные**.

1. **Постоянные течения** → течения, направление и скорость которых длительное время остаются постоянными (Гольфстрим, Куро-Сио, 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.).

Сведения о течениях приводятся:

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

На картах течения показываются условными обозначениями:



Любое течение характеризуется направлением и скоростью.

Направление течения определяется той точкой горизонта, куда оно направлено (если «ветер дует в компас» то – «течение вытекает из компаса») измеряется в градусах в круговой системе счета направлений, от 0° до 360° относительно северной части истинного меридиана и обозначается K_T (рис. 8.9).

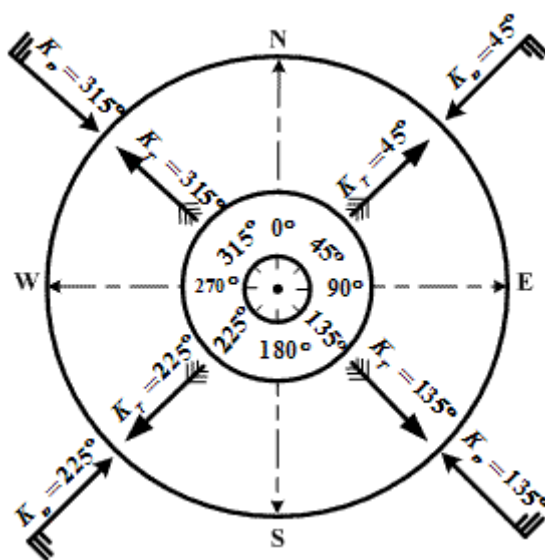


Рис. 8.9. «Ветер в компас, а течение из компаса»

Скоростью течения называется расстояние, на которое перемещаются водные массы в единицу времени. Измеряется в узлах (миль/час) и обозначается v_T .

Скорость течений в открытых частях морей и океанов колеблется в широких пределах: → до 4 уз. в районах развитых постоянных океанских течений (Гольфстрим, Куро-Сию и др.).

Скорость приливо-отливных течений в отдельных узкостях может достигать 9÷12 узлов.

Кроме руководств и пособий для плавания элементы течения (K_T , v_T) могут быть определены непосредственно на судне как с помощью приборов: абсолютного гидроакустического лага – (ГАЛа) или электромагнитного измерителя течений – (ЭМИТ); так и по высокоточным наблюдениям или с помощью поплавков (буйков) – при стоянке судна на якоре.

При плавании в районе с течением, на судно действуют две силы (рис. 8.10):

1. → сила действия собственных движителей;
2. → сила воздействия течения.

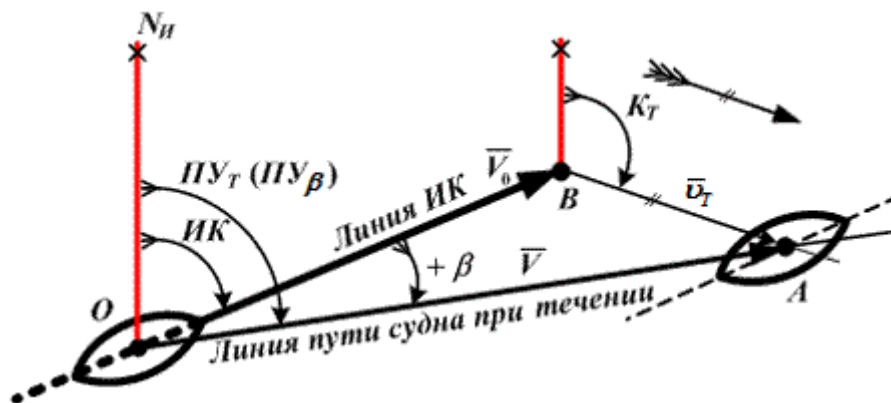


Рис. 8.10. Линия пути судна на течении

Под действием собственных движителей судно перемещается относительно воды по линии истинного курса (ИК) с относительной скоростью V_0 .

Под воздействием течения судно перемещается относительно поверхности Земли по направлению течения K_T с переносной скоростью, равной скорости течения v_T .

Суммарное же (результатирующее) перемещение судна относительно поверхности Земли складывается из относительного и переносного перемещений и происходит с путевой скоростью V .

$$\vec{V} = \vec{V}_0 + \vec{v}_T \quad (8.15)$$

Для геометрического сложения векторов по формуле (8.15) необходимо на навигационной карте:

1. → из счислимой точки начала учета течения (т. O) проложить линию истинного курса (ИК);
2. → от т. O по линии ИК отложить (в масштабе карты) вектор скорости судна $\vec{V}_0 = \vec{V}_T (O-B)$;
3. → из конца вектора \vec{V}_0 (т. B) проложить линию по направлению течения (K_T) и на ней (от т. B) отложить (в том же масштабе) вектор скорости течения $\vec{v}_T (B-A)$;
4. → соединить начало вектора скорости судна \vec{V}_0 (т. O) с концом вектора скорости течения \vec{v}_T (т. A) – получим вектор путевой скорости судна – \vec{V} .

Треугольник OAB , сторонами которого являются векторы относительной (\vec{V}_0), переносной (\vec{v}_T) и путевой (\vec{V}) скоростей, называется **навигационным скоростным треугольником**.

Линия, по которой перемещается центр массы судна относительно дна моря называется **линией пути судна при течении** ($O-A$).

Путь судна при течении ($ПУ_T$ или $ПУ_beta$) → направление перемещения центра массы судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью истинного меридиана и линией пути при течении (от 0° до 360° – по часовой стрелке).

Угол сноса ($beta$) → угол между линией истинного курса и линией пути судна, обусловленный влиянием течения (измеряется в сторону правого или левого борта от 0° до 180° со знаком «плюс» (+) или «минус» (-) соответственно).

Путь судна при течении ($ПУ_{\beta}$), истинный курс ($ИК$) и угол сноса (β) связаны соотношением:

$$ПУ_{\beta} = ИК + \beta \quad ИК = ПУ_{\beta} - \beta \quad \beta = ПУ_{\beta} - ИК \quad (8.16)$$

Формулы (8.16) алгебраические. При вычислениях углу сноса β придается знак «плюс» (+) или «минус» (-):

- «+» → если течение действует в л/б судна, т.е. $ПУ_{\beta} > ИК$ (сносит вправо) – рис. 8.11а;
- «-» → если течение действует в пр/б судна, т.е. $ПУ_{\beta} < ИК$ (сносит влево) – рис. 8.11б.

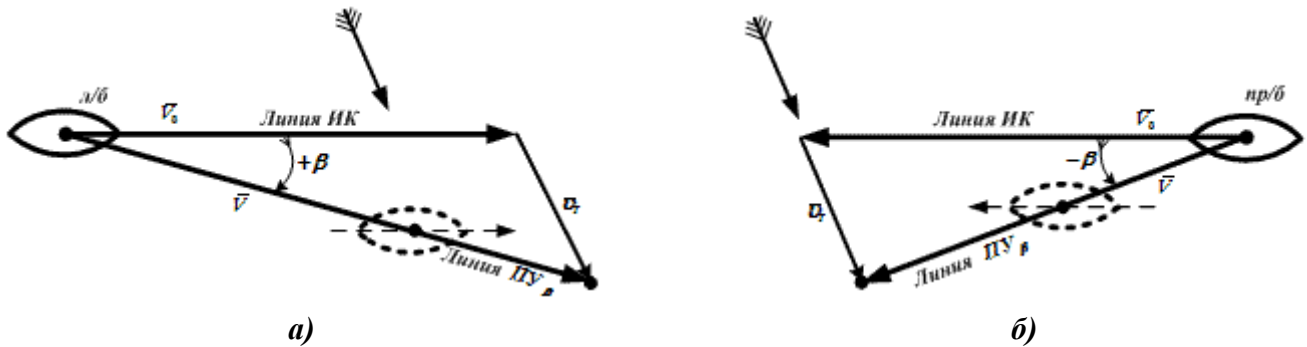


Рис. 8.11. Знак угла сноса судна течением

8.2.2. Учет течения при графическом счислении пути судна

Графическое счисление с учетом течения ведется на навигационной карте с соблюдением некоторых правил:

1. → линия истинного курса ($ИК$) и линия направления течения ($К_T$) проводятся с более слабым нажимом карандаша, чем линия пути при течении ($ПУ_{\beta}$);
2. → вдоль линии пути при течении ($ПУ_{\beta}$) с внешней стороны навигационного скоростного треугольника подписывается $[ГКК 96,0^{\circ} (-1,0^{\circ}) \beta = -5,0^{\circ}]$ – рис. 8.12;
3. → для каждого счислимого места строится **навигационный треугольник перемещений** ($\Delta ОДС$), подобный навигационному скоростному треугольнику ($\Delta ОАВ$);
4. → счислимое место судна находится на его линии пути при течении ($ПУ_{\beta}$), около которого пишется $\left(\frac{T_1}{ОЛ_1}\right)$;
5. → судовой журнал заполняется в соответствии с правилами его ведения.

Рассмотрим решение основных задач, связанных с графическим учетом течения.

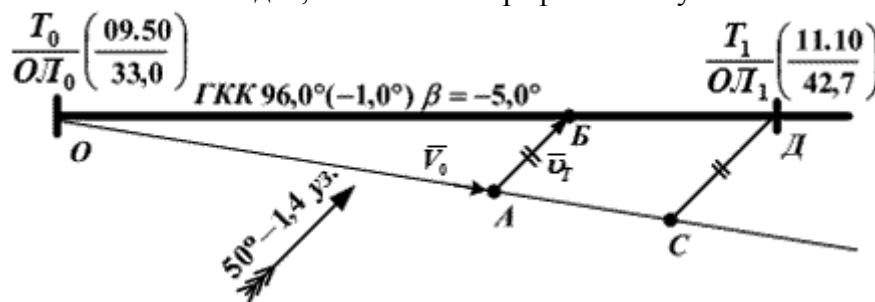


Рис. 8.12. Оформление графического счисления пути судна при учете течения

Задача № 1. Расчет линии пути судна при течении ($ПУ_{\beta}$) и угла сноса (β) по известным $ИК$, V_0 и элементам течения ($К_T$, v_T).

Дано: $ГКК (96,0^{\circ})$, $\DeltaГК (-1,0^{\circ})$, $V_0 (7,0 \text{ уз.})$, $К_T (50,0^{\circ})$, $v_T (1,4 \text{ уз.})$.

Определить: $ПУ_\beta, \beta$.

Решение (рис. 8.12):

1. → Рассчитываем значение истинного курса $ИК = ГКК + \Delta GK = 96,0^\circ + (-1,0^\circ) = 95,0^\circ$.

2. → Из точки начала учета течения $\left(\frac{T_0}{ОЛ_0} - т. О\right)$ проводим линию истинного курса судна (ИК) и отложим по ней (от т. О) вектор относительной скорости $\vec{V}_0(O-A)$ в масштабе карты (1 уз. = 1 миль).

3. → Из конца вектора $\vec{V}_0(т. А)$ проводим линию по направлению течения ($K_T = 50^\circ$) и отложим по ней (от т. А) вектор скорости течения $\vec{v}_T(1,4 \text{ уз.})$ в том же масштабе (А – В).

4. → Соединяем точку начала учета течения (т. О) с концом вектора скорости течения $\vec{v}_T(т. В)$ и с помощью параллельной линейки и транспортира штурманского снимаем направление этой линии – линии пути при течении ($ПУ_\beta = 90,0^\circ$).

5. → Рассчитываем угол сноса судна течением $\beta = ПУ_\beta - ИК = 90,0^\circ - 95,0^\circ = -5,0^\circ$.

6. → Подписываем линию пути судна при течении с внешней стороны навигационного скоростного треугольника (ΔOAB).

$$ГКК 96,0^\circ (-1,0^\circ) \beta = -5,0^\circ.$$

7. → Заполняем судовой журнал согласно правил его ведения.

Задача № 2. Расчет счислимого места судна на заданный момент времени.

Нахождение счислимого места на заданный момент времени сводится к построению треугольника перемещений $\Delta(ОСД)$ подобного навигационному скоростному треугольнику (ΔOAB).

Дано: $T_0(09.50)$, $ОЛ_0(33,0)$, $ГКК(96,0^\circ)$, $\Delta GK(-1,0^\circ)$, $\beta(-5,0^\circ)$, $V_0(7,0 \text{ уз.})$, $K_T(50,0^\circ)$, $v_T(1,4 \text{ уз.})$.

Найти: счислимое место судна на момент времени $T_1(11.10)$ при $ОЛ_1(42,7)$.

Решение (рис. 8.12):

1. → Выполняем пп. 1÷6 по задаче № 1.

2. → Рассчитываем пройденное судном расстояние от исходной точки (т. О) до заданного $\frac{T_1}{ОЛ_1}$:

а. $РОЛ = ОЛ_1 - ОЛ_0 = 42,7 - 33,0 = 9,7$;

б. $S_L = K_L \cdot РОЛ = 0,96 \cdot 9,7 = 9,3$ (K_L – из «Таблицы поправок лага по $V_L = 7,0 \text{ уз.}$);

с. $S_{об} = V_{об} \cdot t = 7,0 \cdot 1ч 20м = 9,3$, где $t = T_1 - T_0 = 11.10 - 09.50 = 1ч 20м$. $S_L = S_{об}$.

3. → Рассчитанное расстояние $S_L = S_{об}$ (**9,3 мили**) отложим от исходной точки (т. О) по линии истинного курса (ИК) – ($S_L = S_{об} = 9,3 \text{ мили} - \overline{ОС}$).

4. → Из полученной на линии ИК точки (т. С) проводим линию по направлению учитываемого течения $K_T(\overline{СД} \parallel \overline{АВ})$ до пересечения ее с линией пути на течении. Точка пересечения (т. Д) и даст нам искомое счислимое место судна на заданный момент времени.

5. → У счислимого места на заданный момент времени (т. Д) подписываем $\frac{T_1}{ОЛ_1} \left(\frac{11.10}{42,7} \right)$.

Задача № 3. Предвычисление времени и отсчета лага прихода судна в заданную точку при учете течения.

Точка, как правило, задается: **1.** координатами (φ, λ); **2.** Направлением на ориентир (пеленг или курсовой угол); **3.** Расстоянием до ориентира.

Независимо от способа «задания» точки, она должна находиться на линии пути при учете течения ($ПУ_\beta$) → т. «Д».

Дано: $ГКК(92,0^\circ)$, $\Delta GK(-2,0^\circ)$, $V_0(7,0 \text{ уз.})$, $K_T(145,0^\circ)$, $v_T(2,0 \text{ уз.})$.

Найти: $\frac{T_1}{ОЛ_1}$, когда судно будет в заданной точке Д (φ и λ ; \perp ор. К; D_3 ор. М).

Решение (рис. 8.13):

1. → Выполняем пп. 1÷6 по задаче № 1 ($ПУ_{\beta} = 103,0^{\circ}, \beta = +13,0^{\circ}$).
2. → Находим место заданной т. D на карте (1. по φ и λ ; 2. по $\perp_{ор. K} - ИК \perp = ИК - 90^{\circ} = 0,0^{\circ}$ или с ор. K на судно - $ОИП^{\circ} = 180,0^{\circ}$; 3. по D_3 от ор. M).
3. → Из т. D проводим линию, обратную направлению течения ($K_T \pm 180^{\circ}$), до пересечения ее с линией истинного курса судна $ИК$ ($\overline{D-C} \parallel \overline{A-B}$) → т. C .
4. → С помощью циркуля-измерителя снимаем расстояние (S) от т. O до т. C по линии истинного курса судна ($ИК$).



Рис. 8.13. Предвычисление времени и отсчета лага прихода судна в заданную точку при учете течения

5. → Рассчитываем время (T_1) и отсчет лага ($ОЛ_1$):

$$T_1 = T_0 + t, \quad \text{где } t = \frac{S}{V_{об}} \quad \text{и} \quad ОЛ_1 = ОЛ_0 + РОЛ, \quad \text{где } РОЛ = \frac{S}{K_T} (S \sim \overline{O-C}).$$

6. → Подписываем найденные значения $\left(\frac{T_1}{ОЛ_1}\right)$ у заданной точки (т. D).

Задача № 4. (обратная № 1) Расчет компасного или истинного курса по известным элементам течения (K_T, v_T), скорости судна (V_0) и заданной линии пути при течении ($ПУ_{\beta}$).

Дано: $ПУ_{\beta}$ (путь к причалу), V_0, K_T, v_T .

Найти: $КК, \beta$.

Решение (рис. 8.14):

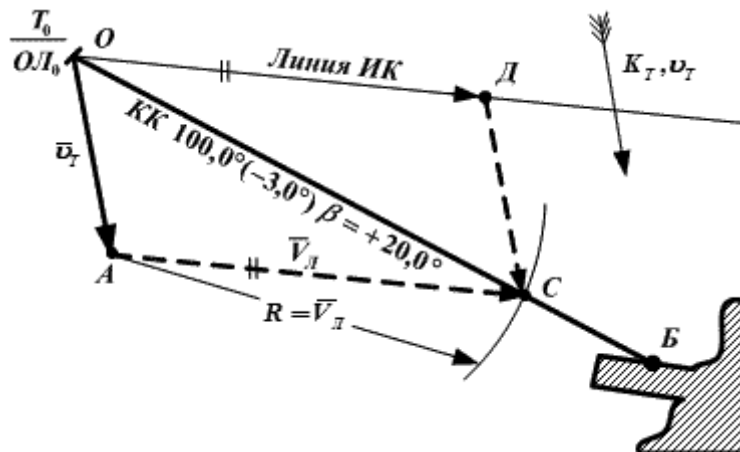


Рис. 8.14. Расчет компасного курса судна при учете течения

1. → Из точки начала учета течения (т. O) проводим заданную линию пути при течении – $ПУ_{\beta}$ ($\overline{O-B}$) $117,0^{\circ}$. → ее направление снимаем с карты.
2. → Из этой же точки (т. O) проводим линию по направлению течения (\vec{K}_T) и отложим на ней (от т. O) вектор скорости течения \vec{v}_T в масштабе карты.
3. → Из конца вектора течения \vec{v}_T (т. A) радиусом, равным скорости судна \vec{V}_0 (в том же масштабе) делаем засечку на линии пути при течении → т. C .
4. → С помощью параллельной линейки соединяем конец вектора течения \vec{v}_T (т. A) и т. C и параллельно переносим в точку начала учета течения (т.е. $\overline{A-C} \parallel \overline{O-D}$). Направление линий $\overline{A-C}$ и $\overline{O-D}$ соответствует истинному курсу ($ИК$) судна. С помощью параллельной линейки и транспортира штурманского снимаем направление линии истинного курса судна ($ИК = 97,0^{\circ}$).
5. → Рассчитываем значение угла сноса судна течением:

$$\beta = ПУ_{\beta} - ИК = 117,0^{\circ} - 97,0^{\circ} = +20,0^{\circ}.$$

6. → Рассчитываем значение гирокомпасного курса судна:

$$ГКК = ИК - \Delta ГК = 97,0^{\circ} - (-3,0^{\circ}) = 100,0^{\circ}.$$

(этот курс рулевой будет держать по компасу от т. O до т. B).

7. → Заполняем по форме судовой журнал.

Примечание:

Задачу № 4 обычно называют «обратной задачей при учете течения», а задачу № 4 «прямой задачей при учете течения».

8.3. Совместный учет дрейфа от ветра и течения при графическом счислении пути судна

В практике судовождения часто случается, что течение и ветер действуют на судно одновременно.

Если угол дрейфа от ветра (α) и элементы течения (K_T, v_T) известны – производится последовательный учет сначала дрейфа от ветра (α), а затем течения (β).

Угол суммарного сноса

$$c = \alpha + \beta \tag{8.17}$$

– алгебраическая сумма значений углов α и β .

На путевой навигационной карте вначале прокладывается линия $ПУ_{\alpha} = ИК + \alpha$ → линия, по которой следовало бы судно, если бы не было течения (рис. 8.15).

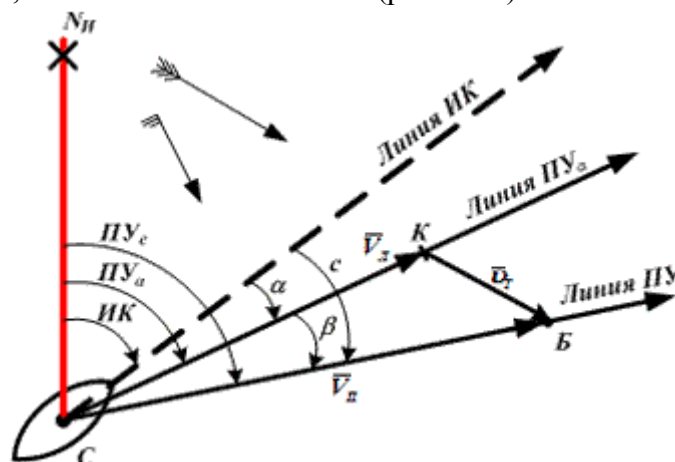


Рис. 8.15. Совместный учет дрейфа от ветра и течения

На линии $ПУ_{\alpha}$ откладывается вектор скорости судна по лагу $\vec{V}_{ЛВ}$ в выбранном масштабе (отрезок $\overline{СК}$). Из конца вектора скорости судна (т. K) откладывается вектор скорости течения \vec{v}_T в том же масштабе (отрезок \overline{KB}). Соединив начальную точку начала учета α и β (т. C) с концом вектора течения (т. B), получим линию пути. Отрезок \overline{CB} укажет путевую скорость судна.

Если нам известны элементы течения (K_T, v_T) и α и нужно рассчитать безопасный курс (или курс в заданную точку), то (рис. 8.16):

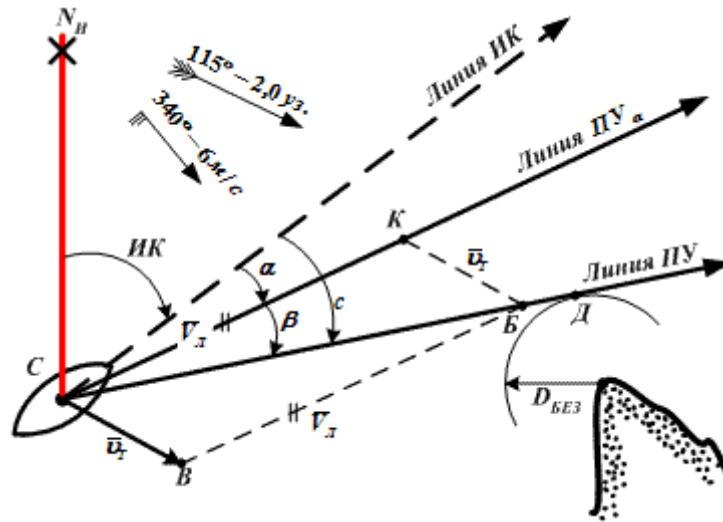


Рис. 8.16. Расчет безопасного курса судна при учете дрейфа от ветра и течения

1. Из начальной точки учета дрейфа и течения (т. C) проводим линию безопасного пути (отрезок \overline{CD}) на безопасном расстоянии ($D_{без}$) от опасности.
2. Из этой же точки (т. C) откладываем величину вектора течения \vec{v}_T (отрезок \overline{CB}).
3. Из конца вектора течения (т. B) раствором циркуля равным величине вектора скорости судна по лагу $V_{Л}$, делаем засечку на линии пути (т. B). Отрезок \overline{BB} даст направление линии $ПУ_{\alpha}$.
4. Отрезок \overline{BB} переносим параллельно в т. C – проводим линию $ПУ_{\alpha}$ (отрезок \overline{KC}).
5. Рассчитываем значение $ИК = ПУ_{\alpha} - \alpha$ и значение $КК = ИК - \Delta K$. Последнее значение ($КК$) и задаем рулевому.

8.4. Примеры решения задач по учету дрейфа от ветра и течения

а) расчет значения $ПУ_{\beta}$ при учете постоянного течения (МНК № 32106 или № 3207)

№ зад.	Условие					Ответ
	Начальная точка $\varphi (N), \lambda (E)$	$ГКК$	ΔGK	$V_{л,уз}$	Течение	$ПУ_{\beta}$
1	44°00,0' 38°30,0'	308,0°	+ 2,0°	10,0	220° – 1,5уз.	302,0°
2	44°02,0' 38°30,0'	62,0°	+ 3,0°	9,0	290° – 1,0уз.	60,0°
3	44°01,0' 38°25,0'	235,0°	+ 5,0°	8,0	320° – 1,5уз.	250,0°
4	44°00,0' 38°30,0'	134,0°	– 4,0°	7,0	270° – 0,9уз.	135,0°
5	44°02,0' 38°30,0'	335,0°	+ 5,0°	8,0	290° – 1,3уз.	334,0°
6	44°02,0' 38°30,0'	220,0°	– 5,0°	9,0	100° – 0,8уз.	210,0°
7	44°06,0' 38°30,0'	184,0°	– 4,0°	10,0	110° – 1,0уз.	175,0°

8	44°01,0' 38°00,0'	121,0°	+ 4,0°	11,0	60° – 2,4уз.	115,0°
9	44°05,0' 38°05,0'	357,0°	+ 3,0°	10,0	270° – 1,8уз.	350,0°
10	44°05,0' 38°05,0'	53,0°	– 3,0°	9,0	315° – 2,0уз.	37,0°
11	44°05,0' 37°55,0'	208,0°	+ 2,0°	8,0	100° – 1,4уз.	200,0°
12	44°05,0' 37°55,0'	317,0°	– 2,0°	7,0	230° – 1,1уз.	307,0°
13	44°05,0' 37°55,0'	357,0°	+ 3,0°	8,0	90° – 1,4уз.	10,0°
14	43°55,0' 37°50,0'	113,0°	– 3,0°	9,0	20° – 1,6уз.	100,0°
15	43°55,0' 37°50,0'	106,0°	+ 4,0°	10,0	200° – 2,1уз.	122,0°

б) расчет значения гирокомпасного курса (*ГКК*) для задания его рулевому при учете течения (для МНК № 32106 или № 3207)

№ зад.	Условие					Ответ <i>ГКК</i>
	Начальная точка φ (N), λ (E)	$ПУ_{\beta}$	ΔGK	$V_{л,уз}$	Учитываемое течение	
1	44°44,4' 36°57,0'	103,8°	– 2,2°	8,0	190° – 1,2уз.	98,2°
2	44°36,1' 36°57,0'	86,5°	+ 2,0°	9,0	180° – 1,0уз.	78,0°
3	44°28,2' 36°57,0'	71,3°	– 1,0°	10уз.	170° – 1,4уз.	63,5°
4	44°26,8' 37°27,0'	243,0°	+ 1,0°	11уз.	350° – 1,0уз.	236,5°
5	44°12,4' 36°57,0'	63,0°	– 2,0°	12уз.	340° – 1,4уз.	72,0°
6	44°39,3' 37°27,0'	283,8°	+ 1,2°	11уз.	330° – 1,6уз.	276,3°
7	44°35,5' 37°27,0'	251,3°	– 2,0°	10уз.	320° – 1,0уз.	248,0°
8	44°08,3' 38°50,1'	299,0°	+ 2,5°	12уз.	180° – 2,0уз.	304,5°
9	44°13,6' 38°36,8'	119,0°	– 2,5°	12уз.	0° – 2,0уз.	130,0°
10	44°20,0' 37°17,6'	63,0°	+ 3,0°	10уз.	140° – 1,6уз.	51,0°
11	44°24,7' 37°30,5'	63,0°	– 3,0°	11уз.	320° – 1,4уз.	73,0°
12	44°32,6' 37°42,9'	243,0°	+ 2,0°	9 уз.	300° – 1,8уз.	231,0°
13	44°28,2' 37°30,8'	243,0°	– 2,3°	9 уз.	140° – 2,0уз.	258,0°
14	44°44,0' 37°00,0'	103,8°	+ 2,0°	10уз.	20° – 1,8уз.	112,0°

в) расчет значения компасного (по магнитному компасу) курса для задания его рулевому при совместном учете дрейфа от ветра (α) и течения (β)

№№ зад.	Условие						δ	Ответ		
	$ПУ_C$	течение	β	ветер	α	d	из т. 3.1.	$C = \alpha + \beta$	ΔMK	KK_{MK}
1	352°	60°	4°	220°	3°	-14,2°	-0,8°	+7°	-15,0°	0°
2	341°	270°	5°	30°	2°	+6,5°	-1,5°	-7°	+5,0°	343°
3	332°	20°	6°	240°	3°	-5,0°	-2,0°	+9°	-7,0°	330°
4	320°	210°	2°	40°	3°	+5,2°	-2,2°	-5°	+3,0°	322°
5	305°	160°	3°	230°	4°	-8,5°	-2,5°	+1°	-11,0°	315°
6	293°	70°	3°	20°	5°	-7,3°	-2,7°	-2°	-10,0°	305°
7	281°	10°	6°	200°	4°	-1,0°	-3,0°	+10°	-4,0°	275°
8	275°	140°	4°	180°	3°	-7,0°	-3,0°	-1°	-10,0°	286°
9	264°	350°	5°	0°	2°	-7,0°	-3,0°	+3°	-10,0°	271°
10	251°	120°	3°	10°	2°	+6,8°	-2,8°	-5°	+4,0°	252°
11	240°	150°	4°	190°	3°	-3,2°	-2,8°	-1°	-6,0°	247°
12	229°	310°	3°	270°	2°	-7,3°	-2,7°	+1°	-10,0°	238°
13	215°	120°	2°	140°	3°	+6,0°	-2,0°	+1°	+4,0°	210°
14	206°	100°	5°	120°	3°	-7,8°	-2,2°	-2°	-10,0°	218°
15	194°	290°	4°	310°	2°	+5,2°	-1,2°	+2°	+4,0°	188°

Выводы

1. Внешними факторами, влияющими на перемещение судна, являются *ветер* и *течение*.
2. Направление ветра определяется по правилу → «ветер дует в компас»; течения → «течение из компаса».
3. Угол дрейфа для его учета выбирается из «Таблицы углов дрейфа» РТШ, элементы течения – направление и скорость – из Руководств для плавания и навигационных карт.
4. Правильный учет дрейфа от ветра и течения повышают точность плавания судна в море.

ГЛАВА 9. МОРСКИЕ НАВИГАЦИОННЫЕ КАРТЫ

9.1. Классификация морских карт

9.1.1. Классификация морских карт по их назначению (см. табл. 9.2)

Разнообразие и многочисленность сведений, необходимых для решения задач современного судовождения при различных условиях плавания, не позволяет с нужной подробностью и точностью разместить намеченное и необходимое содержание на морской карте одного типа. Поэтому в практике судовождения выработались 2 основных типа морских карт, определяемых их назначением:

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

I. *Справочные морские карты* (СМК) предназначены для изучения физико-географических и других элементов, которые не могут быть показаны на навигационной морской карте, или являются обобщениями для больших морских районов:

- a. обзорные морские карты масштаба до 1:20.000.000;
- b. карты радиомаяков и радиостанций масштаба до 1:7.000.000;
- c. карты гидрометеорологических элементов масштаба до 1:80.000.000;
- d. карты элементов земного магнетизма масштаба до 1:20.000.000;
- e. карты **радионавигационных систем;**
- f. батиметрические (рельефа дна) карты;
- g. карты морских грунтов;
- h. карты часовых поясов масштаба до 1:50.000.000;
- i. карты телеграфно-телефонных и силовых кабелей;
- j. карты звездного неба;
- k. карты рекомендованных путей;
- l. сборные листы масштаба до 1:20.000.000 и другие СМК.

II. *Вспомогательные морские карты* (ВМК) служат в основном для различных построений и специальных расчетов и, как правило, представляют собой картографическую основу без подробного изображения местности:

- a. морские карты-сетки масштаба до 1:750.000;
- b. бланковые морские карты масштаба до 1:50.000.000;
- c. карты для прокладки дуги большого круга масштаба до 1:10.000.000;
- d. шлюпочные карты (комплект из 6 штук на весь океан);
- e. кодировочные карты масштаба до 1:2.000.000 и другие ВМК.

III. *Навигационные морские карты* (МНК), главным содержанием которых являются элементы навигационно-гидрографической обстановки и предназначены для обеспечения решения задач судовождения. На МНК ведется счисление пути судна, ориентировка в обстановке, определение координат судна, графическое решение ряда других общенавигационных задач во время плавания судна. Эти карты являются основным и наиболее распространенным типом морских карт.

МНК в свою очередь подразделяются на:

- A. → собственно навигационные морские карты (МНК);
- B. → радионавигационные морские карты (РНК);
- C. → навигационно-промысловые морские карты (НПК);
- D. → карты **внутренних водных путей** (КВВП).

МНК составляют основную подгруппу морских карт, непосредственно обеспечивающих безопасность мореплавания. На районы в пределах широт 0° – 85° N и 0° – 85° S такие МНК составляют в нормальной проекции Меркатора, а на приполярные районы – в поперечной проекции Меркатора.

На таких МНК наиболее полно отображаются рельеф дна, характер берегов и вся навигационно-гидрографическая обстановка.

Особенно важно для МНК – соблюдение геометрического подобия, так как оно определяет наглядное соответствие карты местности и масштабной точности, от чего зависит точность графических расчетов, выполняемых на карте.

9.1.2. Классификация морских навигационных карт по их масштабу

Масштаб карты показывает степень уменьшения участка поверхности Земли при изображении его на карте.

Например: М 1:100.000 означает, что 1 мм на карте соответствует 100.000 мм (10 000 см = 100 м ≈ 0,54 км.) на поверхности Земли (1 см ~ 1 км).

Если учесть, что точка, поставленная на карте тонко очиненным карандашом, не превышает в поперечнике ≈ 0,2 мм, тогда для путевой навигационной карты масштаба М = 1:300.000 **предельная точность масштаба** (ПТМ) будет равна 300.000 мм · 0,2 = 60 м.

Следовательно, по данной карте не может быть измерено расстояние менее 60 м.

Выбор масштаба МНК обусловлен удалением от берега пути следования судна. Обычно по мере приближения к берегу условия плавания усложняются, возможность выбора курсов ограничивается, количество навигационных опасностей увеличивается. Поэтому, для обеспечения плавания вблизи берегов, на МНК необходимо иметь большую подробность в элементах их содержания. Это, а также повышение требований к точности графической работы на МНК, обуславливает выбор более крупных масштабов таких карт по сравнению с МНК районов моря, отдаленных от берегов.

Таким образом, МНК должны отображать особенности плавания в различных условиях, и в зависимости от таких условий эти карты составляют в различных масштабах и насыщают соответствующим содержанием.

По масштабам МНК делят на 4 вида (см. табл. 9.1):

1. → *генеральные;*
2. → *путевые;*
3. → *частные;*
4. → *навигационные морские планы (НМП).*

Характеристика морских навигационных карт

Таблица 9.1.

Вид МНК и НМП	Назначение	Масштаб	Предельная точность масштаба
Генеральные (общие) МНК	→ для общего изучения условий плавания по маршруту перехода судна;	1:5.000.000 1:3.500.000	1000 м 700 м
	→ для общих навигационных расчетов;	1:3.000.000 1:2.500.000	600 м 500 м
	→ для предварительной навигационной прокладки пути судна;	1:2.000.000 1:1.500.000	400 м 300 м
	→ для навигационной прокладки пути судна при большом удалении от берегов (океанское плавание);	1:1.000.000 1:500.000	200 м 100 м
Путевые МНК	→ для обеспечения ведения исполнительной навигационной прокладки при плавании вдоль побережий в значительном удалении от берегов и вне его видимости;	1:500.000	100 м
		1:300.000	60 м
		1:250.000	50 м
		1:200.000	40 м
		1:150.000	30 м
1:100.000	20 м		
Частные МНК	→ для обеспечения подхода судна к берегу с моря;	1:50.000	10 м
	→ для обеспечения плавания судна в непосредственной близости от берега или в стесненных условиях (в узкостях, шхерах и т.д.);	1:40.000	8 м
		1:30.000	6 м
		1:25.000	5 м
	→ для обеспечения навигационной безопасности плавания при входе судна в порты, гавани, бухты, на якорные места, рейды и т.д.;	1:25.000 1:20.000 1:10.000	5 м 4 м 2 м

Навигационные морские планы (НМП)	→ для обеспечения навигационной безопасности плавания судна: при перемещениях, швартовке и постановке на якорь судна внутри акваторий порта, гавани, бухты и т.д.;	1:7.500	1,5 м
		1:7.000	1,4 м
		1:6.000	1,2 м
		1:5.000	1,0 м
		1:4.000	0,8 м
	→ для обеспечения производства гидротехнических и дноуглубительных работ.	1:3.000	0,6 м
		1:2.500	0,5 м
		1:2.000	0,4 м
		1:1.000	0,2 м
		1:500	0,1 м

По внешнему виду НМП отличаются от МНК тем, что его рамка не «разбита» на градусы и дуговые минуты, а промежуточные меридианы и параллели не проведены. Но на каждом НМП есть масштаб:

- по широте φ (в м. милях и их долях) → для снятия широты (φ) и измерения расстояний (S);
- по долготе λ (в экваториальных милях) → для снятия долготы (λ) точки.

Радионавигационные морские карты (РНК).

РНК – это МНК, дополнительным элементом **нагрузки** которых является сетка изолиний, предназначенная для определения места судна с помощью радионавигационных систем (РНС). РНК могут быть нагружены данными о различных поправочных величинах и пояснениями, облегчающими использование новейших радионавигационных систем. Масштаб РНК подбирают так, чтобы его предельная точность (длина линии на местности, соответствующая длине отрезка на карте или плане, равной 0,2 мм) соответствовала точности определения места по данной РНС. **Средняя квадратическая погрешность (СКП)** положения точек изолинии относительно ближайших координатных линий составляет примерно $\pm 0,5$ мм.

Сетки изолиний на РНК могут быть:

1. → стадиометрические (РС);
2. → гиперболические (РГ);
3. → азимутальные (РА).

Для каждой РНС РНК имеют следующие добавления к их номеру:

- ⇒ РСДН-3, «Чайка» → ДН
- ⇒ «Марс-75» → МС
- ⇒ «Брас», РС-10 → БР
- ⇒ «Лоран-А» → ЛА
- ⇒ «Лоран-С» → ЛС
- ⇒ «Декка» → ДК

Навигационно-промысловые морские карты (НПК).

НПК – это МНК с дополнительной нагрузкой, обеспечивающей решение различных задач, связанных с использованием природных ресурсов (содержат сведения о: господствующих поверхностных и придонных течениях; · температуре и солености морской воды; · промысловых опасностях; · границах рекомендованных промысловых районов; · путях горизонтальной миграции рыб; · промысловых квадратах; · границах территориальных вод и запретных для промысла районов и другие специальные сведения).

По назначению и содержанию различают:

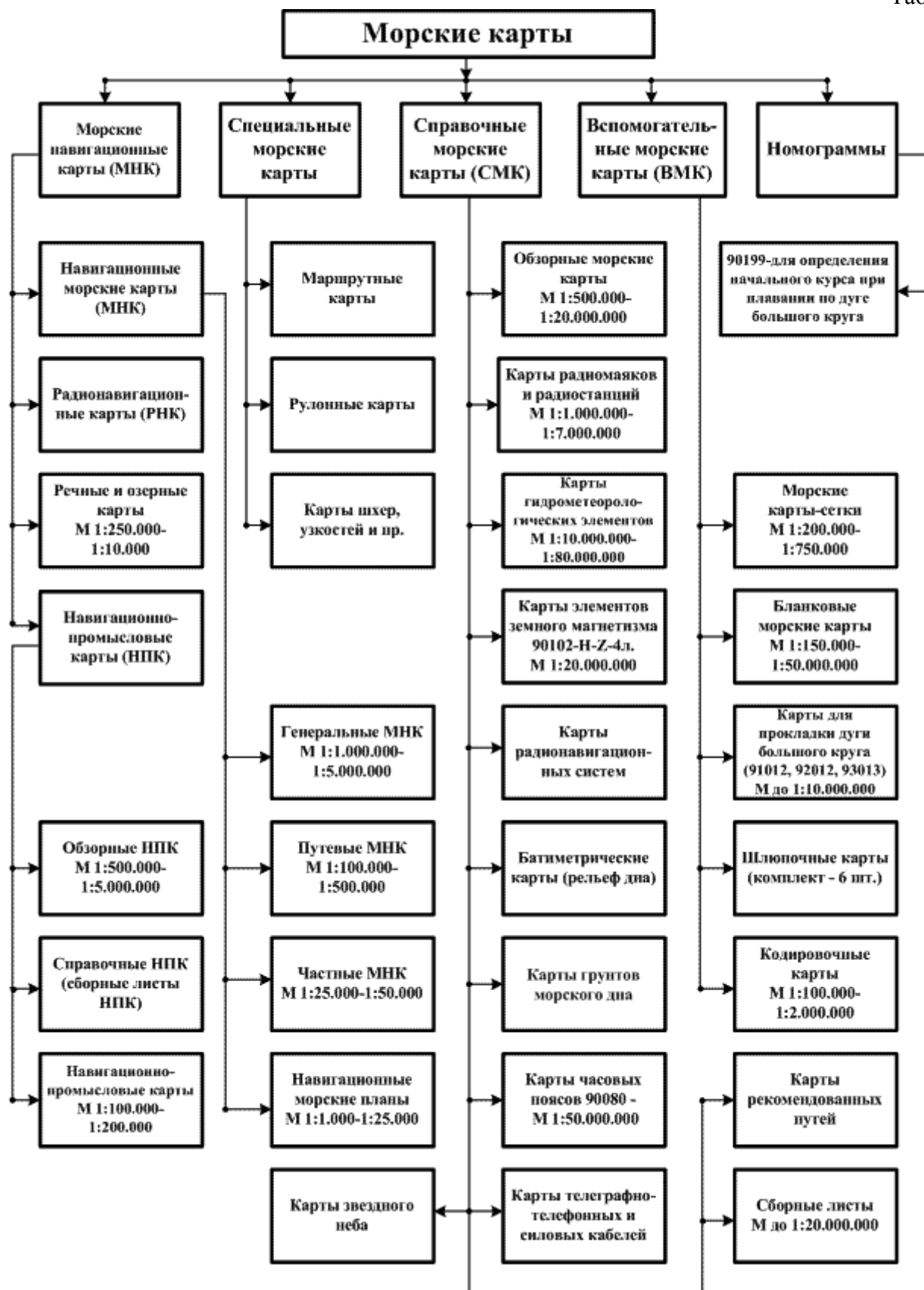
1. · обзорные НПК;
2. · собственно НПК;
3. · справочные НПК.

1) Обзорные НПК (масштаба 1:500.000-5.000.000) служат для общего изучения условий промысла, выполнения на них предварительной прокладки пути судна (счисление пути судна вести нельзя).

2) Собственно НПК (масштаба 1:100.000÷1:200.000) обеспечивают эффективность и безопасность промышленного плавания судов в открытом море и вблизи берегов. На них ведется графическое счисление пути судна. От путевых МНК они отличаются лишь наличием элементов специального содержания.

Классификация морских карт

Таблица 9.2



9.1.3. Требования, предъявляемые к морским картам

3) **Справочные НПК (сборные листы НПК)** представляют собой вспомогательные карты границ районов и квадратов, карты гидробиологических элементов, характеризующие размещение того или иного объекта добычи в описываемых ими водоемах и пр.

Карты внутренних водных путей (КВВП).

КВВП предназначены для обеспечения безопасного плавания на судоходных для морских судов озерах и реках. По математической основе, элементам содержания и условным обозначениям не имеют отличий от МНК. Их масштаб обычно 1:100.000÷1:250.000 (озера и водохранилища).

Речные карты представляют собой изображения рек с их берегами и береговой топографией, рельефом дна, отметками глубин и изобатами, судовым ходом (с указанием км) и другими элементами. Их масштаб обычно от 1:100.000 до 1:10.000 и крупнее.

К морским картам предъявляются следующие требования:

1. → должны обладать геометрической точностью, соответствующей назначению карты;
2. → быть достоверными по содержанию;
3. → иметь простое и хорошо читаемое изображение нанесенной нагрузки и, прежде всего, объектов, имеющих навигационное значение;
4. → составляться в таких картографических проекциях, которые позволили бы наиболее удобно и просто выполнять необходимые графические построения и расчеты для решения задач судовождения;
5. → быть пригодными для нанесения на них специальных объектов, сеток и других элементов, необходимых для навигационных расчетов;
6. → отражать действительность с подробностью, отвечающей их назначению;
7. → печататься на бумаге, имеющей незначительную деформацию в условиях хранения на судне и допускающей многократное применение карандаша и резинки;
8. → иметь формат, удобный для использования в условиях штурманской рубки.

9.2. Степень доверия к морским навигационным картам

9.2.1. Критерии качества морской навигационной карты

Критерием качества карты служит, главным образом, источник, по которому она составлена. Техника гидрографических работ и методы геодезических наблюдений позволяют в настоящее время производить определение координат опорных пунктов с точностью до десятых долей метра. **Карты, составленные по работам более поздних экспедиций, являются более точными. Чем позже составлена карта, тем большего доверия она заслуживает.**

Для всех отечественных карт используется единая геодезическая основа, отсчитываемая от координат Пулковской обсерватории и отнесенная к референц-эллипсоиду Красовского ($a = 6\,378\,245$ м, $b = 6\,356\,863$ м, сжатие 1/298,3) и счетом долгот от Гринвичского меридиана.

Погрешности в нанесении знаков и береговой черты иногда могут иметь место на островах, где визуальная привязка к материку невозможна. Астрономические и радиотехнические методы привязки могут дать погрешность **более 0,1 мили** (> 1,0 кб.).

Степень доверия к карте определяется и полнотой нанесенной нагрузки.

С помощью специальных условных знаков на картах указаны:

А. → Рельеф и грунт морского дна.

О рельефе дна можно судить **по густоте нанесенных изобат** – линий равных глубин. Погрешность нанесенной глубины составляет $\approx 2\%$ (для $H_k = 1000$ м погрешность не более ± 20 м).

За начало отсчета глубин (**нуль глубин**) на морях **без приливов** принят **средний многолетний уровень моря (СМУ)**; на морях с приливами, высота которых $\geq 0,5$ м – **наинизший теоретический уровень (НТУ)**, соответствующий наинизшему из возможных уровней моря.

Для получения действительной глубины моря в данный момент указанные на карте глубины исправляют:

→ на морях без приливов → только метеорологической поправкой;

→ на морях с приливами → метеорологической и приливной поправками.

Густота нанесения глубин может быть критерием для оценки качества промера. Следует считать, что в районе, где глубины не нанесены, можно встретить сколь угодно малую глубину и поэтому плавание **в районе с такими «белыми пятнами» сопряжено с опасностью.**

Частое и равномерное нанесение глубин, отсутствие «белых пятен», наличие и непрерывность изобат, показывают, что промер произведен подробно.

Плавный рельеф, отсутствие банок и островов наиболее благоприятны для судовождения. Сложный рельеф, «скачки» глубин, банки и острова требуют от судоводителей особой осторожности.

Глубины прибрежного и морского промера нанесены на карту с погрешностью $\approx \pm 2$ м. Точность океанского промера еще ниже. Точность показания на карте глубин до 20 м характеризуется погрешностью от $\approx \pm 0,3$ до $\pm 0,7$ м и зависит от характера рельефа и колебаний уровня моря.

Достоверные и частые отметки характеристики грунтов повышают ценность карты, особенно при выборе места якорной стоянки. Следует помнить, что на МНК показывают только поверхностные грунты, которые могут покрывать каменистую основу. Наиболее опасен каменистый грунт. Резкое изменение глубин свидетельствует о валунной россыпи на грунте песчаного характера.

Б. → Береговая зона и элементы суши.

Береговая линия, в зависимости от назначения и масштаба, изображается с различной подробностью. Элементы суши, не выражающиеся в масштабе карты, показывают с помощью условных знаков. **Береговая линия для морей без приливов на МНК изображается одной линией; для морей с приливами – двумя (1. → урез воды при самом низком уровне моря – линия осушки; 2. → соответствует уровню ПВ).**

Все элементы суши (острова, полуострова, мысы, косы, стрелки, выступы и т.п.) используемые как навигационные ориентиры, наносятся с максимально возможной полнотой и точностью.

В. → Средства навигационного оборудования (СНО).

Береговые СНО, плавучие маяки и навигационные ориентиры наносят на МНК с точностью, отвечающей предельной точности масштаба (ПТМ) карты (см. табл. 9.3).

Таблица 9.3.

Масштаб карты	1:1.000.000	1:500.000	1:200.000	1:100.000	1:50.000	1:25.000	1:10.000	1:500
ПТМ карты (м)	200	100	40	20	10	5	2	0,1

Плавучие знаки не служат опорными пунктами для определения по ним места судна и наносятся с меньшей точностью. Чем сложнее район плавания, тем больше будет показано приметных с моря объектов для визуальных наблюдений. Использование для ориентировки вершин гор, характерных скал должно быть проконтролировано наблюдениями по маякам и знакам.

Для определения места судна следует использовать только те приметные береговые ориентиры, положение которых на карте обозначено окружностью красного цвета – **навигационный ориентир.**

На разных категориях МНК СНО показывают с различной подробностью в соответствии с навигационной характеристикой района, назначением карты и ее масштабом. **Чем мельче масштаб карты, тем меньше сведений** помещается около маяков.

Например: на крупномасштабной карте характеристика маяка – «Гр.Пр. (3) (6, 5с) 20М РМ^к» сокращена до «ГрПрРМ^к» на карте мелкого масштаба для этого же маяка.

Чем крупнее масштаб, тем больше подробностей на ней нанесено, тем выше будет точность прокладки и наблюдений.

Г. → Прочие элементы нагрузки и надписи.

На картах наносятся государственные границы и демаркационные линии, элементы земного магнетизма, сведения о приливо-отливных течениях, границы опасных и запретных для плавания районов, фарватеры, рекомендованные пути и другие сведения.

9.2.2. «Подъем» морской навигационной карты

При плавании в узкости или вблизи берега целесообразно сделать карту более наглядной и удобной, или, как принято говорить, **произвести «подъем» карты. Подъем карты включает в себя дополнительное нанесение на карту (как минимум) следующих необходимых сведений:**

1. → **дальность видимости маяков** – дугами окружностей (для высоты мостика);
2. → **опасные секторы**, закрашиваемые красным цветом;

3. → **ограждающие линии положения** (пеленг, дистанция, изобата и др.);
4. → **границы территориальных вод**;
5. → **опасные в минном отношении районы**;
6. → **рекомендованные пути** для распределения движения судов;
7. → **фарватеры и рекомендованные курсы**;
8. → **запретные, опасные или ограниченные для плавания**, постановки на якорь районы и трассы кабелей;
9. → **радиомаяки с указанием их номера согласно РТСНО** (и характеристика их работы);
10. → **пеленги и расстояния перехода на очередную карту**;
11. → **склонение приводится к году плавания** (указанное на карте значение магнитного склонения d перечеркивается красной линией, а под ним пишется простым карандашом значение магнитного склонения d_{ϕ} приведенное к году плавания);
12. → **ограничивающие изолинии** (пеленги, **изостадии** и др.) в узкостях, на подходах к ним и к навигационным опасностям;
13. → **ограничительные изобаты**, отражающие изобаты и опасные глубины в районах, прилегающих к маршруту перехода;
14. → **побережье и ориентиры, приметные в радиолокационном отношении** (обычно коричневым цветом);
15. → **места разрешенных якорных стоянок и порты (места) укрытия**;
16. → **предвычисляются на планируемое время перехода** и надписываются в соответствующих местах карты время и высоты **полных** и **малых** вод, а для мелководных участков строится график приливов.

9.2.3. Оценка морской навигационной карты судоводителем

Перед тем, как воспользоваться МНК, судоводитель обязан подвергнуть всестороннему внимательному изучению все элементы ее содержания и, как следствие такого анализа, **дать оценку карте с точки зрения ее пригодности для решения конкретной навигационной задачи.**

Задача судоводителя состоит в том, чтобы, изучив карту и выяснив ее достоинства и недостатки, затем действовать так, чтобы достоинства способствовали лучшему решению практических задач, а недостатки или совершенно не оказывали влияния на решение этих задач или были бы максимально учтены.

Слепое доверие к МНК и ее необоснованная переоценка со стороны судоводителя могут привести к неверным выводам и даже к навигационной ошибке, ведущей иногда к тяжелой аварии и даже гибели судна.

Большим доверием пользуется МНК более крупного масштаба, составленная по материалам более поздних исследований, более позднего года издания, откорректированная по всем последним (и предыдущим тоже) извещениям мореплавателям и другим корректурным документам, содержащая данные о магнитном склонении более поздней эпохи.

Необходимо помнить, что ссылка на незнание об опубликованных в извещениях или переданных по радио сведениях не освобождает мореплавателя от ответственности за аварию или любое другое происшествие, вызванное несоблюдением объявленных в этих документах правил или пренебрежением к приведенным в них сведений.

Рекомендации и меры предосторожности:

1. → **плавая в прибрежных районах, пользоваться картами самого крупного масштаба** (из имеемых на судне на данный район);
2. → **при расхождении навигационных сведений, даваемых картой и лодией, принимать за основу карту самого крупного масштаба с последней и полной **корректурой****;
3. → **при пользовании картами, на которых имеются «белые пятна», учитывать, что в местах «белых пятен» глубины не измерялись и здесь можно встретить малые глубины**;
4. → **с осторожностью относится к картам, на которых не показаны изобаты**;
5. → **избегать отдельных отличительных глубин, меньших по сравнению с окружающими**;
6. → **считать изобату 20 м предостерегающей для судов с большой осадкой, а 10 м – для судов с малой осадкой**;
7. → **без особой надобности не заходить за ограждающие изобаты, а в случае неизбежного захода принимать дополнительные меры предосторожности.**

9.3. Условные знаки морских карт. Чтение карты

Любая навигационная карта представляет из себя лист специальной бумаги определенного формата, на который специальным образом нанесен участок поверхности Земли с необходимой для судоводителя информацией.

1) Заголовок карты.

В нем указывается наименование моря (океана) и его участок.

Например: «Черное море. Кавказский берег. От Анапы до Туапсе».

2) Масштаб карты.

Числовой масштаб карты показывает степень уменьшения участка поверхности Земли при изображении его на данной карте.

Например: «Масштаб 1:200.000 по параллели 44°» означает, что 1 мм на карте соответствует 200.000 мм = 20.000 см = 200 м \approx 1,08 кб. на поверхности Земли (в 1 см карты \rightarrow 2 км реальной поверхности Земли).

Масштаб карты характеризуется предельной точностью. Если учесть, что точка, поставленная на карте тонко отточенным карандашом, имеет в поперечнике 0,2 мм, тогда для путевой карты масштаба 1:200.000 предельная точность масштаба будет $200.000 \cdot 0,2 \text{ мм} = 40 \text{ м}$. Следовательно, по данной карте не может быть измерено расстояние менее 40 м.

3) Методика отсчета глубин.

То есть указывается – от какого уровня показаны на этой карте глубины.

Например: «Глубины в метрах приведены к среднему многолетнему уровню моря».

4) Данные о магнитном склонении.

Указывается величина магнитного склонения, его годовое изменение и к какому году оно приведено.

Например: «Магнитное склонение приведено к 1988 г., годовое увеличение 0,02°».

Адмиралтейский номер карты. Состоит из 5-ти (или 4-х) цифр и проставляется крупным шрифтом за рамкой карты в каждом ее углу.

Например: «32105 (или 3206)».

Номер оттиска (для карт с грифом ДСП).

Год печати, отметки о судовой корректуре (под нижней рамкой карты).

Предупреждения (под заголовком карты).

Картографическая сетка морской навигационной карты представляет собой взаимно перпендикулярные линии параллелей и меридианов проведенные через определенные промежутки. Оцифровка координат приводится на боковых рамках карты – широта; на верхней и нижней – долгота. Обе шкалы (широты и долготы) оцифрованы в соответствии с масштабом карты.

Если значение широты увеличивается от нижней рамки к верхней – карта относится к северному полушарию, а если уменьшается – к южному полушарию.

Если значение долготы увеличивается слева направо – долгота восточная, если уменьшается – западная.

Если на данной МНК находится Гринвичский меридиан ($\lambda = 0^\circ$), то вправо от него долгота восточная (E), а влево – западная (W).

Если на МНК находится меридиан 180° ($\lambda = 180^\circ$), то вправо от него долгота западная (W), а влево – восточная (E).

При работе на карте необходимо, прежде всего, уяснить и знать цену деления верхней (нижней) и боковых рамок карты.

Длина отрезка боковой рамки карты (меридиана), численно равная одной минуте широты, есть морская миля, то есть единица длины, принятая в судовождении.

Морская миля в виде линейного масштаба нанесена на широтной (боковых) рамке карты и используется для определения значений широт и расстояний при работе на данной карте.

Так как длина дуги меридиана в одну минуту величина переменная и зависит от широты места, то и изображение одной морской мили на карте в виде линейной величины есть величина переменная и увеличивается от экватора к полюсам. Поэтому, при измерении расстояний, необходимо использовать ту часть боковой рамки, напротив которой производятся графические построения или расчеты.

Навигационная обстановка.

Морская навигационная обстановка – это обстановка в море, определяемая физико-географическими условиями, наличием и состоянием СНО морей и рекомендациями, регламентирующими движение судов. К ней можно отнести: глубины, характер грунта, приметные ориентиры на берегу, навигационные опасности и др. Вся навигационная обстановка наносится на карту согласно «Условных знаков морских карт и карт внутренних водных путей». Издания ГУНиО. Адм. № 9025.

Например (рис. 9.1):

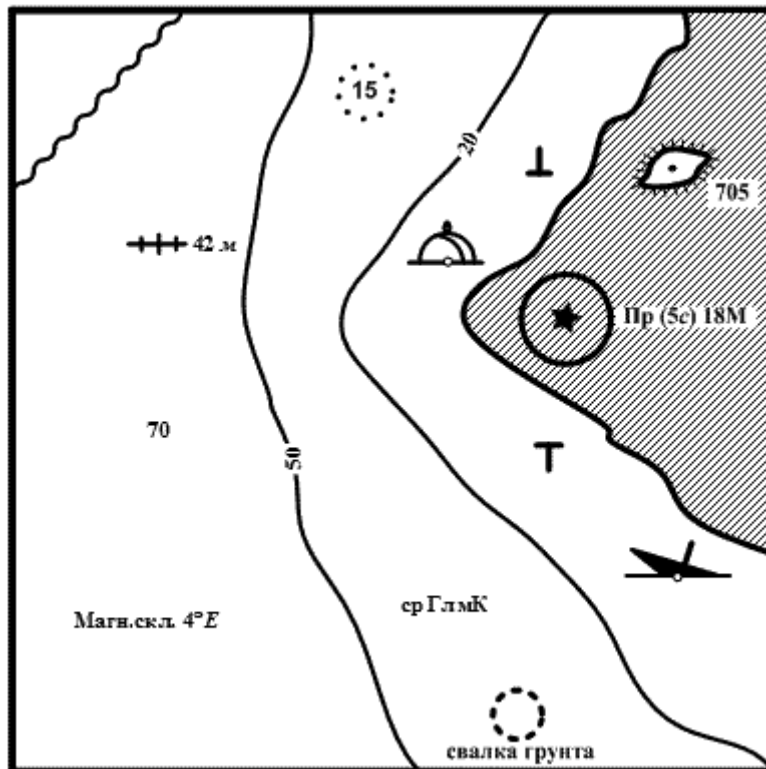
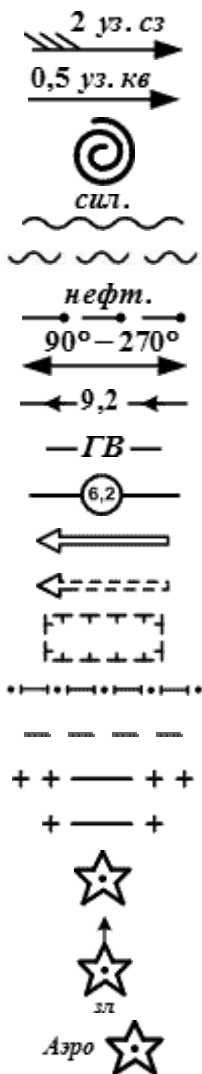


Рис. 9.1. Элементы навигационной обстановки на карте

- | | |
|--|---|
| | → надводный камень; |
| | → подводный камень; |
| | → отдельная вершина горы, высотой 705 м; |
| | → бочка швартовная; |
| | → изобата 20 м; |
| | → изобата 50 м; |
| | → затонувшее судно с частями над водой; |
| | → отметка глубины (70 метров) в данной точке; |
| | → действующий подводный кабель; |
| | → характеристика грунта (серая глина, мелкий камень); |
| | → обозначение маяка и характеристики его огня (проблесковый, период огня 5с, дальность видимости огня для высоты глаза наблюдателя 5 метров – 18 миль); |
| | → отличительная глубина 15 метров; |
| | → затонувшее судно с глубиной над ним 42 метра; |
| | → район свалки грунта; |
| | → значение магнитного склонения ($d = 4^{\circ}E$) в данной точке (районе). |

Значения некоторых условных знаков морских карт

	→ аномальная точка магнитного склонения (<i>d</i>);
	→ береговая линия достоверная;
	→ береговая линия недостоверная;
	→ вершина горы;
	→ пункт триангуляции;
	→ астрономический пункт;
	→ нивелирная марка, репер;
	→ церковь, собор, кирха, костел;
	→ часовня;
	→ памятник, монумент;
	→ буровая вышка;
	→ выброшенное на берег судно;
	→ якорное место;
	→ глубоководное якорное место;
	→ постановка на якорь запрещена;
	→ глубина недостоверная или сомнительная;
	→ глубина над опасностями;
	→ затонувшее судно с глубиной над ним 20 м и менее;
	→ затонувшее судно с глубиной над ним более 20 м;
	→ затонувшее судно с мачтами над водой;
	→ затонувшее судно с указанием глубины над ним;
	→ опасность, положение которой приближенно или сомнительно;
	→ опасность, существование которой сомнительно;
	→ опасность, нанесенная по донесению;
	→ надводная скала (камень) с указанием высоты;
	→ подводная скала (камень) с указанием глубины над ней;
	→ буруны;
	→ сулой;
	→ постоянное течение с указанием его скорости;
	→ переменное течение с указанием его скорости;



- приливное течение с указанием его скорости (в **сизигию**);
- отливное течение с указанием его скорости (в **квадратуру**);
- водоворот;
- силовой подводный кабель;
- недействующий подводный кабель;
- подводный нефтепровод;
- рекомендованный путь с указанием направления движения судов;
- рекомендованный путь с указанием наименьшей глубины;
- рекомендованный глубоководный путь по створу;
- максимальная допустимая осадка судов на рекомендованных путях;
- установленное направление движения судов;
- рекомендованное направление движения судов;
- запретный, опасный или ограниченный для плавания район;
- государственная граница;
- демаркационная линия;
- граница территориальных вод;
- граница прилегающей зоны;
- маяк;
- **светящийся знак** с указанием топовой фигуры и окраски знака;
- аэромаяк;

★ **Инфр Пр 8с 14М**

Згм

Гр Згм

Гр Пр(2)

Дл Пр

ЧПр

Прер ОЧ

Пер Гр Пр (2)

- инфракрасный огонь;
- затмевающийся огонь;
- групповой затмевающийся огонь;
- групповой проблесковый огонь;
- длительнопроблесковый огонь;
- частопроблесковый огонь;
- прерывистый очень частый огонь;
- переменный групповой проблесковый огонь;
- групповой проблесковый огонь, 3 проблеска в группе, период огня 15 секунд, дальность видимости огня 22 мили, звукооповещательное средство – сирена (основное) и колокол (резервное), огонь датчика видимости, радиомаяк и сигнальная станция.

★ **Пр(3) 15с 22М Т(с)**
(к) ог ДВ РМк с.ст.

Степень полноты и подробности содержания карт называют **нагрузкой карты**, которая зависит от назначения и масштаба карты (чем крупнее масштаб карты, тем более подробно нанесена обстановка).

Одним из **требований** руководящих документов к судоводителю, а тем более к вахтенному помощнику капитана является – **умение «читать» карту**. Этот вопрос должен отрабатываться постоянно **самостоятельно на судне по «Условным знакам морских карт и карт внутренних водных путей»** (Адм. № 9025 – изд. ГУНиО МО РФ или Адм. № 902 – изд. Министерства транспорта Украины).

Выводы

1. Навигационные морские карты составляют основную подгруппу морских карт и непосредственно обеспечивают навигационную безопасность мореплавания практически в любом районе Мирового океана.
2. Для обеспечения безопасного судовождения в конкретном районе для графического счисления пути судна используется самая крупномасштабная карта изданная для этого района.
3. Следует всегда помнить, что чем крупнее масштаб карты, тем полнее и подробнее нанесена необходимая для безопасного плавания информация.
4. Для сложных в навигационном отношении районов морская навигационная карта должна быть более наглядной и удобной, что достигается дополнительным выполнением ее «подъема».
5. Слепое доверие к карте и ее необоснованная переоценка со стороны судоводителя могут привести к навигационной ошибке, ведущей иногда к тяжелой аварии и даже гибели судна.
6. Грамотное и полное использование морской навигационной карты для целей судовождения невозможно без умения судоводителя «читать» эту карту.

ГЛАВА 10. КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В НАВИГАЦИИ

10.1. Классификация картографических проекций

Для получения плоского изображения земной поверхности нужно сначала нанести на плоскость систему координатных линий, которая соответствовала бы таким же линиям на сфере.

Имея нанесенную на плоскость систему меридианов и параллелей, можно теперь нанести на эту сетку любые точки Земли.

Картографическая сетка – условное изображение географической сетки земных меридианов и параллелей на карте в виде прямых или кривых линий.

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

Картографические проекции **по характеру искажений** делятся на:

1. **Равноугольные (конформные)** – проекции, не искажающие углов. Сохраняется подобие фигур. Масштаб изменяется с изменением широты (φ) и долготы (λ). Отношение площадей не сохраняется на карте. (о. Гренландия \approx Африке; на самом деле S Африки $\approx 30,1$ млн. км². а S Гренландии $\approx 2,1$ млн. км²., то есть в 13,8 раза больше).
2. **Равновеликие (эквивалентные)** – проекции, на которых масштаб везде одинаков и площади на картах пропорциональны соответствующим площадям на Земле. Равенства углов и подобия фигур не сохраняются. Масштаб длин в каждой точке не сохраняется по разным направлениям.
3. **Произвольные** – проекции, заданные несколькими условиями, но не обладающие ни свойствами равноугольности, ни свойствами равновеликости.

Картографические проекции **по способу построения** картографической сетки делятся на:

1. **Цилиндрические** – проекции, на которых картографическая сетка меридианов и параллелей получается путем проецирования земных координатных линий на поверхность цилиндра, касающегося условного глобуса (или секущего его), с последующей разверткой этого цилиндра на плоскость.
 - **Прямая** цилиндрическая проекция → ось цилиндра совпадает с осью Земли;
 - **Поперечная** цилиндрическая проекция → ось цилиндра перпендикулярна оси Земли;
 - **Косая** цилиндрическая проекция → ось цилиндра наклонена к о си Земли под углом, отличным от 0° и 90° .
2. **Конические** – проекции, на которых проецирование выполняется не на цилиндр, а на конус. По аналогии с цилиндрическими, конические также могут быть прямыми, поперечными или косыми.
3. **Азимутальные** – проекции, в которых меридианы – радиальные прямые, исходящие из одной точки под углами, равными, соответствующим углам в натуре, а параллели – концентрические окружности, проведенные из точки схождения меридианов (*ортографические, внешние, стереографические, центральные, полярные, экваториальные, горизонтные*).

Из всего многообразия картографических проекций, более подробно рассмотрены те из них, которые в той или иной степени применяются в судовождении.

10.2. Поперечная цилиндрическая проекция

Поперечная цилиндрическая проекция применяется для составления морских навигационных карт и карт-сеток на приполюсные районы для $\varphi_r > 75 \div 80^\circ N(S)$.

Как и нормальная цилиндрическая проекция Меркатора (см. п. 6.2), эта проекция является равноугольной (не искажает углы).

При построении и использовании карт в данной проекции применяется система **квазигеографических** координат («квази» (лат.) – как бы»), которая получается следующим образом (рис. 10.1):

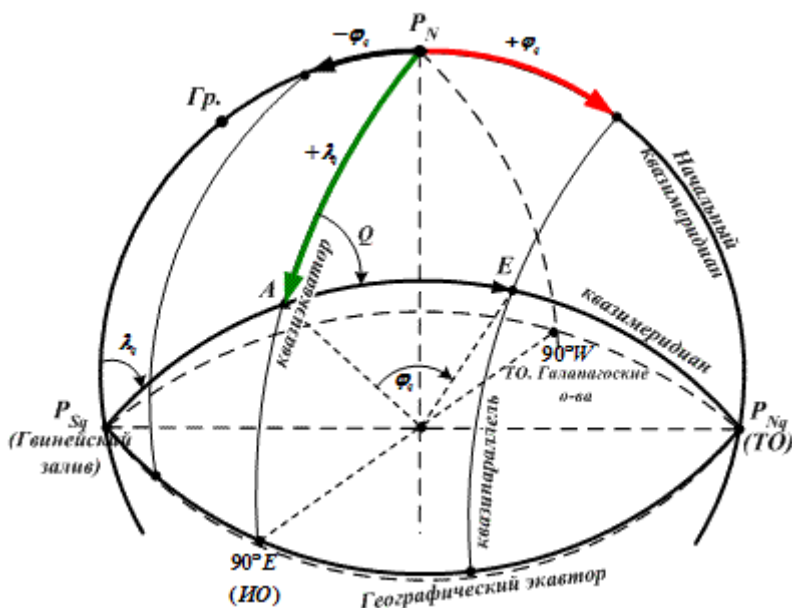


Рис. 10.1. Поперечная цилиндрическая проекция

- Северный полюс условно помещается в точку с координатами: $\varphi_{Г} = 0^\circ$, $\lambda_{Г} = 180^\circ$ (р-н Тихого океана), а южный полюс – в точку с координатами: $\varphi_{Г} = 0^\circ$, $\lambda_{Г} = 0^\circ$ (р-н Гвинейского залива).

Полученные точки называются **квазиполюсами**: P_{Nq} – северным, P_{Sq} – южным.

- Проведя квазимеридианы и квазипараллели относительно квазиполюсов, получим новую систему координат, повернутую на 90° относительно географической.

Координатными осями этой системы будут:

- **начальный квазимеридиан** – большой круг, проходящий через северный географический полюс (P_N) и квазиполюсы (P_{Nq} и P_{Sq}), он совпадает с географическим ($\lambda_{Г} = 0^\circ$ и $\lambda_{Г} = 180^\circ$) Гринвичским (начальным) меридианом;
- **квазиэкватор** – большой круг, проходящий через географический полюс (P_N) и точки на экваторе с долготами: $\lambda_{Г} = 90^\circ E$ (р-н Индийского океана) и $\lambda_{Г} = 90^\circ W$ (р-н Галапагоских островов).

Координатными линиями этой системы являются:

- **квазимеридианы** – большие круги, проходящие через квазиполюсы;
- **квазипараллели** – малые круги, плоскости которых параллельны плоскости квазиэкватора.

Положение любой точки на поверхности Земли на картах в поперечной цилиндрической проекции определяется **квазиширотой** (φ_q) и **квазидолготой** (λ_q).

- Квазиширота** (φ_q) → угол при центре Земли (шара) между плоскостью квазиэкватора и радиусом, проведенным в данную точку земной поверхности. Квазиширота определяет положение квазипараллелей; отсчитывается от квазиэкватора к квазиполюсам: к $P_{Nq} \rightarrow +\varphi_q$ и к $P_{Sq} \rightarrow -\varphi_q$ от 0° до 90° .
- Квазидолгота** (λ_q) → двугранный угол при квазиполюсе между плоскостями начального квазимеридиана и квазимеридиана данной точки. Квазидолгота определяет положение квазимеридианов; отсчитывается от географического полюса P_N по квазиэкватору к востоку ($+\lambda_q$) и к западу ($-\lambda_q$) от 0° до 180° .

Началом отсчета квазигеографических координат является географический северный полюс (т. P_N).

Основные уравнения поперечной цилиндрической равноугольной проекции имеют вид:

$$x = R \cdot \ln \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi_q}{2} \right); \quad y = R \cdot \lambda_q; \quad m = n = \sec \varphi_q \quad (10.1)$$

где

$$R = \sqrt{M \cdot N} \quad (10.2)$$

– радиус Земли (m);

m и n – частные масштабы по квазимеридиану и квазипараллели.

$$M = \frac{a \cdot (1 - e^2)}{(1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi)^{3/2}} \quad (10.3)$$

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi)^{1/2}} \quad (10.4)$$

где $a = 3437,74'$.

Для эллипсоида Красовского: $a = 6378245$ м.

Переход от географических координат к квазиординатам выполняется по формулам:

$$\sin \varphi_q = -\cos \varphi \cdot \cos \lambda; \quad \operatorname{tg} \lambda_q = \operatorname{ctg} \varphi \cdot \sin \lambda \quad (10.5)$$

$$\sin \varphi = -\cos \varphi_q \cdot \cos \lambda_q; \quad \operatorname{tg} \lambda = -\operatorname{ctg} \varphi_q \cdot \sin \lambda_q \quad (10.6)$$

Прямой линией на такой карте изображается квазиллоксодромия, пересекающая квазимеридианы под одним и тем же квазикурсом K_q (рис. 10.2).

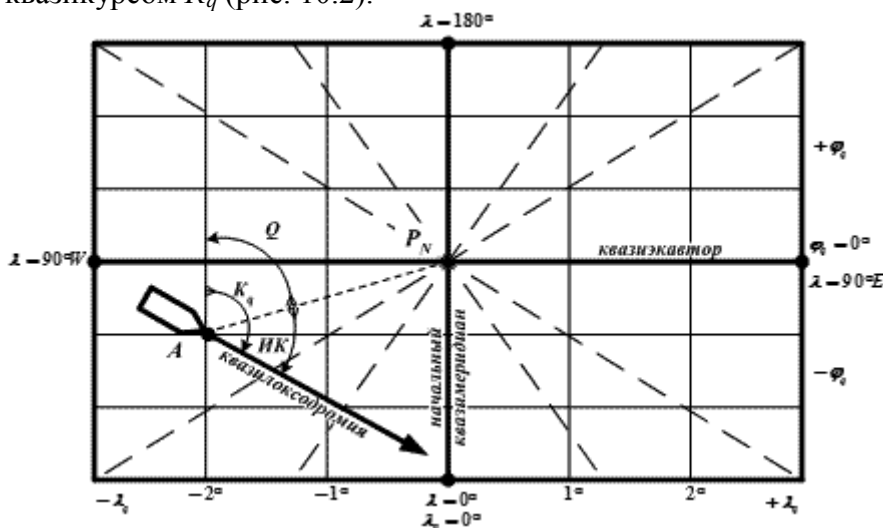


Рис. 10.2. Квазиллоксодромия

Локсодромия, вследствие кривизны географических меридианов, сходящихся на полюсе, будет изображаться кривой линией, обращенной выпуклостью к экватору.

Ортодромия же представит собой кривую малой кривизны, обращенную выпуклостью в сторону ближайшего квазиполюса.

Таким образом, при построении квазигеографической сетки карты используются формулы, аналогичные формулам для нормальной проекции Меркатора с заменой в них географических координат квазигеографическими.

Главный масштаб карт и карт-сеток относят к квазиэкватору.

Географические меридианы изображаются кривыми, близкими к прямым линиям.

Географические параллели изображаются кривыми линиями, близкими к окружностям.

Квазикурс (K_q) – угол между квазисеверной частью квазимеридиана и направлением носовой части продольной оси судна (отсчитывается по часовой стрелке от 0° до 360°).

Для перехода от географических направлений к направлениям в квазигеографической системе координат используется угол перехода Q – угол между географическим меридианом и квазимеридианом, значение которого можно получить из треугольника $AP_N P_{Nq}$ (рис. 10.1).

$$\frac{\sin Q}{\sin 90^\circ} = \frac{\sin(180^\circ - \lambda)}{\sin(90^\circ - \varphi_q)}; \quad \sin Q = \frac{\sin \lambda}{\cos \varphi_q};$$

$$Q = \arcsin \left[\frac{\sin \lambda}{\cos \varphi_q} \right] \quad \text{или} \quad Q = \arcsin \left[-\frac{\sin \lambda}{\cos \varphi_q} \right]. \quad (10.7)$$

$$K_q = IK - Q \quad (10.8)$$

В широтах $>80^\circ$, когда $\cos \varphi_q \approx 1$, получим:

$$\sin Q = \sin \lambda \quad (10.9)$$

т.е. в высоких широтах угол перехода практически равен долготе точки.

Прокладка курса на такой карте относительно географических или квазигеографических меридианов осуществляется по формуле:

$$IK = K_q + \lambda; \quad K_q = IK - \lambda \quad (10.10)$$

Для прокладки расстояний необходимо пользоваться специальными вертикальными шкалами с линейным масштабом в морских милях, находящимися за боковыми рамками карт.

Для приполюсных районов Северного Ледовитого океана (СЛО) издаются карты М 1:500.000, на которых **красным цветом** нанесены квазипараллели, а **черным цветом** – географические меридианы и параллели с двойной оцифровкой красным и зеленым цветом. Это позволяет использовать карту-сетку в двух районах, симметричных относительно географических меридианов $0^\circ \dots 180^\circ$ и $90^\circ E \dots 90^\circ W$.

По аналогии с нормальной проекцией Меркатора на картах и картах-сетках в поперечной проекции Меркатора прямой линией изображается **квазилоксодромия** – кривая на поверхности Земли, пересекающая квазимеридианы под постоянным углом K_q (при $\varphi_q \leq 15^\circ$ ее можно принимать за кратчайшую линию).

Уравнение квазилоксодромии:

$$\lambda_{q2} - \lambda_{q1} = \operatorname{tg} K_q \cdot (D_{q2} - D_{q1}) \quad (10.11)$$

где $\lambda_{q2} - \lambda_{q1}$ – разность квазидолгот точек;

$D_{q2} - D_{q1}$ – разность квазимеридиональных частей (табл. 26 «МТ-75» или табл. 2.28а «МТ-2000»).

Уравнение (10.11) используется при аналитическом счислении в квазигеографической системе координат.

Если известен главный масштаб карты или карты-сетки

$$M_G = 1 : C_G \quad (10.12)$$

по квазиэкватору, то частный масштаб

$$M_T = 1 : C_T \quad (10.13)$$

в точке с квазиширотой φ_q вычисляется по формуле:

$$M_T = M_G \cdot \sec \varphi_{qT} \quad (10.14)$$

или

$$C_T = C_G \cdot \cos \varphi_{qT} \quad (10.15)$$

(масштаб карт увеличивается по мере удаления от квазиэкватора).

10.3. Перспективные картографические проекции

Перспективные проекции применяются для составления некоторых справочных и вспомогательных карт (обзорные карты обширных районов, ортодромические карты, ледовые карты и пр.).

Эти проекции представляют собой частный случай **азимутальных** проекций.

(**Азимутальные проекции** – проекции, в которых меридианами являются радиальные прямые, исходящие из одной точки (центральной точки) под углами, равными соответствующим углам в натуре, а параллели – концентрические окружности, проведенные из точки схождения меридианов).

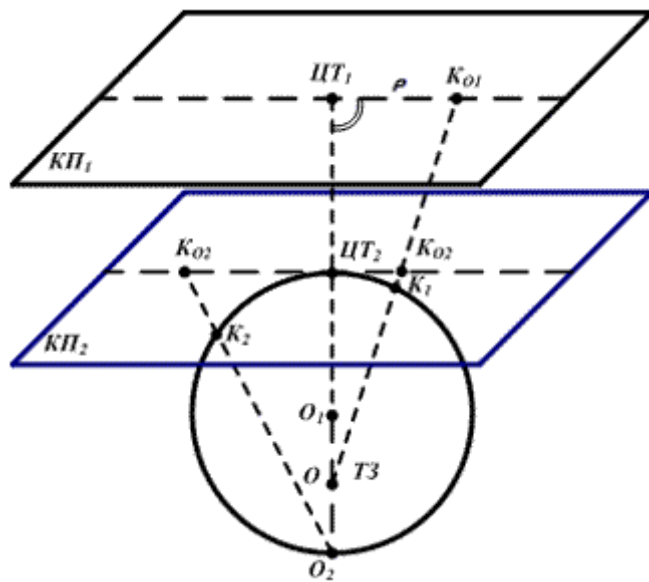


Рис. 10.3. Перспективные проекции

В перспективных проекциях (рис. 10.3) поверхность Земли (сферы) переносится на картинную плоскость методом проецирования с помощью пучка прямых, исходящих из одной точки – **точки зрения** (ТЗ).

Картинная плоскость может отстоять от поверхности сферы на некотором расстоянии ($K\Pi_1$), касаться сферы ($K\Pi_2$), или пересекать ее.

Точка зрения (т. O) лежит в одной из точек на перпендикуляре к картинной плоскости, проходящем через центр сферы.

Точку пересечения картинной плоскости с перпендикуляром называют **центральной точкой карты** (ЦТ).

В зависимости от положения точки зрения (ТЗ) одна и та же точка (т. K_0) будет отстоять на различных расстояниях ρ от ЦТ карты, что и будет определять характер искажений, присущих данной проекции.

Наиболее распространенными перспективными проекциями являются – **гномоническая (центральная) и стереографическая**.

В гномонической проекции точка зрения (ТЗ) совпадает с центром сферы (ТЗ → в т. O_1).

Сетка меридианов и параллелей карты строится по формулам, связывающим прямоугольные координаты точек с их географическими координатами.

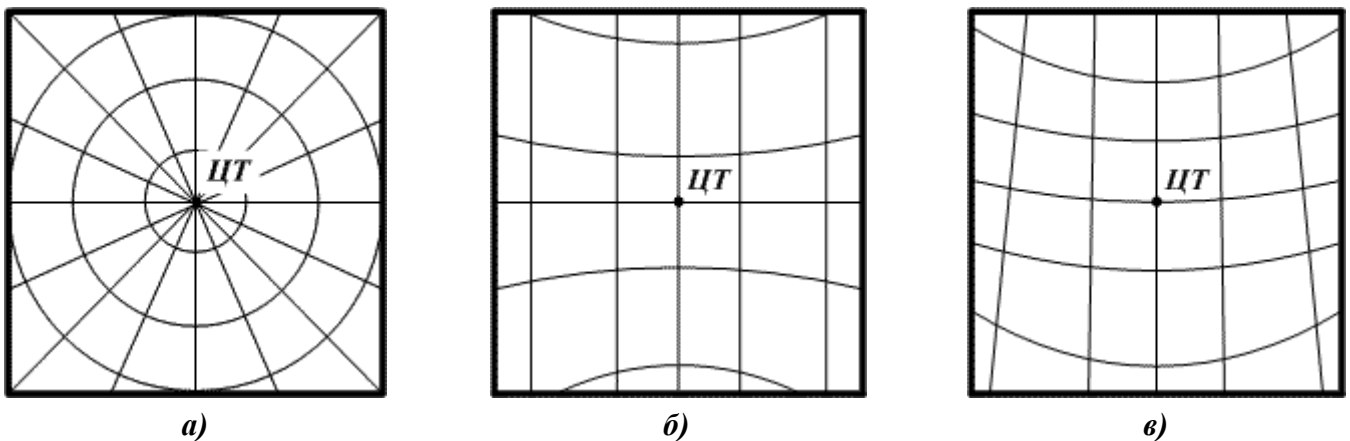


Рис. 10.4. Гномонические проекции

В зависимости от положения центральной точки (ЦТ) карты, гномоническая проекция может быть (рис. 10.4):

- a. → **нормальной (полярной)** – если центральная точка (ЦТ) совмещена с географическими полюсом (рис. 10.4а);
- b. → **экваториальной (поперечной)** – если центральная точка (ЦТ) расположена на экваторе (рис. 10.4б);
- c. → **косой** – если центральная точка (ЦТ) расположена в некоторой промежуточной широте (рис. 10.4в).

Общие свойства карт в гномонической проекции:

1) → **большие искажения как формы, так и размеров** фигур, возрастающие по мере удаления от центральной точки (ЦТ) карты, поэтому измерение расстояний и углов на такой карте затруднено.

Измеряемые по карте углы и расстояния, называемые **гномоническими**, могут довольно значительно отличаться от истинных значений, вследствие чего для точных измерений карты в данной проекции не применяются;

2) → **отрезки дуги большого круга (ортодромии) изображаются** прямыми линиями, что позволяет использовать гномоническую проекцию при построении ортодромических карт.

Карты в гномонической проекции строятся, как правило, в мелких масштабах для участков поверхности Земли меньше полушария, а сжатие Земли не учитывается.

В **стереографической проекции картинная плоскость касается поверхности сферы, а точка зрения (ТЗ) расположена в т. O_2** (рис. 10.3), являющейся антиподом точки касания. Эта проекция равноугольная, однако, для решения навигационных задач она неудобна, так как основные линии – локсодромия и ортодромия – изображаются в этой проекции сложными кривыми.

Стереографическая проекция является одной из основных для построения справочных и обзорных карт обширных территорий.

10.4. Равноугольная картографическая проекция Гаусса

10.4.1. Общие положения

Равноугольная проекция Гаусса применяется для **составления топографических и речных карт, а также и планшетов.**

Основной картографической сеткой этой проекции является **сетка прямоугольных координат.**

В прямоугольной системе координат проекции Гаусса вся поверхность земного эллипсоида **разбита на 60 6-ти градусных зон**, ограниченных меридианами, каждая из которых имеет свое начало координат – точку пересечения **осевого меридиана зоны с экватором.**

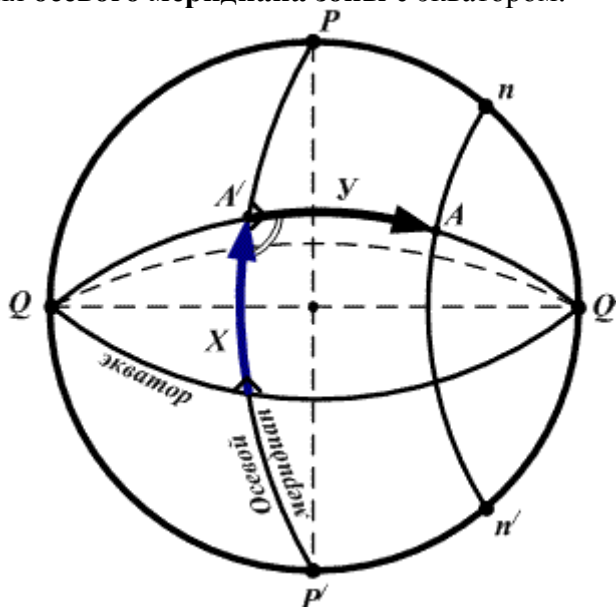


Рис. 10.5. Равноугольная проекция Гаусса

Счет зон вводится от Гринвичского меридиана к *E* от № 1 до № 60. Любую заданную точку в пределах зоны (т. *A* – рис. 10.5) получают в пересечении 2-х координатных линий:

1. → дуги эллипса nAn' , параллельной осевому меридиану зоны и
2. → кратчайшей линии AA' , проведенной из данной точки *A* перпендикулярно осевому меридиану.

За начало координат в каждой зоне принимается точка пересечения осевого меридиана с экватором. Удаление точки *A'* (основание перпендикуляра) от экватора определяется **абсциссой *X***, а удаление малого круга nn' от осевого меридиана – **ординатой *Y***.

Абсциссы *X* во всех зонах отсчитываются в обе стороны от экватора («+» → к *N*).

Ординате *Y* присписывается знак «плюс» (+), когда заданная точка удалена к *E* (востоку) от осевого меридиана зоны, и знак «минус» (–), когда заданная точка удалена от осевого меридиана к *W* (западу).

Для определения отечественного номера зоны, в которой расположена заданная точка с долготой λ , применяют формулу:

$$n = (\lambda + 3^\circ) / 6 \quad (10.16)$$

(ближайшее целое число от 1 до 60).

Деление долготы λ производится до ближайшего целого числа (для $\lambda = 55^\circ E \rightarrow n = 10$).

Для вычисления долготы L_0 осевого меридиана зоны применяют формулу:

$$L_0 = 6 \cdot n - 3^\circ \quad (10.17)$$

(для $n = 10 \rightarrow L_0 = 57^\circ E$).

При западной долготе: $\lambda = 58^\circ W \rightarrow \lambda = 360^\circ - 58^\circ = 302^\circ E \rightarrow n = 51$, а

$$L_0 = 303^\circ E \text{ или } 57^\circ W.$$

N – **международная** нумерация зон (от меридиана 180° к востоку).

Для λ_E : $N = n + 30$ и $n = N - 30$ (для восточного полушария).

Для λ_W : $N = n - 30$ и $n = N + 30$ (для западного полушария).

В табл. 2.31а «МТ-2000» указаны значения отечественных (*n*) и международных (*N*) номеров долготных зон, их границы и долгота (λ_0) осевого меридиана → см. табл. 10.1.

Прямоугольная система координат применяется при производстве топографических работ, составлении топографических карт, расчете направлений и расстояний между точками при малых расстояниях.

Граничными линиями карты в проекции Гаусса служат меридианы и параллели.

Положение заданной точки на карте определяют указанием плоских прямоугольных координат *X* и *Y*.

Этим координатам соответствуют километровые линии:

$X = const$ – параллельна экватору, и

$Y = const$ – параллельна осевому меридиану зоны.

Плоские координаты *X* и *Y* являются функциями географических координат точки и в общем виде могут быть представлены выражениями:

$$X = f_1(\varphi, l); \quad Y = f_2(\lambda, l) \quad (10.18)$$

где *l* – разность долгот заданной точки и осевого меридиана, т.е.

$$l = \lambda - L_0 \quad (10.19)$$

Вид функций f_1 и f_2 выводится так, чтобы обеспечивалось свойство равноугольности проекции при постоянном масштабе вдоль осевого меридиана зоны.

Километровые линии – линии одинаковых значений абсцисс $X = const$ или ординат $Y = const$, выраженные целым числом км.

Километровые линии ($X = const$ и $Y = const$) → два семейства взаимно перпендикулярных прямых и оцифровываются соответствующими значениями координат в км. На картах в проекции Меркатора линии *X* изображаются кривыми, обращенными выпуклостью к полюсу, а линии *Y* – кривыми, выпуклостью к осевому меридиану и расходящимся по мере удаления от экватора.

Для исключения отрицательных значений ординат оцифровка осевого меридиана увеличена на 500 км.

(При $X = 6656$ и $Y = 23612 \rightarrow$ заданная точка удалена от экватора по осевому меридиану на 6656 км, находится в 23-й зоне и имеет условную ординату 612, а фактически → 112 км к *E*).

Прямоугольные координаты *X* и *Y* выражают обычно в метрах.

Рамки карт в проекции Гаусса разбиты на минуты по широте и долготе. **Значения широт и долгот параллелей и меридианов, ограничивающих карту, надписываются в углах рамки.**

Меридианы и параллели на карту не наносятся. При необходимости их можно провести через соответствующие деления минут широты и долготы на рамках карты.

Угол между километровой линией $U = const$ и истинным меридианом называется сближением или схождением меридианов. Этот угол ($\angle \gamma$) отсчитывается от северной части истинного меридиана по часовой стрелке до северной части километровой линии $U = const$ (см. рис. 10.6).

Схождению меридианов приписывают знак «плюс» (+), если заданная точка расположена к ***E*** (востоку) от осевого меридиана, и знак «минус» (-), если она расположена к ***W*** (западу) от осевого меридиана зоны.

При известных координатах φ и λ заданной точки угол γ вычисляется по формуле:

$$\gamma = (\lambda - L_0) \cdot \sin \varphi \quad (10.20)$$

где L_0 – долгота осевого меридиана зоны.

Пример: для точки $\varphi = 56^\circ 20' N$; $\lambda = 124^\circ 51' E$; $n = 21$

$$L_0 = 123^\circ E \text{ и } \gamma = +1^\circ 32,4'.$$

Ввиду ограниченной ширины зоны **кратчайшие линии** на картах в проекции Гаусса, **изображаются практически прямыми линиями, а масштаб по всей карте постоянен.**

Эти свойства, а также наличие сетки прямоугольных координат являются главными причинами широкого применения данной проекции при **всех топографических, геодезических и гидрографических работах.**

Для решения задач, связанных с использованием как географических, так и прямоугольных координат точек, а также с прокладкой отрезков локсодромий, применяются карты, составленные в нормальной проекции Меркатора с дополнительно нанесенной сеткой прямоугольных координат Гаусса. Основные свойства таких карт полностью соответствуют таковым для нормальной проекции Меркатора.

10.4.2. Планшеты в проекции Гаусса

Планшеты в проекции Гаусса составляют в крупных масштабах (**от 1:50.000**). **Границами планшета являются километровые линии**, координаты которых: X_s, X_n, Y_e, Y_w пишут вдоль линий.

На рамках планшета наносят выходы километровых линий, соответствующих целому числу *км*.

Для прокладки курсов и пеленгов на планшетах **проводят несколько истинных меридианов** через $10 \div 15'$ по долготе.

Линии курсов прокладывают, отсчитывая углы от ближайших к месту судна, меридианов, а линии пеленгов – от меридианов (ближайших) тех точек, в которых измерялись пеленги.

Для прокладки пройденных судном расстояний вблизи одной из боковых рамок строится шкала стандартных морских миль (или *S* переводится в *км*).

Направления на картах или планшетах в проекции Гаусса часто определяют относительно километровых линий.

Угол между северной частью километровой линии $U = const$ и направлением заданной прямой – дирекционный угол α . Счет α ведется по круговой системе.

При известном дирекционном угле истинный пеленг (ИП) рассчитывается (рис. 10.6):

$$ИП = \alpha + \gamma \quad (10.21)$$

Пример: в точке $\varphi = 50^\circ 35' N$; $\lambda = 66^\circ 10' E$ измерен $\alpha = 156,2^\circ$. **ИП = ?**

Решение:

1. $n = (\lambda/6) + 1 = 12$.
2. $L_0 = 6n - 3^\circ = 69^\circ E$.
3. $\gamma = (\lambda - L_0) \cdot \sin \varphi = -131' = -2,2^\circ$.
4. **ИП = $\alpha + \gamma = 154,0^\circ$.**

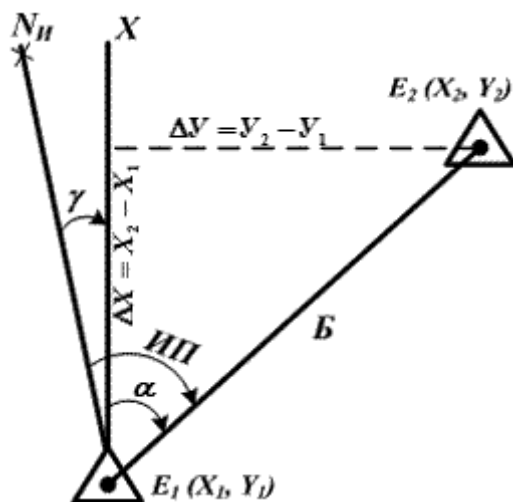


Рис. 10.6. Дирекционный угол

Применение прямоугольной системы координат упрощает решение прямой и обратной геодезических задач.

Прямая геодезическая задача – вычисление координат искомой точки (т. E_2) по известным координатам X_1, Y_1 исходной точки (т. E_1), дирекционному углу α и расстоянию (базе) $E_1E_2 = B$.

$$\left. \begin{array}{l} X_2 = X_1 + \Delta X \\ Y_2 = Y_1 + \Delta Y \end{array} \right\} \alpha \quad \left\{ \begin{array}{l} \Delta X = B \cdot \cos \alpha \\ \Delta Y = B \cdot \sin \alpha \end{array} \right. \quad (10.22)$$

→ знаки приращений ΔX и ΔY совпадают со знаками функций $\cos \alpha$ и $\sin \alpha$.

Если задан ИП или азимут A_B , то:

$$\alpha = A_B - \gamma, \quad (\gamma - \text{для т. } E_1). \quad (10.23)$$

Обратная геодезическая задача – вычисление направления и расстояния между точками по известным их координатам.

$$\operatorname{tg} \alpha_T = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} \quad \text{или} \quad \operatorname{ctg} \alpha = \frac{X_2 - X_1}{Y_2 - Y_1}, \quad (10.24)$$

а

$$B = (X_2 - X_1) \cdot \sec \alpha_T \quad \text{или} \quad B = (Y_2 - Y_1) \cdot \operatorname{cosec} \alpha_T \quad (10.25)$$

Координаты точек должны быть даны в одной и той же координатной зоне.

Знаки	ΔX	+	+	-	-
	ΔY	+	-	-	+
Угол α_T «+» к ...		0°	-	180°	-
Угол α_T «-» из ...		-	360°	-	180°

10.4.3. Нумерация топографических карт

За основу нумерации топографических карт принимается карта М 1 : 1.000.000, полученная в результате деления земной поверхности на шестиградусные (6°) зоны по долготе (табл. 10.1а) и четырехградусные пояса по широте (табл. 10.1б) при сплошном покрытии поверхности Земли. Такой карте приписывается двузначный номер.

Например: «L – 53», где L – заглавная латинская буква → пояс по широте ($44^\circ \div 48^\circ$); «53» – арабская цифра → зона по долготе ($N = 53, n = 23, \lambda = 132^\circ \div 138^\circ E, \lambda_0 = 135^\circ$).

Например: карта «L– 53» (рис. 10.7) расположена в широтном поясе «L» ($44^\circ \div 48^\circ N$) и долготной зоне $N = 53$ ($n = 23$).

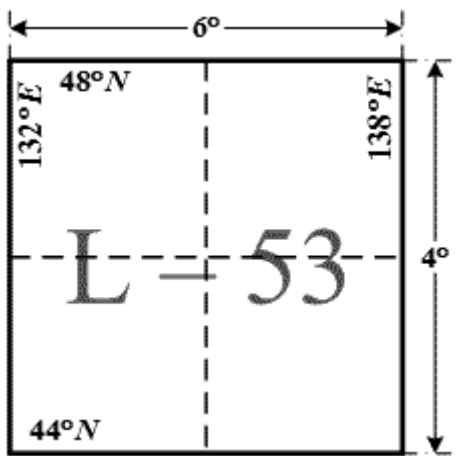


Рис. 10.7. – Топо-карта М 1:1.000.000

Карты М 1:500.000 получают делением карты М 1:1.000.000 на 4 листа (рис. 10.8). Т.е. карта «L – 53» (для нашего примера) образует 4 карты М 1:500.000 (L– 53–А, L–53–Б, L–53–В, L–53–Г).

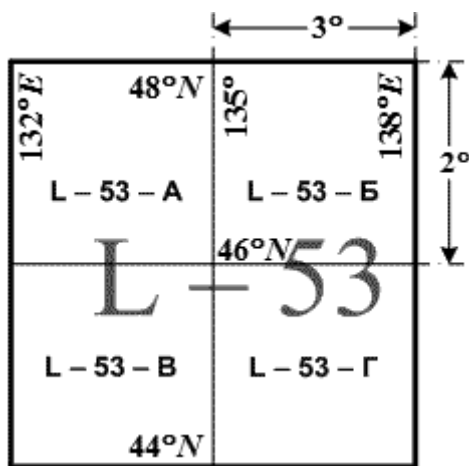


Рис. 10.8. – Топо-карта М 1:500.000

Лист карты М 1:200.000 получается делением листа карты М 1:1.000.000 на 36 частей (или листа карты М 1:500.000 на 9 частей (рис. 10.9). Карты М 1:200.000 издаются сведенными вместе по 4 листа (L– 53–V, VI, XI, XII).

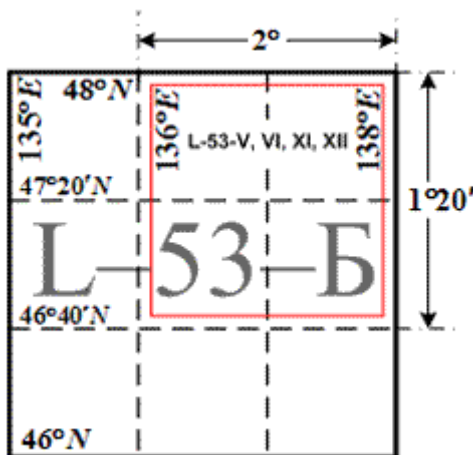


Рис. 10.9. – Топо-карта М 1:200.000

Карты М 1:100.000 получают делением карты М 1:1.000.000 на 144 листа, оцифрованных линейно построчно арабскими цифрами (от 1 до 144) (L– 53–69) → рис. 10.10.

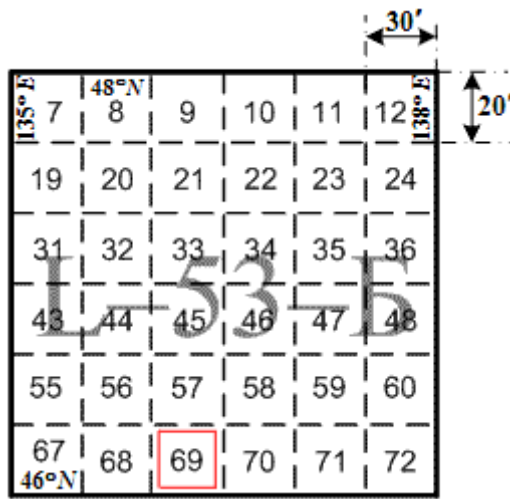


Рис. 10.10. – Топо-карта М 1:100.000

Карты М 1:50.000 получают делением карты М 1:100.000 (например: L– 53–69) на 4 листа (А, Б, В, Г) → см. рис. 10.11. (карты: L– 53–69–А, L– 53–69–Б, L– 53–69–В, L– 53–69–Г).

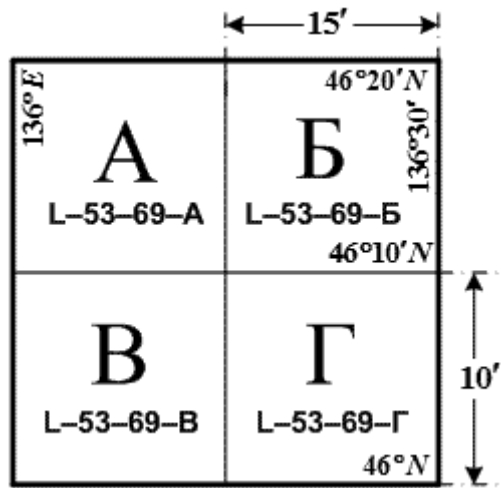


Рис. 10.11. – Топо-карта М 1:50.000

Карты М 1:25.000 получают делением карты М 1:50.000 (например: L– 53–69–В) на 4 листа и номер такой карты складывается из обозначения листа карты М 1:50.000 с добавлением строчных букв (а, б, в, г) → рис. 10.12.

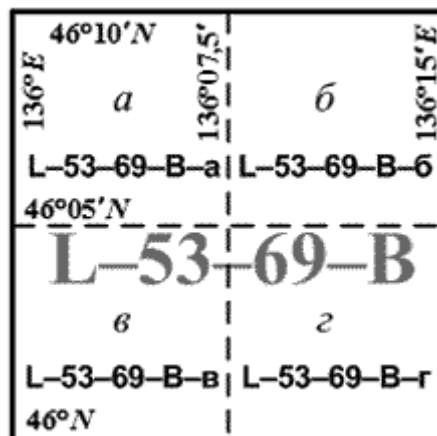


Рис. 10.12. – Топо-карта М 1:25.000

Координатные зоны и пояса карт в проекции Гаусса (из табл. 2.31 «МТ-2000»)

а) Долготные зоны

Номер зоны		Границы зоны по долготе λ_E	λ_0 осевого меридиана	Номер зоны		Границы зоны по долготе λ_W	λ_0 осевого меридиана
<i>n</i>	<i>N</i>			<i>n</i>	<i>N</i>		
1	31	0 – 6°	3°E	31	1	180 – 174°	177°W
2	32	6 – 12°	9	32	2	174 – 168°	171
3	33	12 – 18°	15	33	3	168 – 162°	165
4	34	18 – 24°	21	34	4	162 – 156°	159
5	35	24 – 30°	27	35	5	156 – 150°	153
6	36	30 – 36°	33	36	6	150 – 144°	147
7	37	36 – 42°	39	37	7	144 – 138°	141
8	38	42 – 48°	45	38	8	138 – 132°	135
9	39	48 – 54°	51	39	9	132 – 126°	129
10	40	54 – 60°	57	40	10	126 – 120°	123
11	41	60 – 66°	63	41	11	120 – 114°	117
12	42	66 – 72°	69	42	12	114 – 108°	111
13	43	72 – 78°	75	43	13	108 – 102°	105
14	44	78 – 84°	81	44	14	102 – 96°	99
15	45	84 – 90°	87	45	15	96 – 90°	93
16	46	90 – 96°	93	46	16	90 – 84°	87
17	47	96 – 102°	99	47	17	84 – 78°	81
18	48	102 – 108°	105	48	18	78 – 72°	75
19	49	108 – 114°	111	49	19	72 – 66°	69
20	50	114 – 120°	117	50	20	66 – 60°	63
21	51	120 – 126°	123	51	21	60 – 54°	57
22	52	126 – 132°	129	52	22	54 – 48°	51
23	53	132 – 138°	135	53	23	48 – 42°	45
24	54	138 – 144°	141	54	24	42 – 36°	39
25	55	144 – 150°	147	55	25	36 – 30°	33
26	56	150 – 156°	153	56	26	30 – 24°	27
27	57	156 – 162°	159	57	27	24 – 18°	21
28	58	162 – 168°	165	58	28	18 – 12°	15
29	59	168 – 174°	171	59	29	12 – 6°	9
30	60	174 – 180°	177	60	30	6 – 0°	3

б) Широтные пояса

Обозначение пояса	Интервал широт $\Delta\varphi$	Округленное значение абсциссы $X, км$	Обозначение пояса	Интервал широт $\Delta\varphi$	Округленное значение абсциссы $X, км$
A	0 – 4°	0	K	40 – 44°	4440
B	4 – 8°	460	L	44 – 48°	4880
C	8 – 12°	900	M	48 – 52°	5320
D	12 – 16°	1340	N	52 – 56°	5780
E	16 – 20°	1780	O	56 – 60°	6220
F	20 – 24°	2220	P	60 – 64°	6660
G	24 – 28°	2660	Q	64 – 68°	7100
H	28 – 32°	3100	R	68 – 72°	7560
I	32 – 36°	3560	S	72 – 76°	8000
J	36 – 40°	4000	T	76 – 80°	8440

Выводы

1. При издании карт используются различные картографические проекции, которые классифицируются как по характеру искажений (равноугольные, равновеликие и произвольные), так и по способу построения (цилиндрические, конические и азимутальные).
2. Широкое применение, при плавании в приполюсных районах, нашла поперечная цилиндрическая проекция, в которой применена система квазигеографических координат.
3. Перспективные проекции применяются для составления некоторых справочных и вспомогательных карт и представляют собой частный случай азимутальных проекций.
4. Равноугольная проекция Гаусса применяется для составления топографических и речных карт. Основой этой проекции является сетка прямоугольных координат.

ГЛАВА 11. НАВИГАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ МОРЕЙ

11.1. Назначение и задачи навигационного оборудования морей

Важнейшей составляющей в обеспечении навигационной безопасности плавания во всех районах Мирового океана является навигационное оборудование (НО), предназначенное для создания благоприятной в навигационном отношении обстановки, обеспечивающей безопасность плавания всех типов и классов судов.

Современные средства НО (СНО) морских путей представляют собой систему береговых, **плавающих и космических** объектов и предназначены:

1. → для определения места судна в море;
2. → для ограждения навигационных опасностей, каналов, фарватеров и рекомендованных курсов в условиях любой видимости;
3. → для ориентирования судоводителя относительно опасностей;
4. → для вождения судов в узкостях, на подходах к портам и их акваториям.

Кроме того, СНО используются для обеспечения гидрографических, тральных и девиационных работ, испытаний судовой навигационной техники, определения маневренных элементов судна и т.д.

Под навигационным оборудованием морей подразумевают совокупность рационально спроектированных и размещенных на берегу и в прибрежных водах различных технических средств, предназначенных для решения следующих основных задач:

1. → обеспечения опознавания районов морского побережья, а также навигационных определений места судна;
2. → обеспечения безопасного следования судна по фарватерам или рекомендованным курсам, по каналам, в узкостях и на акваториях портов;
3. → указания положения навигационных опасностей, отдельных точек и районов на воде.

СНО должны давать возможность надежно определить место судна в конкретных гидрометеорологических условиях с любой дискретностью и минимальными затратами времени на обработку навигационной информации.

При этом главным критерием, в любом случае, остается требование к соблюдению заданной точности обсерваций в любом районе моря (зоне плавания).

В каждом море можно выделить такие отдельные зоны:

Зона I типа → зона стесненного плавания с узкими ($B = 100 \div 250$ м) каналами, фарватерами, акваториями портов и речными участками.

В этой зоне велика вероятность столкновения судов и их посадки на мель. Поэтому здесь к СНО предъявляются повышенные требования к точности обсерваций, их дискретности и времени обработки навигационной информации.

Погрешность определения места судна в этой зоне не должна превышать $\pm 10 \div \pm 50$ м при непрерывном выполнении обсерваций и мгновенной обработке навигационной информации. Последние 2 условия возможно выполнить, если будет несколько наблюдателей и специально подготовленные «планшеты узкости» с заранее нанесенными на них сетками изолиний.

Зона II типа → зона стесненного плавания с подходами к портам и узкостям с шириной прохода ≤ 10 кб.

В этой зоне требуемая точность определения места судна составляет $\pm 100 \div \pm 200$ м ($\pm 0,5 \div \pm 1,0$ кб.) при частоте обсерваций через каждые $1 \div 5$ мин. и допустимом времени обработки навигационной информации $0,5 \div 1,0$ мин.

Зона III типа → зона прибрежного плавания с фарватерами шириной $2 \div 20$ кб ($0,2 \div 2,0$ мили).

В этой зоне требуемая точность определения места судна составляет $\pm 100 \div \pm 800$ м ($0,5 \div 4,0$ кб.) при частоте обсерваций через каждые $\div 1,5$ мин. и допустимом времени обработки навигационной информации $0,5 \div 1,0$ мин.

Зона IV типа → зона прибрежного плавания с районами РДС при ширине полосы движения $> 10 \div 20$ кб. ($1,0 \div 2,0$ мили).

В этой зоне требуемая точность определения места судна составляет $\pm 400 \div \pm 900$ м ($2,0 \div 5,0$ кб.) при частоте обсерваций через каждые 10 мин. и допустимом времени обработки навигационной информации 1 ÷ 3 мин.

Зоны III и IV типов обычно занимают прибрежную полосу моря шириной 120 миль с судходными проливами. Зачастую прибрежные зоны располагаются вдоль внешней границы шхер, отдельно лежащих островов и навигационных опасностей.

Близость берега и наличие естественных навигационных опасностей в зонах прибрежного плавания требуют от СНО очень надежного обеспечения судовождения, простоты и удобства их использования.

Зоны прибрежного плавания очень оживлены по количеству плавающих судов. Поэтому СНО должны легко распознаваться судоводителями и тем самым обеспечивать надежную ориентировку и быстрое определение места судна.

Зона V типа → зона прибрежной части шельфа морей с рекомендованными путями и районами свободного плавания. Эта зона охватывает полосу моря шириной ~ 50-200 миль вдоль материков и в настоящее время включена многими государствами в территориальные воды.

Здесь СНО должны обеспечивать точность определения места судна не ниже $\pm 1,0 \div \pm 5,0$ кб. ($200 \div 1000$ м) при дискретности обсерваций 20-30 мин. и затратах времени на обработку навигационной информации не $> 1 \div 3$ мин.

Зона VI типа → зона открытого моря. В этой зоне СНО должны обеспечивать точность определения места судна $\pm 1,0 \div \pm 2,0$ мили ($2.000 \div 3.000$ м) с дискретностью обсерваций до **2 ÷ 4 часов** и затратах времени на обработку навигационной информации не более **10 ÷ 15 мин.**

Международная ассоциация маячных служб (МАМС) рекомендует следующие точности определения места, при которых обеспечивается безопасность судовождения во всех зонах плавания судна. (табл. 11.1)

Эти точности плавания судов и должны обеспечивать СНО конкретного района.

Таблица 11.1

Зона (тип)	Район плавания судна	Точность определения места	Частота определений места	Время обработки нав. информации
I	Акватория порта, фарватер (канал) шириной 100 ÷ 250 м.	10 ÷ 50 м	непрерывно	мгновенно
II	Подходы к портам, узкости шириной до 10 кб. (1 мили).	100 ÷ 200 м (0,5 ÷ 1,0 кб.)	1 ÷ 5 мин.	0,5 ÷ 1,0 мин.
III	Фарватеры шириной 0,2 ÷ 2,0 мили.	100 ÷ 800 м (0,5 ÷ 4,0 кб.)	1 ÷ 5 мин.	0,5 ÷ 1,0 мин.
IV	Полоса движения шириной 1 ÷ 2 мили.	400 ÷ 900 м (2,0 ÷ 5,0 кб.)	5 ÷ 10 мин.	1 ÷ 3 мин.
V	Рекомендованные пути и районы свободного плавания в прибрежной зоне	200 ÷ 1000 м (1 ÷ 5 кб.)	20 ÷ 30 мин.	1 ÷ 3 мин.
VI	Открытое море	2000 ÷ 3000 м (10 ÷ 20 кб.)	2 ÷ 4 часа	10 ÷ 15 мин.

11.2. Средства и методы навигационного оборудования

СНО представляют собой специальные сооружения, конструкции или устройства, предназначенные для ориентирования или определения места судна в море, для ограждения каналов, фарватеров и навигационных опасностей, а также для определения маневренных элементов, производства девиационных и **радиодевиационных** работ, обозначения различных полигонов, районов и отдельных точек на воде.

То есть СНО являются средствами внешней коррекции места судна.

СНО подразделяются:

I. По месту расположения:

1. → **береговые СНО** – установленные на берегу маяки, знаки, огни, башни, створы, приметные ориентиры и т.д.;
2. → **плавучие СНО** – установленные на воде плавмаяки, буи, бакены, вехи и пр.;
3. → **космические СНО** – используемые судоводителями для ориентировки в море небесные светила и **спутниковые навигационные системы**.

II. По роду техники использования:

1. → **зрительные СНО** – зрительно воспринимаемые маяки, знаки, огни, створы и т.д.;
2. → **акустические СНО** – устройства (колокола, сирены и пр.) излучающие звуковые сигналы;
3. → **радиотехнические СНО** – специальные радиостанции, работающие в радиочастотном диапазоне, сигналы которых принимаются судовыми приемоиндикаторами.

СНО могут быть:

- **Штатные СНО** – СНО, координаты места и режим работы которых указаны в официальном навигационном пособии и нанесены на карту;
- **Нештатные СНО** – СНО, устанавливаемые временно для обеспечения решения специальных задач (координаты таких СНО и период действия указываются в извещениях мореплавателям);
- **Обслуживаемые СНО** – СНО, работа которых находится под постоянным контролем обслуживающего персонала;
- **Необслуживаемые СНО** – автоматически действующие СНО, обслуживание которых производится периодически.

Для решения задачи по обеспечению опознавания различных районов побережья и навигационных определений места судна применяют **метод НО «обеспечения по площади»**. Этот метод заключается в развитии сети зрительных, радиотехнических и звукосигнальных СНО для покрытия рабочими зонами этих средств наибольших площадей.

Зона действия любого СНО – это район моря, в пределах которого возможно измерение навигационного параметра данного СНО.

Рабочая зона СНО – та часть зоны действия, в пределах которой возможно определение места судна с заданной точностью.

Зона действия СНО ограничивается дальностью и сектором действия навигационных ориентиров.

За дальность действия навигационных ориентиров принимают:

- **Для зрительных СНО** – расчетную дальность видимости огней ночью (или самого ориентира днем) для конкретного значения коэффициента прозрачности атмосферы;
- **Для РТСНО** – дальность, объявленную в руководстве РТСНО;
- **Для звукосигнальных установок** – дальность, указанную в руководствах для плавания.

Для решения задачи обеспечения следования судна по рекомендованным курсам или фарватерам, каналам, узкостям и на акваториях портов осуществляется **методом «обеспечения по направлению (маршруту)»**, установкой зрительных, радиотехнических и звукосигнальных СНО вдоль фарватеров и рекомендованных путей, установкой створов и секторных огней, а также указанием рекомендованных курсов, границ фарватеров, бровок каналов и зон РДС с помощью **плавучих предостерегательных знаков (ППЗ)**.

11.3. Зрительные средства навигационного оборудования

11.3.1. Определение и классификация

Зрительные СНО → специальные стационарные или плавучие сооружения, конструкции, устройства, предназначенные для определения координат судна в море или для ориентирования судна путем зрительного восприятия их формы и окраски или излучаемых световых сигналов.

К зрительным СНО относятся:

1. **Навигационный морской ориентир** → объект, наблюдаемый визуально, координаты которого известны и используемый для определения координат судна или для его ориентирования.
2. **Морской маяк** → СНО, представляющее собой специальное капитальное сооружение, с дальностью видимости белого или приведенных к нему цветных огней не менее 10 миль.
3. **Светящийся морской навигационный знак** → СНО, представляющее собой капитальное сооружение, имеющее светооптический аппарат с дальностью видимости белого или приведенных к нему цветных огней менее 10 миль.
4. **Знак навигационный несветящийся** → дневной навигационный ориентир, представляющий собой такое же сооружение, как и светящийся навигационный знак, но не имеющий светотехнической аппаратуры. Часто такой знак оборудуется **радиолокационным** и реже оптическим отражателем.
5. **Морской навигационный огонь** → СНО, представляющее собой световой прибор, установленный на естественных объектах или сооружениях неспециальной постройки (пирс, здание, башня и пр.). Такое СНО обычно действует автоматически.
6. **Портовый огонь** → огонь, установленный в пределах порта.
7. **Морской навигационный створ** → створ, образованный СНО, предназначенный для обеспечения судовождения в пределах створной зоны. (см. 11.3.3)
8. **Морские плавучие предостерегательные знаки (ППЗ)** → плавучие СНО в виде буев или вех, установленные на якорь для ограждения навигационных опасностей, обозначения положения каналов и фарватеров, подводных кабелей, рыболовных снастей, мест якорных стоянок и др. (см. 11.5)
9. **Веха постоянная** → закрепленный в грунте шест (деревянный или металлический) с топовыми фигурами, иногда со светотехническим устройством, предназначенный для обозначения каналов, фарватеров или границ специальных водных районов, а также для ограждения отдельных опасных для судовождения препятствий.
10. **Плавучий маяк** → специально построенное судно с размещенными на борту СНО, предназначенное для ограждения навигационных опасностей и ориентирования по нему судов.

11.3.2. Маяки, знаки и огни

Обслуживаемые маяки, светящиеся знаки и огни **включают с заходом и выключают с восходом Солнца**. Необслуживаемые – работают (светят) круглосуточно (если нет световых выключателей).

Для оценки дальности их действия используется географическая, метеорологическая и оптическая (ночная и дневная) дальности видимости.

На картах и в руководствах для плавания приводится меньшая из дальностей видимости огней (в милях):

- оптическая дальность видимости (ночью), полученная расчетным путем при прозрачности атмосферы $\tau = 0,8/1$ милю;
- **географическая дальность видимости вычисляется для $e = 5$ м.**

Высота сооружения маяка (знака) и его габаритные размеры должны удовлетворять заданной дальности видимости (днем и ночью).

Форма и окраска должны быть заданы исходя из навигационных соображений, чтобы лучше отличать СНО друг от друга и окружающего фона.

Современный маяк должен быть хорошо виден как днем, так и ночью, что достигается высотой, габаритами, формой и окраской башни и соответствующим оптическим аппаратом (силой света).

Учитывая высоту облачности, маяки, как правило, **устанавливают на высоте не более 100 м** над уровнем моря.

В некоторых случаях на скалистых берегах вместо знаков (или дополнительно к ним) **накрашивают** отличительные пятна краской такого цвета, который хорошо приметен с моря.

Такие пятна, в сочетании с другими знаками, нередко служат в качестве створных знаков, обеспечивающих плавание в узкостях, шхерах и т.п.

В зависимости от назначения маяки и знаки оборудуются светооптическими аппаратами кругового и направленного действия, а также газосветными маячными установками и прожекторами.

Устройство светооптического аппарата должно быть таким, чтобы исключить возможность спутать световой сигнал маяка с другим случайным огнем.

Для этого, кроме различной цветности, огонь маяка имеет определенную **характеристику** – количественное выражение длительности проблеска света и темноты в течении одного периода освещения.

Период освещения – промежуток времени, в течении которого заканчивается весь цикл изменений, присущий данному огню, или промежуток времени, по истечении которого характер огня повторяется в той же последовательности.

При выборе цвета и характера огня учитывают не только яркость фона местности, где будет установлен маяк, но также цвет и характер огней других СНО, расположенных вблизи.

Для исключения ошибок в опознании огонь маяка должен резко отличаться от других, находящихся в пределах одновременной их видимости.

Расстановка СНО осуществляется исходя из обеспечения следования судов наиболее рациональными курсами с учетом данных о глубинах, течениях, ледовой обстановке, ветрах, видимости и других факторов, влияющих на безопасность мореплавания.

Для приема судна с моря строят сеть береговых СНО с наиболее мощными светосистемами (обычно через **40 ÷ 50 миль**).

По мере приближения к берегу развивается сеть СНО, обеспечивающая более точные определения места судна по 2-м, 3-м и более объектам. Такие СНО ставят более часто (через **25 ÷ 30 миль**) с расчетом перекрытия дальностей их действия.

Дальнейшие навигационные определения на ближайших к берегу дистанциях обеспечивают сеть СНО, расположенных достаточно близко друг к другу с целью безопасного судовождения в прибрежных водах.

Такая расстановка маяков, огней и знаков является условной, она меняется в зависимости от навигационно-гидрографических и прочих особенностей данного моря.

Секторный огонь – специальное светотехническое устройство, устанавливаемое на маяке или навигационном знаке и обеспечивающее возможность обозначения зон (секторов) путем освещения их огнями различного цвета.

Секторные огни могут иметь один или несколько секторов, различающихся по назначению и цвету (белый, красный, зеленый).

Секторный огонь оборудован так, что огонь каждого сектора одного цвета виден в полную силу только в пределах заданного угла по горизонту.

Дальность видимости секторного огня всегда должна быть на 1 милю больше расстояния от места установки данного огня до наиболее удаленной точки ограждаемой навигационной опасности.

11.3.3. Навигационные створы

При плавании в особо стесненных в навигационном отношении районах, когда судно вынуждено строго придерживаться оси канала или фарватера, появляется необходимость иметь такое СНО, которое позволило бы простейшим образом удерживать судно на прямой линии совпадающей с осью канала. Таким СНО является – **навигационный створ** – одно или несколько СНО, создающих, створную зону и обеспечивающих вождение судна в пределах этой зоны.

Под створом 2-х предметов (огней) понимается след сечения земной поверхности вертикальной плоскостью, проходящей через оси симметрии этих предметов (или центры установленных на них огней); сами такие предметы (огни) в этом случае называются **створными знаками** (светящиеся или несветящиеся).

По своей конструкции створы подразделяются на: · линейные; · прицельные; · щелевые; · перспективные.

1. Линейный створ → состоит из 2-х (или 3-х) створных знаков, расположенных на некотором расстоянии друг от друга на одной линии, проходящей через их центры и являющейся осью створа. При пользовании таким створом необходимо удерживать центры створных знаков в одной вертикальной плоскости. При этом условии судно находится на оси створа. Ходовая часть створа – часть створной линии, по которой плавание безопасно (рис. 11.1).

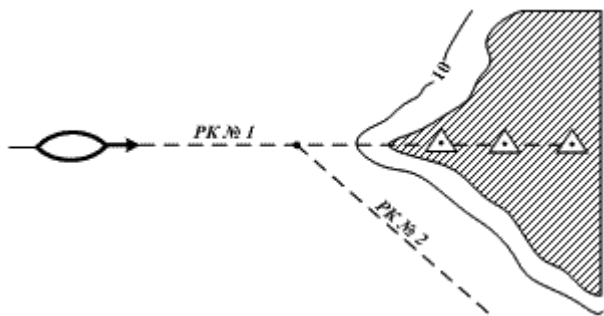


Рис. 11.1. Линейный створ



Рис. 11.2. Прицельный створ

2. Прицельный створ → это система 3-х створных знаков, расположенных в вершинах равнобедренного треугольника, обращенного, как правило, основанием к морю (рис. 11.2). Осью такого створа является продолжение высоты треугольника.

Принцип этого створа основан на способности глаза с высокой точностью оценивать середину расстояния между двумя точками или симметричными фигурами. Следуя по такому створу стремятся удерживать задний знак (С) точно посередине между передними (А и Б).

3. Щелевой створ → (рис. 11.3) это также система из 3-х знаков (огней) расположенных в вершинах равнобедренного треугольника. Этот вид створа предназначен для обозначения не только направления оси фарватера, но и ширины ходовой полосы. В отличие от прицельного створа принцип использования щелевого заключается в том, что при плавании по нему задний знак удерживают не точно посередине между двумя передними, а лишь в промежутке между ними.

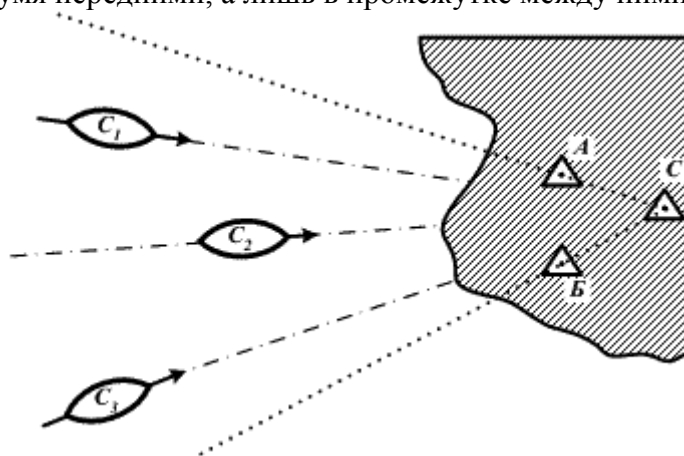


Рис. 11.3. Щелевой створ

4. Перспективный створ → представляет собой систему нескольких пар знаков (огней), расположенных через равные промежутки таким образом, что их ось симметрии совпадает с заданным направлением оси фарватера (канала, РК).

Для следования по фарватеру необходимо судно держать так, чтобы знаки правой и левой стороны наблюдались симметрично.

Такие створы используются для обеспечения плавания в основном на ВВП.

5. Радиолокационные створы → одна из разновидностей перспективных створов. Радиолокационные створы позволяют удерживать судно в узком (прямолинейном) фарватере с помощью радиолокационных наблюдений специально сконструированных и размещенных пар буюв.

Войдя в канал, оборудованный этими буюми, судоводитель, пользуясь судовой РЛС, может наблюдать в процессе следования по нему, находится его судно на оси канала или оно смещено к одной из его бровок (сравнением измеренных $D_{РЛС}$ справа ↔ слева).

Плавание судна (особенно крупнотоннажного) по створу требует от судоводителя большого опыта и тренировки. При частых плаваниях по створам, без помощи лоцмана, судоводитель должен выработать у себя чувство немедленной реакции в отношении стороны и величины перекладки руля вслед за тем, как только створные знаки растворились.

Правило – «**следуй за передним знаком**»: → если он правее заднего – «право руля»; если левее – «лево руля». В целях обеспечения более точного совмещения осей знаков створа в верхней части знаков могут устанавливаться топовые фигуры (♦, ●, ▲ и пр.).

Наблюдение створов через оптический пеленгатор способствует более точному удержанию знаков и огней на одной вертикали относительно «нити пеленгатора» и улучшает оценку положения створных знаков (огней) на одной вертикали.

По своему назначению створы подразделяются на: • **ведущие**; • **навигационные**; • **секущие (поворотные)**; • **девиационные**; • **промерные**; • **речные** и т.д.

Ведущие и секущие (поворотные) створы мерной линии рассчитывают, как линейные навигационные створы.

Поворотные створы используются на многоколенных фарватерах и каналах для указания начала поворота с одного колена на другое.

Два таких створа могут указать положение отдельно лежащей опасности.

В зависимости от **дальности действия** различают:

1. → **створы ближнего действия** – до **5 миль**;
2. → **створы среднего действия** – **5 ÷ 10 миль**;
3. → **створы дальнего действия** – **> 10 миль**.

11.4. Радиотехнические средства навигационного оборудования (РТСНО)

Радиотехнические СНО (РТСНО) – специальные космические, наземные или плавучие радиостанции, работающие в радиочастотном диапазоне, предназначенные для решения задач навигации совместно с судовыми ТСН (приемоиндикаторами).

На 1-ом этапе использования РТСНО для определений места судна в море считалось, что наиболее перспективным является развитие сети **береговых радиопеленгаторных станций (БРПС)**.

Однако в последующем было признано более целесообразным пеленговать береговые радиоустановки с помощью судовых **радиопеленгаторов**. Так получила свое развитие обширная сеть круговых радиомаяков (КРМ).

Затем стали активно использовать РТС для вождения судов по заданным маршрутам с помощью, так называемых, **створных РМ-ков (СРМ) направленного излучения**.

Позднее семейство РМ-ков направленного действия (НРМ) пополнилось **секторными РМ-ми** с характеристикой излучения в виде вращающихся равносигнальных зон (ВРМ, NSPM).

Широкое внедрение в практику судовождения **радиолокации** с применением **НРЛС** и береговых РЛС (БРЛС) вызвало появление таких новых типов РТСНО, как **радиолокационные отражатели (РЛО) – пассивные (РЛП) и активные радиолокационные маяки-ответчики (РМО)**.

Особое развитие получили **специальные РНС**, представляющие собой совокупность передающих радиостанций, излучающих взаимно синхронизированные сигналы, и судовых приемоиндикаторов (СПИ), принимающих эти сигналы с целью определения места.

Такие РТСНО, дающие высокую точность и надежность определения места, приобрели в свое время важное значение в вопросе обеспечения безопасности мореплавания при самых различных условиях плавания.

Космические РНС, навигационные спутниковые системы (НСС), в которых для определения места с помощью ИСЗ могут использоваться различные средства и методы.

В 1958 г. академик АН СССР В.А.Котельников предложил доплеровский метод для определения параметров **орбит ИСЗ**.

Низкоорбитальная НСС «Транзит» (США) с 1967 г. применяется для нужд торгового мореплавания. В настоящее время широко используются среднеорбитальные спутниковые РНС «GPS NAVSTAR» (США) и «ГЛОНАСС» (РФ) и (в перспективе) «ГАЛИЛЕО» (ЕС).

11.4.1. Береговые радиопеленгаторные станции (БРПС) и радиомаяки

1. БРПС. Эти станции по запросу судна пеленгуют его и по радио передают на судно значение радиопеленга. Обычно БРПС, работая в группе, передают на судно его **обсервованные координаты** на определенный момент времени. БРПС не несут ответственности за правдивость сообщаемых судну координат. Широкого развития не получили.

Сведения о БРПС – в Р.V «РТСНО» и в Р.IV т.II английского описания радиосигналов.

2. Радиомаяки (РМ-ки) – это передающие радиостанции с известным мореплавателю положением. В установленное время РМ-ки излучают присвоенные им опознавательные знаки и сигналы на заданных частотах для определения направления на них.

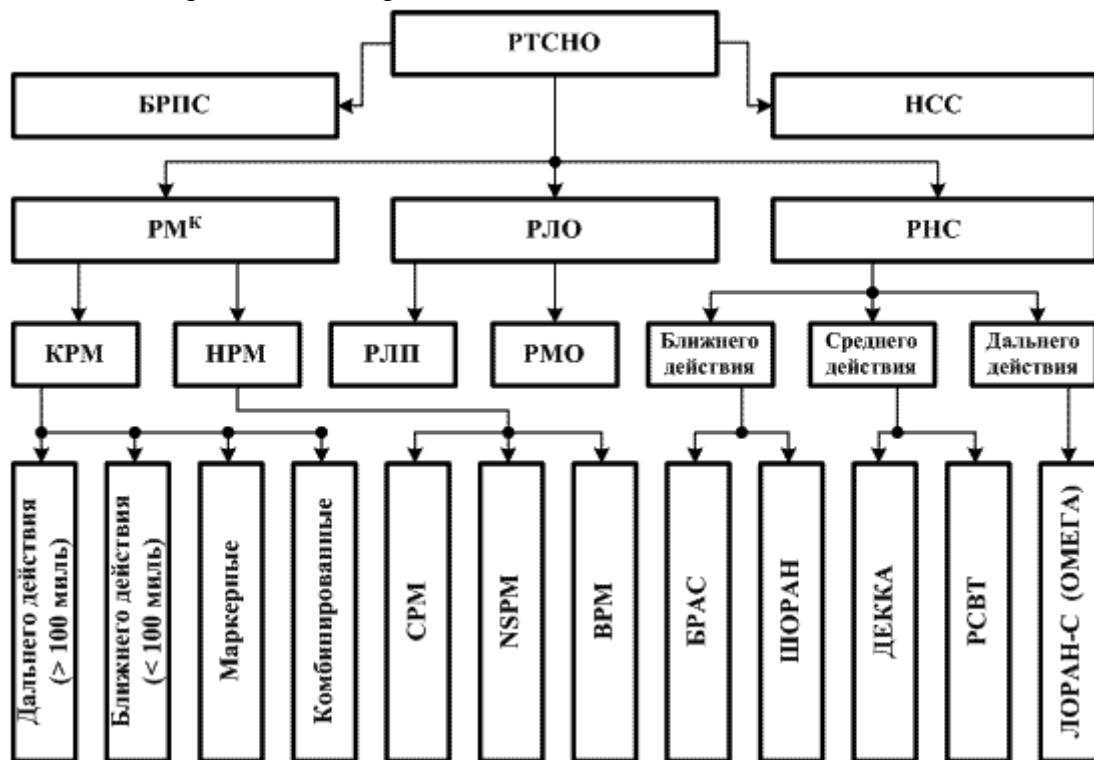


Рис. 11.4. Классификация РТСНО

Все РМ-ки делятся на **2 основные группы**: – *кругового* (КРМ) и *направленного* (НРМ) излучения.

В 1-м случае для определения направления на судне должен быть установлен **радиопеленгатор (РП)**.

Во 2-м случае – вместо РП можно использовать обычный широкополосный **радиоприемник СВ диапазона**.

а) *Круговые радиомаяки.*

На побережье океанов и морей их установлено около 1 тыс.

КРМ-ки разделяют на РМ-ки дальнего действия (> 100 миль), ближнего действия (< 100 миль) и маркерные маломощные автоматические, применяемые для ограждения опасностей, обозначения подходных точек, точек поворотов, отдельных пунктов в труднодоступных для обслуживания районах, а также для «сгушения» сети КРМ-ков ближнего действия.

КРМ-ки просты по устройству береговой аппаратуры, однако имеют ряд серьезных **недостатков**:

- невысокая помехозащищенность;
- зависимость точности определения радиопеленга от погрешности курса;
- ограниченную возможность использования в темное время суток (ночной эффект);
- сравнительно большие погрешности определяемого по ним места судна.

КРМ-ки наиболее эффективно используются днем на удалении от берегов до **150 ÷ 175 миль** (ночью – **60 ÷ 75 миль**).

Для повышения эффективности КРМ-ки **объединяются в навигационные группы** (от 2-х до 6-ти в группе), где работают поочередно на одной и той же несущей частоте и излучают сигналы, отличающиеся только опознавательными сигналами и частотой модуляции. Это и обеспечивает строгую

последовательность работы КРМ-ков в любое время суток (маркерные РМ-ки в группы не объединяются).

Сведения о КРМ-ках: Р.ІІІ «РТСНО» и в Р.V т.ІІ английского описания радиосигналов.

б) Комбинированные РМ-ки (радиоакустические СНО) – занимают особое место, но широкого распространения не получили. В них применяется радиоакустический метод, основанный на совместном действии РМ-ка с воздушной и (или) подводной акустической установкой. В этом случае РМ-к может действовать совместно с сиреной, тифоном, диафоном, наутофоном и одним из излучателей подводных звуковых сигналов.

Сведения о них в Р.ІІІ «РТСНО» либо в Р.V «Радиомаяки» т.ІІ английского описания радиосигналов.

в) Радиомаяки направленного действия (НРМ-ки) по виду характеристики разделяют на створные (СРМ), вращающиеся – с вращающейся характеристикой направленности (NSPM) и с веером вращающихся равносигнальных зон (ВРМ), часто называемых секторными.

3. Секторные радиомаяки (СРМ-ки) работают на основе равносигнального способа определения направления и применяются для проводки судов по прямым фарватерам. Ориентирование судна при плавании по фарватеру, обеспеченному СРМ, осуществляется путем прослушивания и опознания сигналов СРМ-ка, принимаемых на судовой радиоприемник и удержания судна в пределах зоны равной слышимости двух переплетающихся сигналов: например: «А» (· –) и «Н» (– ·).

Сведения о СРМ-ках – в Р.ІІІ «РТСНО» или в Р.V т.ІІ английского описания радиосигналов.

а) Вращающиеся радиомаяки (NSPM) – имеют диаграмму излучения в форме «восьмерки» или «кардиоиды», которая равномерно вращается в горизонтальной плоскости. Эти РМ-ки работают по принципу приема минимума сигнала и позволяют определить место судна с помощью обыкновенного широкополосного приемника. При этом пеленги, полученные по ВРМ, будут более точными, а допустимая дальность пеленгования – значительно большей, чем при работе с NSPM. Более того, точность определения места судна по ВРМ выше, нежели по пеленгам КРМ-ков.

Принцип действия ВРМ основан на использовании вращающихся равносигнальных зон (РСЗ), которые получаются в результате частотного перемещения в пространстве на некоторый угол многолепестковой диаграммы направленности излучения.

ВРМ-ки устанавливаются в 2-х вариантах:

1. 3-х мачтовый – для обслуживания 2-х секторов по 120° каждый, лежащих по обе стороны линии антенн – базы;
2. 5-ти мачтовый – для обслуживания всего пространства вокруг маяка в 360°.

Секторные РМ-ки работают по установленному расписанию. Цикл работы 3-х мачтовых ВРМ – 60с (1 мин.): первые 30с РМ-к работает как КРМ-к, вторые 30с излучение становится направленным и РМ-к передает 60 сигналов (точек и тире). По счислимому месту судна устанавливают № сектора, а по числу сигналов, принятых до радиосигнальной зоны определяют направление на судно (Орт. П). Пеленги прокладывают обычно с помощью специальных РНК или таблиц.

Сведения о ВРМ-ках – в Р.ІІ «РТСНО» или в т.V Р.V ч.2 английского описания радиосигналов.

11.4.2. Радиолокационные отражатели (РЛО)

а) Пассивные РЛО – РЛП. Их применяют для повышения отражательной способности навигационных знаков, ППЗ и знаков обозначения отдельных точек, расположенных на водной поверхности или на низменном берегу. Представляют из себя плоскую металлическую пластину (или две расположенные друг к другу по $\angle 90^\circ$, либо три пластины). Радиолокационная дальность (D_p) обнаружения РЛП:

$$D_{(миль)} = 7,56 \cdot \sqrt[4]{S_э} \quad (11.1)$$

где $S_э$ – эффективная площадь отражения того или иного объекта наблюдения. Если пластина имеет грань в 1 м (0,5 м), а высота установки от уровня моря – 10 м, то $D \approx 14$ (7) миль.

РЛП применяют также для повышения надежности опознавания участков береговой черты. Они могут устанавливаться в виде различных геометрических фигур на расстояниях друг от друга, соответствующих разрешающей способности судовых РЛС по пеленгу и дистанции (расстоянию).

б) Радиолокационные маяки-ответчики (РМО).

РМО – устройство, излучающее импульсные радиосигналы в ответ на облучение его импульсами («запросный» сигнал) судовой НРЛС.

Для опознавания различных РМО их ответные сигналы (импульсы) кодируются. В качестве кодового сигнала используются буквы по «Морзе». Количество импульсов в ответном сигнале и их взаимное положение образуют кодовую комбинацию данного РМО.

Наибольшая дальность действия РМО в милях:

$$D_p = 2,2 \cdot (\sqrt{H} + \sqrt{h}) \quad (11.2)$$

где H – высота РМО над уровнем моря (м); h – высота антенны судовой НРЛС (м).

РМО имеет два режима работы: **1.** → режим ожидания и **2.** → режим излучения.

Импульсы РМО создают на ИКО судовой НРЛС характерные легко опознаваемые изображения, позволяющие уверенно определять место судна.

Помимо РМО типа «Ракоп» могут быть РМО типа «Рамарка», которые излучают свои импульсы постоянно. На экране НРЛС сигнал от РМО типа «Рамарка» имеет вид пунктира от центра ИКО НРЛС по направлению на РМО.

РМО устанавливаются в районах интенсивного судопотока и сложных в навигационном отношении – где маяки, береговые и плавучие знаки не дают на экране НРЛС четкого изображения или не опознаются среди других объектов. Кроме того, РМО используются в районах побережья, расположенных вблизи рекомендованных путей и трудно опознаваемых по РЛС.

Большое применение РМО нашли в районах с частыми и длительными туманами, осадками, а также у кромок льда и т.п.

Сведения о РМО – в лощях, РТСНО (Р.VI), где обычно помещаются название СНО, его координаты, высота над уровнем моря, сектор и дальность действия, задержка ответного сигнала, кодовая комбинация, наличие и максимальный радиус мертвой зоны, теневых секторов и др.

11.4.3. Радионавигационные системы

Радионавигационная система (РНС) – комплекс взаимодействующих («судно ↔ берег») радиотехнических средств, обеспечивающий подвижный объект (судно) навигационной информацией, используемой для определения координат его места, а в некоторых случаях, кроме того, направления и скорости движения.

РНС подразделяются:

а) → по физическому принципу измерения радионавигационного параметра (РНП) на:

1. амплитудные;
2. фазовые;
3. импульсные;
4. частотные;
5. комбинированные.

б) → по определяемому радионавигационному параметру на:

1. угломерные;
2. дальномерные;
3. разностно-дальномерные;
4. комбинированные;
5. суммарно-дальномерные;
6. скоростно-угломерные;
7. разностно-угломерные и др.

Преимущества РНС:

1. → Независимость измерений от погодных условий, а для ряда РНС и от времени суток;
2. → Возможность высокоточного определения радионавигационных параметров на больших удалениях от берегов;

3. → Эффективное обеспечение плавания вблизи берегов и в узкостях, особенно в малую видимость.

Все РНС по своему назначению могут быть подразделены на системы ближнего, среднего и дальнего действия.

Фазовые РНС – основаны на сравнении фаз электромагнитных колебаний, прошедших измеряемое расстояние. В зависимости от вида получаемого радионавигационного параметра выделяют: · дальномерные; · азимутальные и · гиперболические (разностно-дальномерные) РНС.

В настоящее время в мире работает ~ 50 цепочек РНС «Декка», обеспечивая навигационную безопасность плавания во многих районах Мирового океана. Дальность действия этой РНС днем достигает 240 миль (ночью на 30÷ 40% меньше). Погрешность в определении места → от 0,25 ÷ 2,0 миль.

Импульсные и импульсно-фазовые РНС являются одними из распространенных средств определения места судна на больших расстояниях от берегов.

Рабочие зоны импульсно-фазовой РНС «Лоран-С» (США) охватывают практически все северное полушарие.

Определение места судна по сигналам РНС «Лоран-С» состоит:

- **I этап** → измеряют промежуток времени между моментами прихода сигналов от 2-х станций;
- **II этап** → путем сравнения фаз колебаний, образующих сигналы, определяют более точную величину Δt , что позволяет в конечном счете получить точность места от 0,5 мили (на $D \leq 900$ миль) до 2 ÷ 5 миль (на $D \sim 3000$ миль).

Космическая навигационная система (КНС) или спутниковая навигационная система (СНС) – совокупность наземных командных и измерительных пунктов, вычислительных центров, космических навигационных аппаратов (КНА) и судовой спутниковой навигационной аппаратуры, обеспечивающих навигационной информацией подвижные объекты.

КНС в настоящее время обеспечивает определение места в любом районе Мирового океана в любое время суток и независимо от состояния погоды с погрешностями < 0,2 мили.

Сведения о работе различных РНС – см. Р. II «РТСНО» или в Р. V т. V английского описания радиосигналов.

11.5. Плавающие предостерегательные знаки

Морские плавающие предостерегательные знаки (ППЗ) – плавающие СНО, установленные на якорь для ориентировки мореплавателей, ограждения навигационных опасностей, обозначения положения морских каналов и фарватеров, подводных кабелей, рыболовных снастей, мест якорных стоянок и др.

В силу специфики установки ППЗ они не могут использоваться для надежного определения места судна, так как нет уверенности (гарантии), что они находятся на штатном месте.

11.5.1. Плавающие маяки, маячные суда и освещаемые поплавки

Плавающий маяк.

Плавающий маяк (ПМ-к) – это судно специальной постройки, конструкция которого позволяет использовать его длительное время на якоре в открытом море, с размещенными на борту СНО, предназначенными для обозначения входа в узкость, ограждения навигационных опасностей и ориентирования по нему судов.

Плавающие маяки применяются для ограждения опасностей или для указания подходных точек каналов и фарватеров в таких районах, где эта задача не может быть решена другими СНО.

Светотехническое устройство плавмаяка должно обеспечивать достаточно яркий и требуемого характера огонь, свет которого, независимо от качки судна, должен быть всегда направлен к горизонту.

На ПМ-ке должны быть все средства туманной сигнализации и средства для переговорной сигнализации и связи.

Само судно должно иметь **отличительную окраску** корпуса (**белая полоса** с надписью названия ПМ-ка).

За указанное на карте штатное место ПМ-ка принимаются координаты точки положения его якоря на дне, определенные наиболее надежным и точным способом с СКП не > 50 м, при этом радиус циркуляции ПМ-ка на якоре обычно не должен превышать > 4-х глубин места его постановки.

На мачтах ПМ-ка устанавливают **отличительные топовые фигуры**.

Днем на ПМ-ке поднимают установленные для него **флаги**.

ПМ-к, сорванный с якоря поднимает:

- Днем – **2 черных шара** большого размера (на баке и юте);
- Ночью – **2 красных круговых огня** на тех же местах;
- Сигнал «ЛО» (МСС) – «Я не нахожусь на своем месте»; ночью – каждые 15 мин. сжигают одновременно красный и белый фальшфейеры.

Маячные суда.

Маячные суда, как разновидность ПМ-ка, устанавливают в основном на мелководье. Они служат для ограждения малых глубин, обозначения входов в каналы, на фарватеры и пр. Днем маячные суда (боты) поднимают на ноках реев шары, а ночью зажигают (включают) присвоенные им огни. Имеют на борту надпись – название или №...

Освещаемый поплавок.

Освещаемый поплавок – разновидность маячных судов – плот с надстройкой, фонарем и колоколом, действующим на волне.

В зоне РДС (разделения движения судов) вместо ПМ-ка часто применяют стационарные маячные установки.

11.5.2. Буи и вехи

а) Общие сведения.

Для ограждения навигационных опасностей, сторон каналов, фарватеров и рекомендованных путей применяют буи и вехи – плавучие конструкции определенной формы и размеров, устанавливаемые в заданных точках на якорях.

Эти ППЗ предназначены также для обозначения отдельных точек на воде, границ полигонов, зон РДС и центра кругового движения в системах РДС и для других целей.

б) Морские буи (табл. 11.2).

Морские буи (МБ) применяются для предостережения судов об опасности на относительно больших расстояниях в дневное и ночное время при любом состоянии моря, а при наличии на буях ревуна они служат ориентиром и в условиях плохой видимости.

По размерам и массе МБ подразделяются на:

- БМБ – большие морские буи, которые ставят в открытом море на больших глубинах (20 ÷ 70 м);
- СМБ – средние морские буи – ставят ближе к берегу;
- ММБ – малые морские буи – ставят в закрытых районах и бухтах.

1) Канальный буй.

Канальный буй (КБ) предназначен для обозначения бровок или осей каналов в защищенных от волнения мелководных районах (обычно конической формы) и используются только в период навигации.

2) Ледовые (зимние) буи.

Ледовые (зимние) буи (Н-3, Н-2, Н-1) применяются для обеспечения безопасности плавания в течении всего года (обтекаемой, сигарообразной формы).

Буи могут быть светящиеся (электрические или ацетиленовые) и несветящиеся. Огни буев действуют автоматически. На буях устанавливают технические приспособления для подачи звуковых сигналов (колокол, ревуны и др.). Иногда на них устанавливают световые отражатели.

Тип бую	Глубина установки, м	Радиолокационная дальность обнаружения, мили		Высота огня над уровнем моря, м	Оптическая дальность видимости огня, мили
		без РЛП	с РЛП		
БМБ	20 ÷ 70	–	6 ÷ 8	6,9	8,5
СМБ	10 ÷ 40	–	6 ÷ 8	4,9	7,0
ММБ	7 ÷ 30	–	6 ÷ 8	3,2	3,5
БКБ	1 ÷ 7	–	6 ÷ 8	3,4	3,5
СКБ	1 ÷ 7	–	6 ÷ 8	2,1	3,5
МКБ	1 ÷ 7	–	6	1,7	3,5
Н-3	7 ÷ 20	7	–	3,0	6,5
Н-2	3 ÷ 20	2 ÷ 3	–	2,0	3,5
Н-1	1 ÷ 7	1 ÷ 2	–	1,0	3,5

в) Вехи.

Вехи применяют как СНО в качестве самостоятельных знаков, а также в качестве дополнительных на особо опасных участках и контрольных знаков у буюв для их дублирования и облегчения отыскания места установки бую в случае его смещения.

Вехи – широко распространенный вид плавучего ограждения (просты, дшевы, более прост процесс постановки и съемки).

В настоящее время применяют вехи **морские** и **канальные** (поплавок из листовой стали, металлическая труба, деревянный шест с топовой фигурой и РЛЮ). Топовые фигуры вех, их шесты окрашивают в соответствии с МАМС.

Требования к ППЗ.

ППЗ должны удовлетворять следующим требованиям:

- сохранять свое штатное место, внешний вид и характер огня;
- надежно обеспечивать установленную дальность видимости (днем и ночью);
- легко распознаваться по окраске корпуса и надстройки, по топовой фигуре – днем и по характеру огня → ночью.

Отдельно лежащие опасности ($\varnothing \leq 100$ м) ограждают одним знаком (буй или веха): если размеры опасности имеют $\varnothing > 100$ м – ее ограждают с **4-х сторон**.

Также ограждают затонувшее судно: при $L \leq 100$ м – **один знак**, а при $L > 100$ м – два знака.

Опасности, отстоящие от берега на $S \leq 1$ мили, ограждают обычно с 3-х сторон – справа, слева и с моря (если $S > 1$ мили – с 4-х сторон).

Опасность, идущую от берега, ограждают у ее оконечности буюм и дублирующей вехой.

Во всех случаях количество выставляемых ППЗ определяется из условия: –дальности видимости соседних ППЗ должны перекрываться не < чем **на 30%** (в опасных от мин районах – **50%**).

Если опасность ограждена светящимся знаком, дальность видимости которого больше требуемой, то границы опасности ограждают вехами.

На отдельных опасностях протяженностью не $> 1/2$ дальности видимости ППЗ может быть поставлен светящийся буй с РЛЮ на ближайшей к рекомендованному пути стороне опасности, а другие ее стороны ограждены вехами.

На точность положения ППЗ целиком полагаться нельзя, так как под влиянием различных причин буй и веха могут быть снесены со своего штатного места.

Мореплавателям следует всегда помнить о деталях постановки ППЗ, **при любой возможности проверять их положения и о всех расхождениях с картой, сообщать начальникам парокдств, портов и местным органам ГУНиО.**

11.6. Звукосигнальные и гидроакустические средства навигационного оборудования

11.6.1. Звукосигнальные СНО

Звукосигнальные СНО – воздушные туманные сигналы – предназначены для ориентировки мореплавателей относительно береговой черты в условиях пониженной видимости. Они лишь предупреждают о приближении к опасности и никогда не могут служить средством для точного определения места судна.

Удаленные от береговой черты навигационные опасности ограждаются буями с ревунами.

Звукосигнальные установки береговых и плавучих маяков, не имеющих датчиков видимости, действуют при появлении тумана или понижении видимости **до 3-х миль**.

Звукосигнальные установки буюв работают, как правило, под действием волнения, поэтому их сигналы подаются непрерывно, без определенной характеристики, при любых условиях видимости.

Газовые автоматические колокола работают независимо от волны.

Одинаковые характеристики звуковых сигналов береговых установок, как правило, не повторяются в пределах участка побережья в 300 миль.

По ряду причин направление и дальность слышимости воздушного туманного сигнала могут быть дезориентирующими.

В качестве звукосигнальных СНО обычно применяют:

1. **Колокол** → так как распространение его звука ограничено, применяется редко и только в портах на молах и на рейдах, то есть в местах, где от сигнала не требуется большой слышимости.
2. **Гонг** → как и колокол, обыкновенно ручной, и используется также только в портах на молах и волноломах.
3. **Свисток** → употребляется очень редко ввиду плохой его слышимости в тумане. Звук производится паром или сжатым воздухом, направляемым через кольцевую щель в цилиндрическую звуковую камеру.
4. **Горн** → применяется главным образом на плавучих маяках в качестве запасного сигнального средства. Представляет собой длинную коническую трубу, у которой в узком конце находится металлическая эластичная пластинка-вибратор. Приводится в действие сжатым воздухом. Слышен ~ за 2 мили.
5. **Ревун** → применяется в основном на буюх: по принципу устройства напоминает горн, автоматически приводимый в действие колебаниями волн. Слышен на расстоянии ~ в 1 милю.
6. **Пушка** → сигнальное средство, распространяющее звуки выстрелов, которые слышны относительно хорошо (до 5 миль), но слишком короткой продолжительности. Автоматически действующая ацетиленовая пушка позволяет производить выстрелы через каждые 30с. Она состоит из взрывной камеры в виде кольцевого пространства. Ацетилен в ней взрывается электрической искрой.
7. **Сирена** → излучает мощный звук одного (или разного) тона. Устройство пневматического типа. Состоит из статора и ротора, быстро вращающегося внутри статора. Внутри ротора подается сжатый воздух (или пар), который выходит через частые прорезы ротора и статора. Звук сирены слышен на удалении ~ **в 5 миль**. Сирены используются на береговых и плавучих маяках в качестве основного звукосигнального СНО.
8. **Диафон** → по устройству сходен с сиреной. У сирены звук создается за счет вращения ротора, а у диафона – за счет прямолинейного движения поршня с отверстиями. Сильный прерывистый звук возникает в то время, когда отверстия поршня совпадают с отверстиями камеры. Диафон отличается большой звуковой мощностью и характерным «рычащим» звучанием. Слышен на удалении до **6 ÷ 8 миль**.
9. **Тифон (тайфон)** → представляет собой чугунный корпус с зажатой в нем мембраной, обращенной выпуклостью к впускной трубе подачи сжатого воздуха. Последний заставляет мембрану колебаться; колебания мембраны через резонансную камеру поступают в направляющий рупор. Мощный звук среднего тона слышен на расстоянии **6 ÷ 8 миль**. Из всех воздушных туманных сигналов тифон является наиболее мощным, но его легко спутать с судовым туманным сигналом.

10. **Вибрирующий якорь** → также относится к средствам, действующим от сжатого воздуха. Звук здесь производится с помощью якоря, вибрирующего под действием сжатого воздуха. Звук его высокого тона низкой мощности слышен за **2 ÷ 3 мили**.

Кроме пневматических установок, для подачи звуковых туманных сигналов используются и электромеханические средства с электромагнитным или электродинамическим принципом создания колебаний мембраны.

11. **Наутофон** → приводится в действие электрическим током. Звук его высокого ровного тона (напоминает звук горна) слышен за **3 ÷ 5 миль**.

12. **Электрогорн** → дает мощный звук среднего тона, слышимый за **5 ÷ 7 миль**.

11.6.2. Гидроакустические СНО

Гидроакустические СНО → это подводные сигналы, с помощью которых определяют место судна в тех случаях, когда более точные методы определения использованы быть не могут.

Средняя скорость распространения звука в воде равна 1500 м/с (~ в 4 раза быстрее, чем в воздухе) и зависит от температуры, солености и плотности морской воды. Звук в воде распространяется во всех направлениях, но ощутимо отклоняется сушей, мелями и пр.

Дальность распространения подводных звуковых сигналов также значительно больше, чем надводных.

Подводный колокол слышим на **$S \geq 15$ миль**, а специальные подводные излучатели на **$S \geq 50$ миль**.

Характеристики воздушных и подводных звуковых сигналов описаны в руководстве «**Огни и знаки...**» (Огни).

1. Подводный колокол → устанавливают на буйях, плавучих маяках и у берегов. Они действуют различно:

- одни → автоматически от колебания буя на волнении;
- другие → от пневматического устройства.

Подводный колокол на сильном волнении звонит чаще. Хотя частота ударов и зависит от степени волнения, но их сила остается одинаковой. На плавучих маяках подводные колокола обычно действуют за счет сжатого воздуха. Дальность их действия 5- 7 миль – для одиночного и 10- 15 миль – для группы из 2-х подводных колоколов.

2. Подводный излучатель (осциллятор) 2 вида:

1. – электродинамический;
2. – электромагнитный.

Главная их часть → стальная мембрана (или две), приводимая в колебания электрическим устройством с частотой 1050 кол./с. Колебания же мембраны передаются упругой среде – воде, порождая звуковые колебания. **Дальность действия ПИ(0) – до 15 миль для одиночного и не < 30 миль – для группы излучателей.**

Эти (1, 2) гидроакустические СНО устанавливают при береговых маяках на специальной донной треноге. Глубина моря над ней должна быть не < 15 ÷ 20 м, а грунт – твердый. **Точное место установки указывается на карте.**

Для приема подводных сигналов на судне устанавливают специальные аппараты – **гидрофоны**.

В скуловую часть судна врезаны побортно две приемные камеры с мембраной, к которой прикреплен микрофон, отмечающий колебания мембраны и передающий их в телефоны на мостике.

Звуковая волна, дойдя до борта судна, приводит в колебания мембрану микрофона в приемнике того борта, который обращен к источнику звука.

Попеременно выслушивая приемник то правого то левого борта, устанавливают, откуда сигналы громче. Затем меняют курс в сторону лучшей слышимости сигнала. По мере изменения курса звук в телефоне начинает слабеть, потом прекратится и вскоре будет слышен в телефоне другого борта.

Замечают KK_1 , на котором звук пропал в телефоне одного борта и KK_2 , на котором он «появится» в телефоне другого борта. Средний из курсов и дает направление на источник (способ «звуковой тени»).

Если звук не исчезает совсем, то пеленгом (направлением) на источник нужно считать курс, на котором сила звука в телефонах обоих бортов одинакова.

Для проверки пеленга ложатся на обратный курс и вторично определяют пеленг.

На расстоянии от источника в 10 ÷ 15 миль точность определения пеленга $\sim \pm 1^\circ$.

Сигналы слышны тем лучше, чем глубже сидит судно, чем оно медленнее движется, и чем спокойнее море.

Слышимость «max» – если источник звука находится на КУ = 90° пр/б. (л/б) и «min» – на КУ = $\pm 4^\circ$.

Выводы

1. СНО предназначены для определения места судна в море, ограждения навигационных опасностей, каналов и фарватеров и ориентирования судоводителя.
2. СНО должны давать возможность надежно определять место судна в конкретных гидрометеорологических условиях с любой дискретностью и высокой точностью.
3. СНО являются средствами внешней коррекции места судна и подразделяются как по месту расположения (береговые, плавучие, космические), так и по роду техники использования (зрительные, акустические, радиотехнические).
4. Методами навигационного оборудования морского театра является:
 - обеспечение по площади (покрытие рабочими зонами СНО наибольших площадей);
 - обеспечение по направлению (маршруту) – установка СНО вдоль каналов, фарватеров и рекомендованных путей.
5. Зрительные СНО – специальные стационарные или плавучие сооружения, конструкции и устройства, предназначенные для определения места судна путем зрительного их восприятия (маяки, знаки, огни, створы).
6. РТСНО – специальные наземные или плавучие станции, работающие в радиочастотном диапазоне и предназначенные для решения задач навигации совместно с судовыми ТСН.
7. ППЗ – плавучие СНО, установленные на якорь для ориентирования мореплавателей, ограждения навигационных опасностей, обозначения каналов, фарватеров, мест якорных стоянок и пр.
8. Звукосигнальные СНО – воздушные туманные сигналы, предназначенные для ориентировки мореплавателей относительно береговой черты в условиях пониженной видимости.

ГЛАВА 12. ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА СУДНА В МОРЕ ПО ВИДИМЫМ НАВИГАЦИОННЫМ ОРИЕНТИРАМ

12.1. Общие принципы определения места судна в море. Навигационные параметры и изолинии

12.1.1. Общие принципы определения места судна в море

Для получения текущих координат места судна на любой момент времени непрерывно ведется счисление его пути.

Правомерно возникает вопрос. **А достаточно ли одного только счисления пути судна для обеспечения безопасности его плавания?** Оказывается нет, далеко не достаточно.

Действительно, ведь счисление пути судна основывается на показаниях основных штурманских приборов: курсоуказателя (компаса) и лага. Но в их работе (их показаниях) имеются погрешности, которые при счислении пути судна учитываются в виде поправок (для курсоуказателя – ΔK , для лага – $\Delta L\%$), но ведь и сами эти поправки известны (определены) с некоторыми, неизвестными, погрешностями.

Погрешность содержит и угол дрейфа (α), выбираемый из таблицы, а сведения о течениях, элементы которых выбирают из навигационных пособий, являются весьма приближенными (см. табл. 12.1).

Значения погрешностей основных элементов счисления
(табл. 4.4 «МТ-2000»)

Таблица 12.1

№ п/п	Элементы счисления	Значение погрешности (СКП)
1	Компасный курс по гирокомпасу ($ГКК$)	$\pm 0,3^\circ \div \pm 1,2^\circ$
2	Компасный курс по магнитному компасу ($КК_{МК}$)	$\pm 0,9^\circ \div \pm 2,0^\circ$
3	Поправка гирокомпаса (ΔGK)	$\pm 0,3^\circ \div \pm 1,3^\circ$
4	Поправка магнитного компаса ($\Delta МК$)	$\pm 0,5^\circ \div \pm 1,8^\circ$
5	Истинный курс по данным гирокомпаса	$\pm 0,6^\circ \div \pm 1,8^\circ$
6	Истинный курс по данным магнитного компаса	$\pm 0,9^\circ \div \pm 2,7^\circ$
7	Скорость по относительному лагу	$\pm 0,1 \text{ уз.} \div \pm 0,2 \text{ уз.}$
8	Скорость по абсолютному лагу (при $V \leq 10 \text{ уз.}$)	$\pm 0,02 \text{ уз.} \div \pm 0,05 \text{ уз.}$
9	Скорость по абсолютному лагу (при $V > 10 \text{ уз.}$)	$\pm (0,002 \div 0,005) \cdot V$
10	Угол дрейфа от ветра (α)	$\pm 0,5^\circ \div \pm 1,5^\circ$
11	Направление течения при выборе из навигационных пособий	$\pm 30^\circ \div \pm 60^\circ$
12	Направление течения при определении по абсолютному лагу	$\pm 10^\circ \div \pm 20^\circ$
13	Скорость течения при выборе из навигационных пособий	$\pm 0,3 v_T$
14	Скорость течения при определении по абсолютному лагу	$\pm 0,1 \text{ уз.} \div \pm 0,3 \text{ уз.}$
15	Скорость течения при отсутствии данных о течении	$\pm 0,2 \text{ уз.} \div \pm 0,7 \text{ уз.}$

Вполне очевидно, что в результате погрешностей в поправках штурманских приборов, в угле дрейфа и в учитываемых элементах течения, счисление пути судна ведется с некоторыми погрешностями.

Эти погрешности, по своему численному значению, как правило, небольшие, но они действуют в течение всего плавания, то есть нарастают по времени (рис. 12.1).

Длительное действие этих неучтенных погрешностей приводит к тому, что погрешность в счислимом месте судна постепенно увеличивается и достигает значительной величины, при которой уже не обеспечивается требуемая точность знания счислимых (текущих) координат, то есть не обеспечивается безопасность плавания судна.

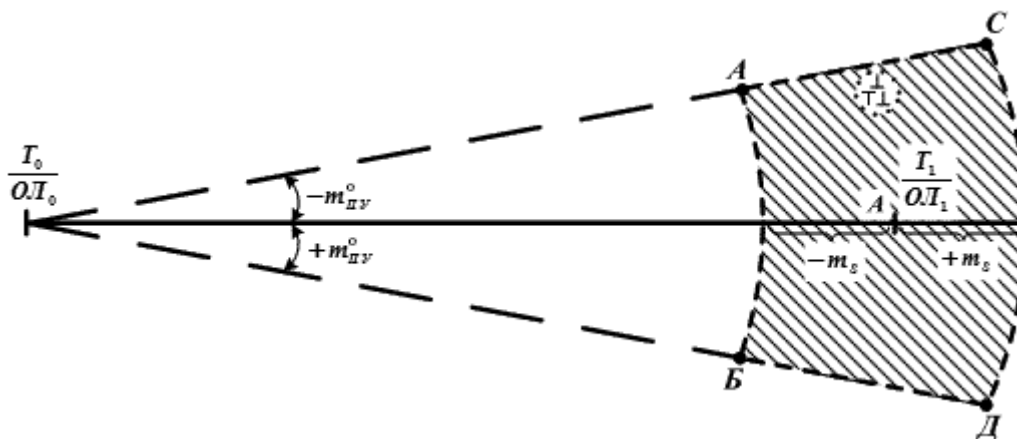


Рис. 12.1. Суммарные погрешности

Из рис. 12.1 следует, что вследствие наличия суммарной погрешности в направлении движения судна ($\pm m_{ПУ}$) и суммарной погрешности в пройденном судном расстоянии ($\pm m_s$) считаемое место судна на какой-то момент времени (T_1) будет находиться не в конкретной считаемой точке (т. А), а в пределах площади (АВДС), ограниченной значениями погрешностей в счислении ($m_{ПУ}^0$ и m_s) и с определенной вероятностью.

Исходя из этого возникает необходимость исключения погрешностей в счислении пути судна. Это достигается **путем систематического контроля** за счислением координат судна и периодической их **коррекцией**.

Контроль за счислением пути судна осуществляется постоянной проверкой правильности учета элементов счисления (погрешности не исключаются совсем, но не допустить больших промахов в счислении пути судна позволяет).

Коррекция счисления включает в себя периодическое определение координат судна измерением величин, не участвующих в счислении пути, с последующим счислением координат судна от определенного по этим величинам места судна, которое называют обсервованным местом судна, а координаты такого места – обсервованными координатами (φ_0, λ_0).

Периодичность коррекции счисления – определения места судна – должна быть такой, чтобы в течении времени между определениями места погрешность счисления пути не превышала в данных условиях определенной (допустимой) величины и обеспечивала навигационную безопасность плавания.

Практические действия по определению координат места судна называются навигационной обсервацией.

Обсервованное место судна может быть получено различными способами:

1. → по наблюдениям видимых береговых навигационных ориентиров;
2. → по наблюдениям небесных светил (звезды, навигационные планеты, Луна, Солнце);
3. → при помощи имеемых на судне радиотехнических средств навигации.

12.1.2. Навигационные параметры и изолинии

При любом способе получения обсервованного места с помощью штурманских навигационных приборов получают величины, которые в своей совокупности характеризуют обсервованные координаты судна.

Совокупность величин, характеризующих место судна в море и его перемещение в заданной системе координат, называются навигационными параметрами (НП).

Значение навигационного параметра, снятое со шкалы измерительного прибора, называют **измеренным навигационным параметром**.

Измеренный навигационный параметр, исправленный всеми необходимыми поправками, называют **обсервованным (исправленным) навигационным параметром**.

Например:

1. → Если место судна определяется по визуальным пеленгам на береговые навигационные ориентиры то снятое (измеренное) с помощью пеленгатора направление на этот ориентир – измеренный навигационный параметр – компасный пеленг (*КП*). Исправив значение компасного пеленга (*КП*) поправкой курсоуказателя (ΔK), от которого транслируется курс на пеленгаторный репитер, получаем значение исправленного навигационного параметра, то есть – истинный пеленг (*ИП*).

$$\mathbf{ИП = КП + \Delta K} \quad (12.1)$$

2. → Если место судна определяется по двум горизонтальным углам трех навигационных ориентиров, то снятое (измеренное) значение горизонтального угла – измеренный навигационный параметр – отсчет секстана (*ОС*) снятый со шкал навигационного секстана. Исправив значение отсчета секстана (*ОС*) поправкой этого секстана ($i + S$) получим уже значение исправленного навигационного параметра, то есть искомое значение горизонтального угла (α).

$$\mathbf{\alpha = ОС + (i + S)} \quad (12.2)$$

3. → Если место судна определяется по расстояниям (*D*) до навигационных ориентиров то, снятое со шкал, измерительного прибора значение расстояния до ориентира – измеренный навигационный параметр (*D'*). Исправив значение измеренного расстояния (*D'*) поправкой измерительного прибора (ΔD) получим уже значение исправленного навигационного параметра – истинное расстояние до ориентира (*D*).

$$\mathbf{D = D' + \Delta D} \quad (12.3)$$

Каждому исправленному навигационному параметру на земной поверхности соответствует определенная навигационная изолиния.

Навигационной изолинией называется такая линия на земной поверхности, каждая точка которой соответствует одному и тому же значению исправленного навигационного параметра.

В зависимости от характера навигационного параметра (значение пеленга на ориентир, величина расстояния до ориентира, значение горизонтального угла между ориентирами и т.д.) им соответствующие навигационные **изолинии имеют различный вид.**

И, кроме того, **каждому значению навигационного параметра соответствует своя навигационная изолиния.**

Рассмотрим некоторые виды навигационных изолиний для малых расстояний (не более дальности визуальной видимости ориентиров), при которых сферичностью Земли можно пренебречь и считать ее шаром.

1. Навигационная изолиния при измерении расстояний (изостадия)

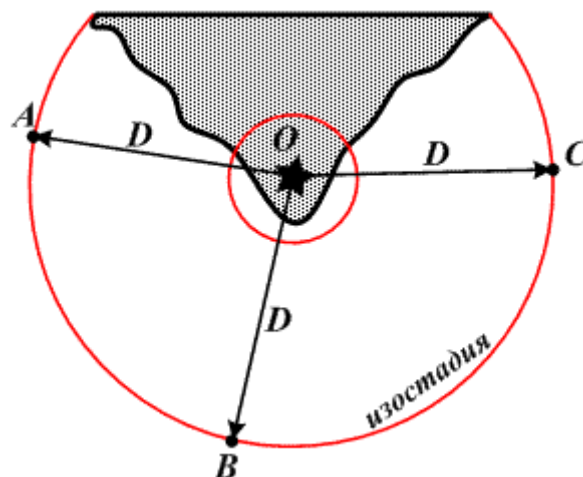


Рис. 12.2. Изостадия

Навигационная изолиния расстояния (рис. 12.2) представляет собой окружность с радиусом, равным расстоянию от места судна до навигационного ориентира (до которого измерялось расстояние *D*). Центр этой окружности – место ориентира (т. *O*). То есть, судно на момент измерения расстояния может находиться в любой точке на данной окружности (или в т. *A* или в т. *B* или в т. *C*), так как в любой ее точке значение навигационного параметра будет одинаково и равно исправленному значению расстояния от судна до ориентира на момент его измерения.

2. Навигационная изолиния при измерении пеленга на ориентир (изопеленга)

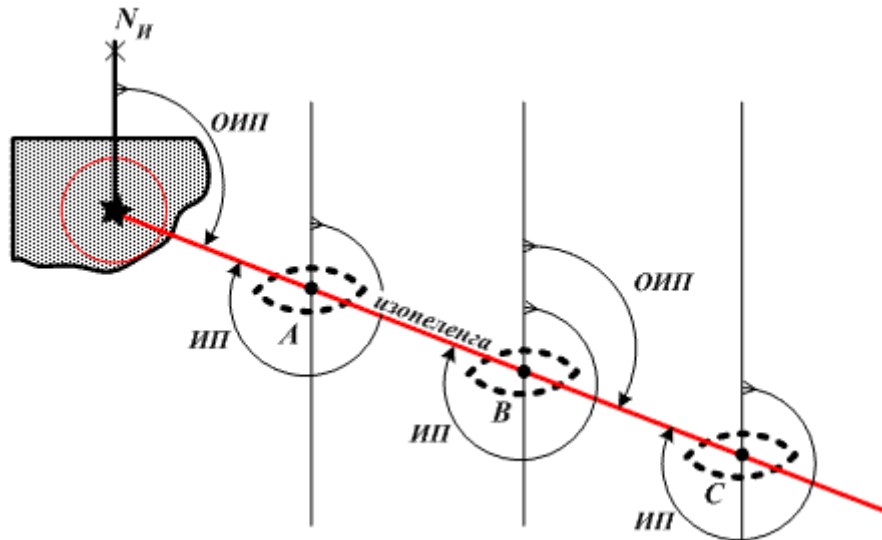


Рис. 12.3. Изопеленга

Линия пеленга на путевой навигационной карте, независимо от того, откуда он измерен (с судна на ориентир или с ориентира на судно) изображается прямой линией (рис. 12.3), в каждой точке которой угол между меридианом и кратчайшим направлением на ориентир, есть величина постоянная (ИП). То есть судно в момент измерения навигационного параметра – пеленга на ориентир – может находиться только на этой линии, но в любой его точке (или в т. А или в т. В или в т. С), так как значение пеленга в любой точке линии пеленга (изопеленге) будет одинаковым.

3. Навигационная изолиния при измерении горизонтального угла между двумя ориентирами (изогона)

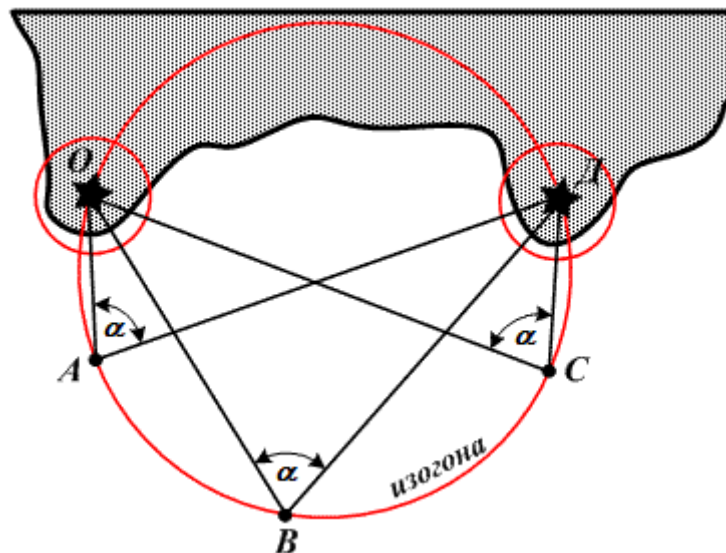


Рис. 12.4. Изогона

При измерении горизонтального угла между двумя ориентирами навигационной изолинией будет изогона – окружность, которая проходит через эти ориентиры и вмещает измеренный и исправленный горизонтальный угол α (рис. 12.4). То есть, судно в момент измерения навигационного параметра (α), может находиться в любой точке (или в т. А или в т. В или в т. С) на навигационной изолинии – изогоне, так как значение угла α в любой ее точке будет одно и то же ($\angle OAD = \angle OBD = \angle OCD = \angle \alpha$).

12.2. Сущность определения места судна по навигационным изолиниям

Мы установили, что **фактическое место судна всегда находится на навигационной изолинии** в момент измерения соответствующего ей навигационного параметра и становится вполне очевидным то, что для определения места судна **одной навигационной изолинии недостаточно**, а значит:

➤ **для определения места судна необходимо иметь не менее двух пересекающихся навигационных изолиний**, причем угол их пересечения должен быть более 30° (лучший вариант – 90°).

Эти навигационные изолинии получают одновременным (или почти одновременным) измерением двух (или более) навигационных параметров.

Для получения обсервованного места на путевой навигационной карте вместо построения навигационной изолинии (или дополнительно к ней) используют **линию положения – прямую, заменяющую участок навигационной изолинии вблизи счислимого места судна**.

Чаще всего в качестве линии положения используется отрезок прямой линии, касательной к навигационной изолинии в точке, расположенной на кратчайшем расстоянии от счислимого места судна (рис. 12.5).

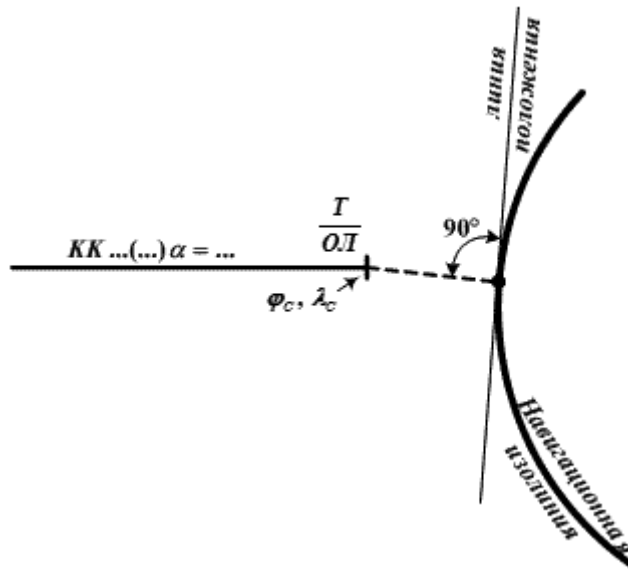


Рис. 12.5. Линия положения

Линии положения используются для получения на карте обсервованного места при плавании судна в открытом море, когда навигационные ориентиры находятся на больших удалениях от судна и навигационные изолинии изображаются на путевой навигационной карте сложными кривыми.

При плавании судна вблизи от побережья, когда навигационные ориентиры находятся на дальности визуального контакта, навигационные изолинии изображаются на путевой навигационной карте просто – прямая линия (для пеленга) или дуга окружности (для расстояния до ориентира). Проведение на путевой навигационной карте таких линий не вызывает затруднений.

Полученные в результате измерения навигационных параметров (и их исправления) навигационные изолинии наносятся на путевую навигационную карту. В точке пересечения навигационных изолиний и будет обсервованное место судна (рис. 12.6).

Таким образом: сущность определения места судна состоит в том, что по значениям измеренных и исправленных навигационных параметров прокладываются на путевой навигационной карте соответствующие им навигационные изолинии (линии положения), в точке пересечения которых и находится обсервованное место судна на момент измерения этих навигационных параметров.

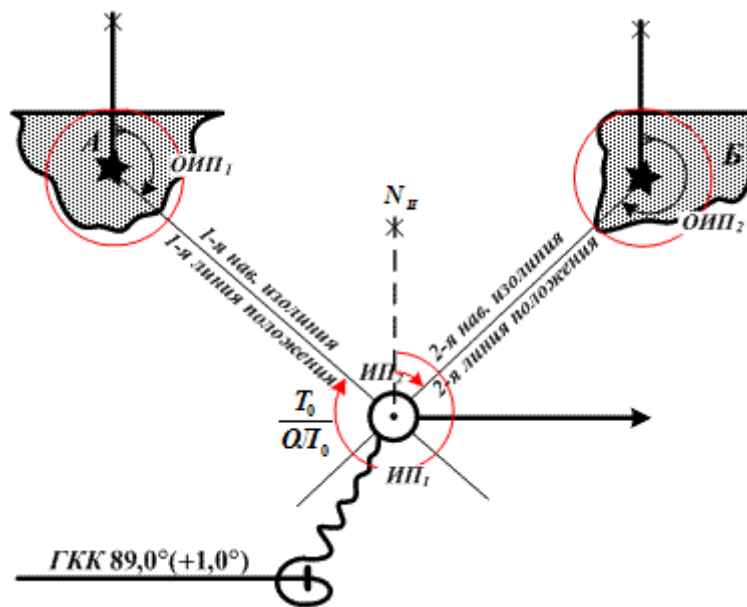


Рис. 12.6. Обсервованное место судна

Обсервованное место судна, полученное при использовании видимых навигационных ориентиров на путевой навигационной карте обозначается условным знаком, как \odot .

Рядом с условным знаком обсервованного места судна пишется время измерения навигационных параметров (T) и отсчет лага ($ОЛ$) на момент их измерений.

10.25

Например: $44,6$ (дробная черта проводится по линейке параллельно параллели, то есть строго горизонтально).

В общем случае счислимое и обсервованное места на один и тот же момент времени не совпадают.

Расхождение одномоментных счислимых и обсервованных координат места судна называется невязкой (рис. 12.7). Обозначается буквой C .

Невязка характеризуется направлением и величиной. (рис. 12.8).

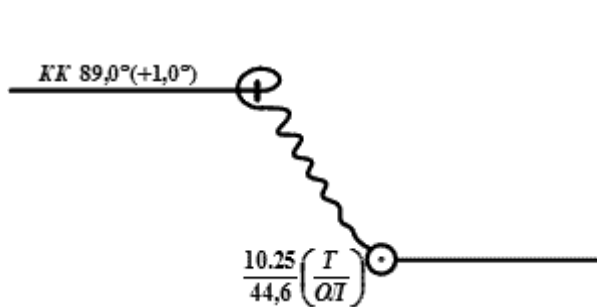


Рис. 12.7. Невязка счисления

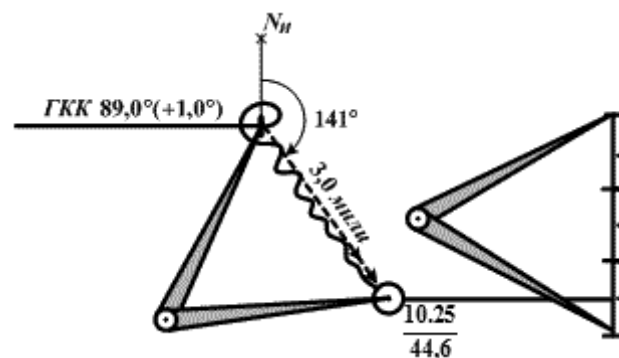


Рис. 12.8. Элементы невязки счисления

Направление невязки определяется относительно северной части истинного меридиана ($N_{И}$) в круговой системе счета направлений от 0° до 360° от счислимого места к обсервованному; снимается с путевой навигационной карты (141°) и записывается в судовой журнал с точностью $\pm 1^\circ$.

Величина невязки измеряется в милях с точностью до 0,1 мили и представляет собой расстояние между счислимым и обсервованным местами судна (3,0 мили) на один и тот же момент времени.

В судовой журнал невязка записывается как: $C = 141^\circ - 3,0$ мили.

Если счислимое и обсервованное места совпали (наложились одно на другое), это означает, что счислимые координаты верны и невязка $C = 0$.

При определении места судна существенное значение имеет **правильная организация работы штурмана**, которая включает в себя следующие основные действия:

1. Выбор способа определения места судна (дающий большую точность и меньшее время, затрачиваемое на реализацию этого способа).
2. Подготовка приборов и инструментов, с помощью которых будут производиться наблюдения (измерения) и построения на путевой навигационной карте.
3. Выбор береговых навигационных ориентиров удобных для наблюдения и нанесенных на путевую навигационную карту.
4. Опознание выбранных навигационных ориентиров на местности (по внешнему виду – днем и характеристике его огня – ночью).
5. Производство наблюдений (измерение навигационных параметров).
6. Обработка наблюдений (исправление измеренных навигационных параметров соответствующими поправками).
7. Нанесение обсервованного места судна на путевую навигационную карту.
8. Анализ произведенной обсервации.
9. Заполнение судового журнала.

12.3. Приведение навигационных параметров и изолиний к одному месту (моменту)

Если навигационные параметры, по которым определяется место судна, измерены одновременно или через малые промежутки времени и приведены к одному моменту, то полученное по их значениям место судна называют **обсервованным** (\odot).

Если же навигационные параметры измерялись разновременно и при значительном промежутке времени между моментами их измерений, то полученное по их значениям место судна называют **счислимо-обсервованным** (\triangle).

Малыми можно считать такие промежутки времени, при которых погрешности счисления в 2-3 раза меньше погрешностей навигационных изолиний и практически не будут сказываться на точности определяемого места. Для большинства навигационных способов определения места эти промежутки можно считать равными **не более 20 минут**.

Для определения места судна навигационные изолинии, соответствующие разновременно измеренным навигационным параметрам **должны быть приведены к одному моменту (месту)**. Это приведение выполняется графическим или аналитическим способом.

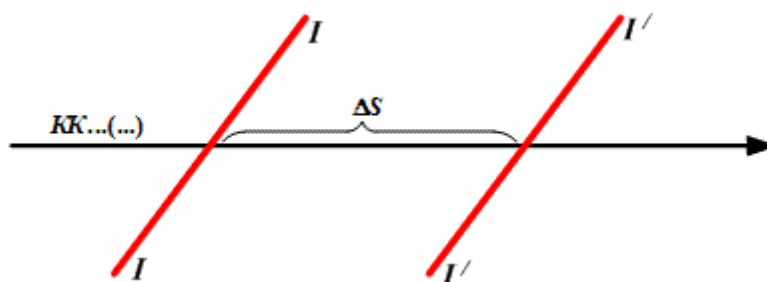


Рис. 12.9. Приведенная навигационная изолиния (линия положения)

При графическом способе приводимая навигационная изолиния « $I-I$ » (рис. 12.9) должна быть смещена по линии пути на расстояние ΔS , равное плаванию судна за время между моментом измерения первого навигационного параметра (U_1) и моментом, к которому осуществляется приведение (при 2-х навигационных изолиниях – к моменту измерения 2-го навигационного параметра; при 3-х навигационных изолиниях – к моменту измерения 3-го навигационного параметра приводится и 1-я и 2-я навигационные изолинии и т.д.).

Прямая « $I'-I'$ » проводится параллельно линии « $I-I$ ».

Моментом, к месту которого приводятся навигационные изолинии, обычно является момент измерения последнего навигационного параметра.

Графический способ приведения навигационных изолиний (линий положения) к одному моменту (месту) показан на рис. 12.10.

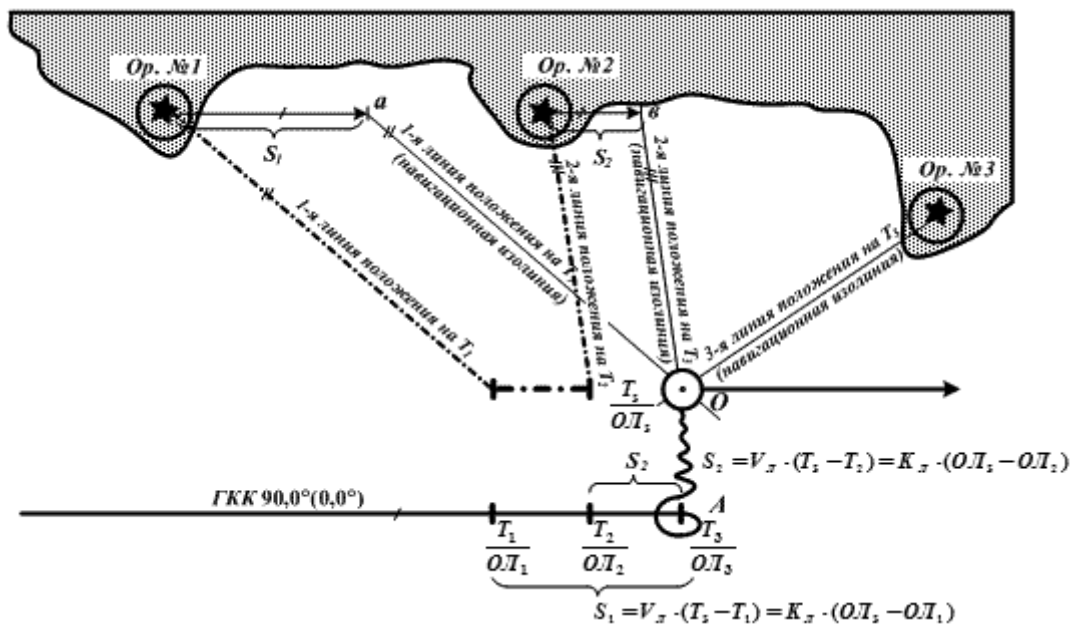


Рис. 12.10. Приведение линий положения к одному моменту

$\frac{T_1}{OL_1}$ – измерен навигационный параметр (пеленг) ориентира № 1.

$\frac{T_2}{OL_2}$ – измерен навигационный параметр (пеленг) ориентира № 2.

$\frac{T_3}{OL_3}$ – измерен навигационный параметр (пеленг) ориентира № 3.

На время T_3 на путевую навигационную карту нанесено счислимое место судна (т. A).

За время $\Delta T_1 = T_3 - T_1$ между измерениями навигационных параметров (пеленгов) на ориентир № 1 и ориентир № 3 судно прошло расстояние $S_1 = V_{\text{д}} \cdot (T_3 - T_1) = K_{\text{д}} \cdot (OL_3 - OL_1)$.

За время $\Delta T_2 = T_3 - T_2$ между измерениями навигационных параметров (пеленгов) на ориентир № 2 и ориентир № 3 судно прошло расстояние $S_2 = V_{\text{д}} \cdot (T_3 - T_2) = K_{\text{д}} \cdot (OL_3 - OL_2)$.

Для того, чтобы навигационные изолинии (линии положения) ориентира № 1 и ориентира № 2 соответствовали моменту (месту) навигационной изолинии (линии положения) ориентира № 3, их нужно перенести параллельно самим себе на:

- навигационную изолинию (линию положения) ориентира № 1 – на расстояние S_1 по курсу судна;
- навигационную изолинию (линию положения) ориентира № 2 – на расстояние S_2 по курсу судна.

Значит для получения обсервованного места судна (т. O) на момент измерения последнего (третьего) навигационного параметра, навигационные изолинии (линии положения) им соответствующие следует на путевой карте прокладывать от:

- 1-ю навигационную изолинию (линию положения) не от места ориентира № 1, а от т. a ;
- 2-ю навигационную изолинию (линию положения) не от места ориентира № 2, а от т. b ;
- 3-ю навигационную изолинию (линию положения) от места ориентира № 3.

И все они (линии положения) в этом случае будут соответствовать одному месту (моменту измерения последнего навигационного параметра на ориентир № 3).

Выводы

1. Исключение погрешностей в счислении пути судна достигается путем систематического контроля за счислением его координат и периодической их коррекцией.
2. Коррекция счисления пути включает в себя периодическое определение координат судна измерением величин, не участвующих в счислении его пути.
3. Сущность определения места судна состоит в том, что по значениям измеренных и исправленных навигационных параметров прокладываются на путевой навигационной карте соответствующие им навигационные изолинии, в точке пересечения которых находится обсервованное место судна на момент измерения навигационных параметров.
4. Невязкой счисления называется расхождение одномоментных счислимых и обсервованных координат судна.
5. Навигационные изолинии, дающие обсервованное место судна, должны быть приведены к одному месту (моменту).

ГЛАВА 13. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА СУДНА ПО НАПРАВЛЕНИЯМ НА ВИДИМЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ ОРИЕНТИРЫ

13.1. Определение места судна по визуальным пеленгам на береговые ориентиры

Направление на ориентир (пеленг) измеряется на судне с помощью визуальных и оптических пеленгаторов, визиров и радиолокационных станций.

С помощью всех этих приборов измеряются компасные пеленги ($KП$), так как все они сопряжены с судовым курсоуказателем (гирокомпас, гироазимут, магнитный компас и др.), которые имеют свои поправки (ΔGK , ΔGA , ΔMK и др.).

Поэтому, все измеренные с судна направления на ориентиры должны исправляться поправкой курсоуказателя (ΔK – общее обозначение поправки):

- если курс на репитер пеленгатора поступает от магнитного компаса – ΔMK ;
- если курс на репитер пеленгатора поступает от гирокомпаса – ΔGK ;
- если курс на репитер пеленгатора поступает от гироазимута – ΔGA .

Чаще всего трансляция курса на его репитеры идет именно от гирокомпаса.

$$\left. \begin{aligned} ИП &= КП + \Delta K \\ ИП &= GKП + \Delta GK \\ ИП &= КП_{GA} + \Delta GA \\ ИП &= КП_{MK} + \Delta MK \end{aligned} \right\} \quad (13.1)$$

В результате исправления компасного направления поправкой того курсоуказателя, от которого идет трансляция курса на репитеры пеленгаторов, мы получаем значение исправленного или истинного направления (пеленга) с судна на ориентир (ИП).

На морской навигационной карте меркаторской проекции, измеренный компасный пеленг, исправленный поправкой курсоуказателя, прокладывается как прямая линия (изолиния пеленга – изопеленга – прямая линия) для небольших расстояний.

Исходя из того, что судно должно находиться на навигационной изолинии, соответствующей значению измеренного и исправленного навигационного параметра, то при наблюдении нескольких береговых ориентиров место судна будет находиться в точке пересечения истинных пеленгов на эти ориентиры.

13.1.1. Определение места судна по пеленгам на три ориентира

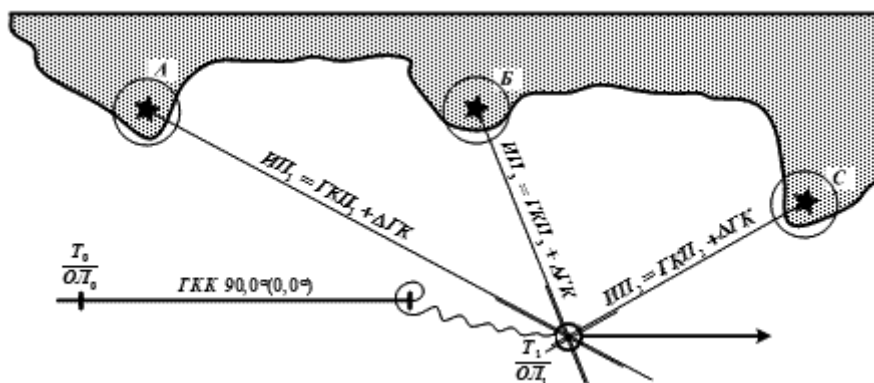


Рис. 13.1. Определение места судна по пеленгам на три ориентира

Для определения места судна по пеленгам на три ориентира **необходимо (рис. 13.1):**

1. → выбрать на берегу три видимых навигационных ориентира (A , B , C), направления, на которые отличаются друг от друга на угол не $< 30^\circ$;
2. → проверить, нанесены ли эти ориентиры на навигационную карту;

3. → в быстрой последовательности измерить направления ($KП_A, KП_C, KП_B$) на эти ориентиры, заметить и записать время (T_1) измерения и отсчет лага ($ОЛ_1$);
4. → рассчитать значения истинных пеленгов на эти ориентиры, для чего измеренные пеленги ($KП_{A,B,C}$) исправить поправкой курсоуказателя (ΔK).

$$\left. \begin{aligned} ИП_A &= KП_A + \Delta K \\ ИП_C &= KП_C + \Delta K \\ ИП_B &= KП_B + \Delta K \end{aligned} \right\} \quad (13.2)$$

5. → исправленные (истинные: $ИП_A, ИП_C, ИП_B$) пеленги проложить на навигационной карте таким образом, чтобы они (линии пеленгов) прошли через ориентиры ($ИП_A$ – через место ориентира A ; $ИП_C$ – через место ориентира C ; $ИП_B$ – через место ориентира B). Фактически через места ориентиров проводятся не значения $ИП_{A,B,C}$, а $ОИП_{A,B,C}$ (обратные истинные пеленги), т.е.

$$ОИП_{A,B,C} = ИП_{A,B,C} \pm 180^\circ; \quad (13.3)$$

6. Примечание:

1.) На МНК линии $ИП$ ($ОИП$) проводятся (карандашом) не от самого ориентира (A, B, C) и не до крошки МНК, а только в районе счислимого места судна и длиной не более ≈ 10 см.
2.) При получении точки пересечения этих пеленгов на МНК эти проведенные линии стираются резинкой и остается только то, что показано на рис. 13.2.

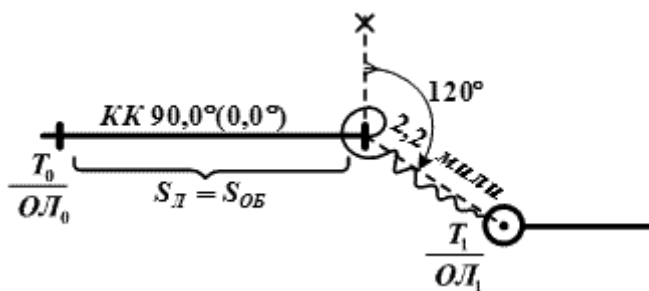


Рис. 13.2. Оформление обсервации на путевой карте

7. → в точке пересечения пеленгов нанести условное обозначение обсервованного места (\otimes) судна и рядом с ним подписать $\frac{T_1}{ОЛ_1}$;
8. → на момент (время) измерения пеленгов на ориентиры (T_1) нанести на путевую карту счислимое место ($РОЛ = ОЛ_1 - ОЛ_0$; $S_Л = K_Л \cdot РОЛ$; $t = T_1 - T_0$; $S_{ОБ} = V_{ОБ} \cdot t$; $S_Л = S_{ОБ}$ от $\frac{T_0}{ОЛ_0}$ по ИК).
9. → определить направление (от счислимого места на обсервованное место $\sim 120^\circ$) и величину (расстояние в милях до десятой доли между счислимым и обсервованным местами на время T_1) невязки $C = 120^\circ - 2,2$ мили; обозначить саму невязку условным знаком на карте ($\text{---} \otimes \text{---}$);
10. → оформить запись в судовом журнале.

Для повышения точности места судна ориентиры необходимо подбирать таким образом, чтобы угол между двумя соседними пеленгами был не $< 30^\circ$ но и не $> 150^\circ$ (**самый оптимальный вариант – 120° , если ориентиры с обоих бортов, или – 60° , если ориентиры с одного борта.**)

При нанесении обсервованного места на путевую карту может получиться и так, что пеленги не пересекутся в одной точке, а **образуют треугольник** (рис. 13.3).

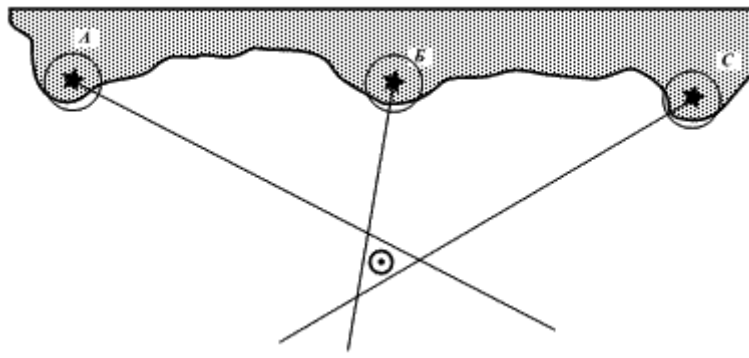


Рис. 13.3. Треугольник погрешности

Как поступать в этом случае? Где находится **обсервованное место судна**?

А поступать следует так:

1. Если **треугольник погрешности мал** (его стороны менее 5 мм – что соответствует на путевой карте < 5 кб.), то **обсервованное место судна** принимают **в центре** треугольника (рис. 13.3).
2. Если **треугольник погрешности велик** (его стороны > 0,5 мили), а это говорит о том, что или в измерениях пеленгов или в расчете и прокладке их на навигационной карте **допущена ошибка** (промах) и следует, прежде всего, проверить расчеты пеленгов и прокладку их на путевой карте. Если ошибок и промахов здесь нет, то следует повторить наблюдения (измерить снова пеленги на ориентиры).

Причинами образования большого треугольника погрешностей могут быть:

1.) допущена ошибка в опознании ориентира (измерили пеленг на один, проложили от другого);
2.) допущена ошибка в снятии пеленга (довольно часто по небрежности);
3.) поправка курсоуказателя не соответствует принятой;
4.) допущена ошибка в прокладке пеленгов на карте;
5.) **неодновременное пеленгование ориентиров.**

Для уменьшения погрешностей, возникающих от **неодновременного пеленгования ориентиров**, особенно на больших скоростях судна, **первыми следует измерять пеленги на те ориентиры, которые расположены ближе всего к диаметральной плоскости судна** (пеленг меняется не так быстро, как пеленг на ориентиры близкие к траверзу судна) – рис. 13.4.

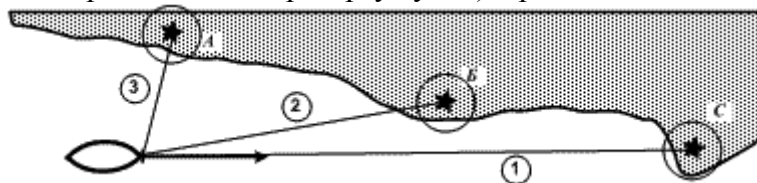


Рис. 13.4. Очередность пеленгования ориентиров

Определение места судна по визуальным пеленгам на три ориентира, является одним из основных способов определения места при плавании судна вблизи берега (на дальности видимости ориентиров) для обеспечения навигационной безопасности плавания.

Отсутствие треугольника погрешности (когда все три пеленга пересекаются в одной точке) позволяет судить о надежности обсервации и отсутствии промахов как при наблюдениях, так и при их исправлении и нанесении на путевую навигационную карту.

13.1.2. Определение места по пеленгам на два ориентира

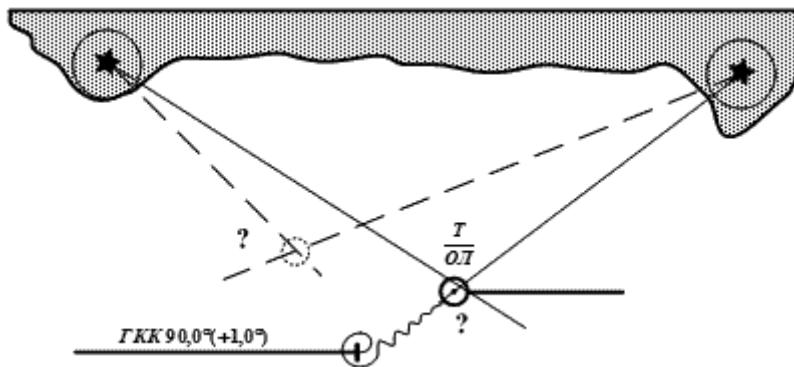


Рис. 13.5. Определение места судна по пеленгам на два ориентира

В тех случаях, когда визуально наблюдаются не три ориентира, а только два, место судна можно определить по двум пеленгам на эти ориентеры, так как для получения обсервованного места достаточно минимум две навигационные изолинии.

Методика определения места по двум пеленгам **аналогична** методике определения места судна по пеленгам на три ориентера, но при этом следует учитывать то, что:

1. → если допущен промах (ошибка) в опознании ориентеров или
2. → если поправка курсоуказателя известна с большой ошибкой (неверна) или
3. → если пеленги на ориентеры измерены неточно

... то место судна, определенное по пеленгам на два ориентера, будет не соответствовать фактическому и **никакие признаки не укажут на ошибочность определения места судна** (рис. 13.5).

Поэтому, к такому способу определения места судна (по двум пеленгам), следует прибегать лишь в тех случаях, когда нет другой возможности определить место.

Для того, чтобы быть уверенным, что место судна, определенное по двум пеленгам достоверно – необходимо такое определение выполнить несколько раз с небольшим (10 мин.) интервалом времени между очередными обсервациями.

Если обсервованные таким способом места **будут располагаться на одной линии параллельной линии курса судна** (курс судна не менялся) и на расстояниях, пропорциональных (равных) пройденным судном (S_L) за промежутки между обсервациями – **то место будет достоверным** и его можно принять к дальнейшему счислению (рис. 13.6).

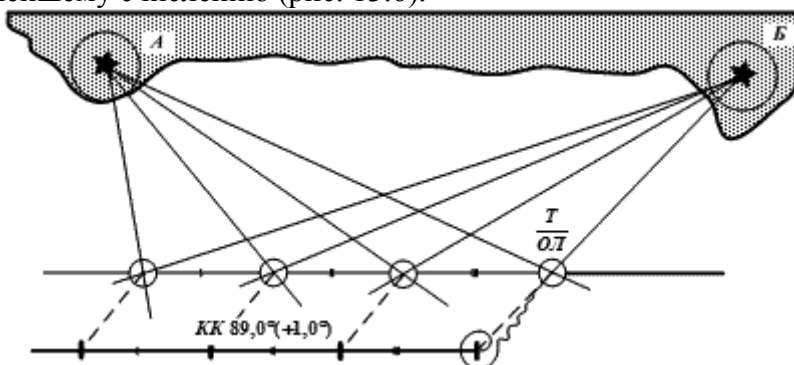


Рис. 13.6. Контроль надежности определения места судна по пеленгам на два ориентера

Перед каждым определением места таким способом следует убедиться в том, что ориентеры, на которые измеряются пеленги, соответствуют показанным на карте; само измерение пеленгов производить с максимально возможной точностью а

$$\Delta\Pi = \Pi\Pi_A - \Pi\Pi_B > 30^\circ \text{ (оптимальный вариант } - 90^\circ)$$

13.1.3. Определение места судна способом «крюйс-пеленг»

Если в видимости судна имеется **только один навигационный ориентир**, который нанесен на путевую карту, то определить место судна можно по разновременным наблюдениям одного и того же навигационного ориентира – **способом «крюйс-пеленг»**.

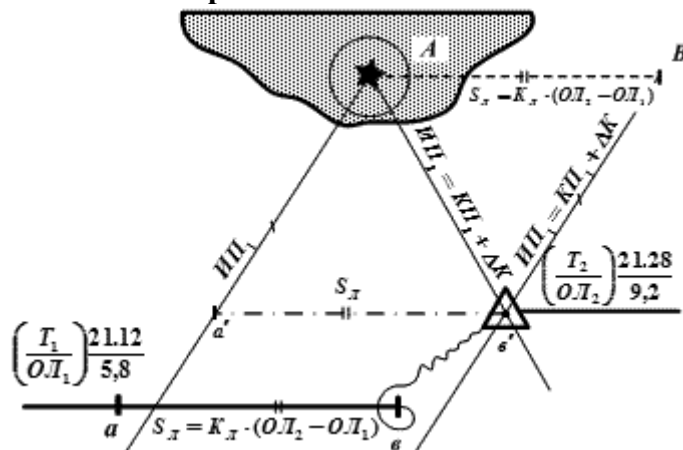


Рис. 13.7. Способ «крюйс-пеленг»

Для определения места судна таким способом **необходимо** (рис. 13.7):

- Измерить компасный пеленг на навигационный ориентир A ($КП_1$), записать время (T_1) и отсчет лага ($OЛ_1$). На это время (T_1) нанести на путевую карту счислимое место судна (т. a).
- Через определенное время (пеленг на ориентир A должен измениться на угол не менее чем на 30°) в момент времени (T_2) при отсчете лага ($OЛ_2$) измерить еще раз компасный пеленг на ориентир A ($КП_2$).
- Рассчитать значение $ИП_2 = КП_2 + \Delta K$ и провести его на навигационной карте от места ориентира A ($ОИП_2 = ИП_2 \pm 180^\circ$).
- Рассчитать расстояние, которое прошло судно за время между измерениями пеленгов: $S_L = K_L \cdot (OЛ_2 - OЛ_1)$ или $S = V \cdot (T_2 - T_1)$.
- Нанести на навигационную карту счислимое место судна на момент измерения $КП_2$ (т. b).
- От места ориентира (т. A) проложить линию параллельную линии пути судна и отложить по ней рассчитанное расстояние S_L ($\overline{AB} \parallel \overline{ae}$ и $\overline{AB} = \overline{ae}$) получим вспомогательную точку (т. B).
- Рассчитать значение $ИП_1 = КП_1 + \Delta K$ и проложить его от т. B ($ОИП_1 = ИП_1 \pm 180^\circ$).
- В точке пересечения пеленгов ($ИП_1$ и $ИП_2$) условным знаком (Δ) нанести на путевую карту **счислимо-обсервованное место**, рядом с ним подписать $\left(\frac{T_2}{OЛ_2} \right)$.
- Обозначить на карте невязку (C), определить ее направление (52°) и величину (**1,2 мили**).
- Оформить запись в судовом журнале.

Нанести счислимо-обсервованное место судна на путевую МНК можно и так (рис. 13.7):

- рассчитанные значения $ИП_1$ ($ОИП_1$) и $ИП_2$ ($ОИП_2$) проложить от места ориентира (т. A);
- рассчитать значение расстояния [$S_L = (OЛ_2 - OЛ_1) \cdot K_L$] пройденного судном за время между замерами пеленгов ($КП_1$ и $КП_2$);
- с помощью параллельной линейки и циркуля-измерителя вместить рассчитанное значение « S_L » между линиями пеленгов ($\overline{ae} = a'e'$ и $\overline{ae} \parallel a'e'$), тогда:
 - т. « a' » → место судна на время замера $КП_1$;
 - т. « e' » → счислимо-обсервованное место судна на время замера $КП_2$.

При определении места судна способом «крюйс-пеленг» необходимо стремиться к тому, чтобы изменение пеленга на ориентир было не менее чем 30° и, в то же время, чтобы промежуток времени между наблюдениями был как можно меньше. Лучше всего, когда ориентир находится сравнительно на небольшом удалении от судна, а курсовой угол на него близок к траверзному.

Способ «крыйс-пеленга» невозможен в исполнении, если:

1. → ориентир находится на острых носовых (кормовых) курсовых углах;
2. → судно не имеет хода;
3. → при небольшой скорости судна и значительном расстоянии до ориентира.

13.2. Определение места судна по двум горизонтальным углам трех береговых ориентиров

13.2.1. Сущность способа

Определение места судна по двум одновременно измеренным горизонтальным углам между направлениями на три навигационных ориентира является одним из наиболее точных визуальных способов определения места.

Для определения места судна по двум горизонтальным углам необходимо иметь на берегу в поле зрения три хорошо видимых навигационных ориентира (маяки, знаки, трубы, антенны и т.д.), которые нанесены на путевую карту (рис. 13.8).

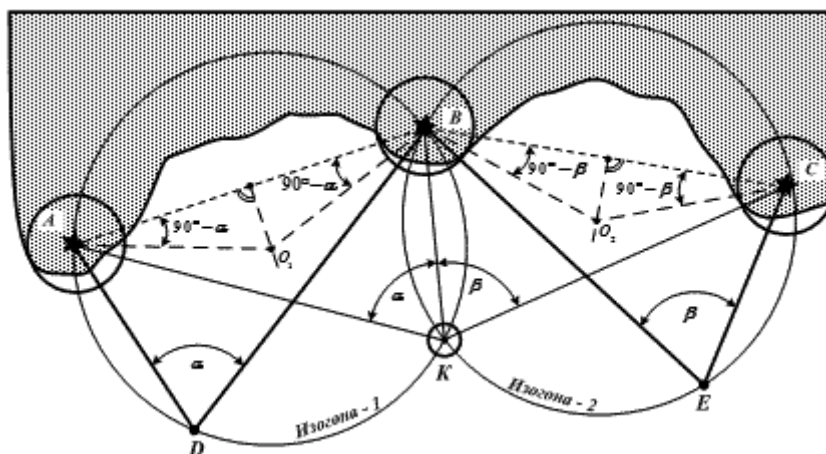


Рис. 13.8. Определение места судна по двум горизонтальным углам

Для реализации данного способа:

1) → На судне одновременно измеряются два горизонтальных угла между ориентирами:

- $\angle \alpha'$ – между ориентирами A и B ;
- $\angle \beta'$ – между ориентирами B и C .

Измерение углов производится с помощью навигационного секстана. Величина измеренного с помощью секстана угла (с точностью до $0,1'$) есть *отсчет секстана (OC)*.

2) → **Отсчеты секстана**, соответствующие измеренным углам ($\angle \alpha' \rightarrow OC_1$; $\angle \beta' \rightarrow OC_2$), **исправляются поправкой секстана ($i + S$)**, где i – поправка индекса секстана (определяется наблюдателем); S – инструментальная поправка секстана (выбирается из формуляра СНО по значению OC_1 и OC_2).

3) → **Измеренные и исправленные** общей поправкой секстана ($i + S$) углы ($\angle \alpha = OC_1 + (i + S)$ и $\angle \beta = OC_2 + (i + S)$) являются **навигационными параметрами**, которым соответствует навигационная изолиния в виде окружности (изогона).

Углу α соответствует окружность, проходящая через ориентиры A и B и вмещающая угол $\alpha = \angle ADB$. В момент измерения угла α – судно должно находиться на этой окружности.

Углу β соответствует окружность, проходящая через ориентиры B и C и вмещающая угол $\beta = \angle BEC$. В момент измерения угла судно должно находиться и на этой окружности.

Одновременное нахождение судна на двух окружностях возможно лишь в их общей точке, то есть в точке K .

Кроме того, эта точка «К» является общей вершиной измеренных углов, а сами углы при этом имеют одну общую сторону, которая проходит через средний ориентир В.

Таким образом, точка «К» и будет местом судна на момент измерения горизонтальных углов α и β (вторая точка пересечения окружностей, вмещающих измеренные углы α и β , не может быть obserвованным местом судна, так как она совпадает с местом ориентира В и не является общей вершиной углов α и β).

Следовательно, для определения места судна по двум горизонтальным углам достаточно найти на путевой карте точку, которая является общей вершиной измеренных углов.

13.2.2. Способы нанесения obserвованного места судна на путевую карту

а) Нанесение obserвованного места судна на путевую карту с помощью протрактора.

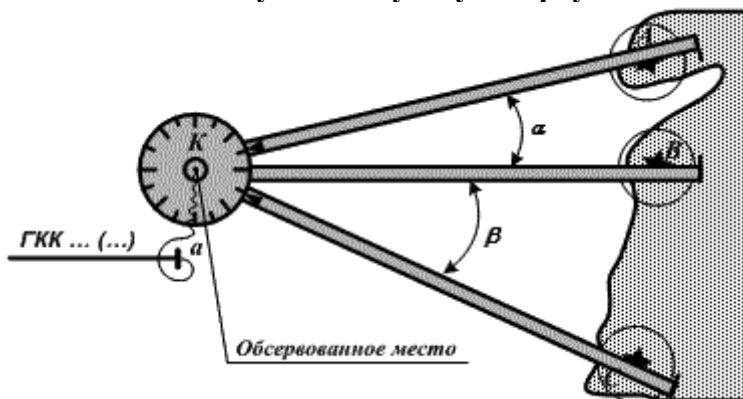


Рис. 13.9. Нанесение obserвованного места на карту с помощью протрактора

Протрактор (pro – перед, tractor – тянущий) – специальный навигационный прибор, при помощи которого можно построить два угла с общей вершиной в центре протрактора.

Протрактор состоит из азимутального круга, разбитого на градусы от 0° до 180° вправо и влево, и трех линеек. Средняя линейка прикреплена к азимутальному кругу и неподвижна; край ее точно совпадает с делением азимутального круга 0° .

Крайние линейки подвижны. Их можно устанавливать под любым углом к краю средней линейки, совпадающей с нулевым делением азимутального круга. При помощи индексов на подвижных линейках и отсчетных барабанов, углы устанавливаются с точностью $\pm 0,5'$ (цена деления отсчетных барабанов $1,0'$).

Для получения obserвованного места судна на путевой карте – на протракторе устанавливают значения измеренных и исправленных углов α и β .

Протрактор (рис. 13.9) накладывается на путевую карту вблизи счислимого места судна (т. а) так, чтобы срезы (края) всех трех линеек прошли через места навигационных ориентиров А, В и С. В центре протрактора и будет obserвованное место судна (К), которое отмечается на карте уколom иглы протрактора.

б) Нанесение obserвованного места судна на путевую карту с помощью листа кальки.

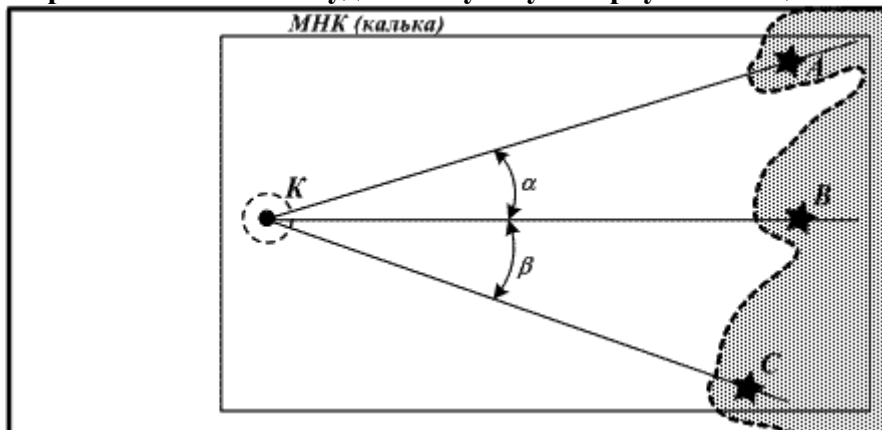


Рис. 13.10. Нанесение obserвованного места на карту с помощью листа кальки

В тех случаях, когда при определении места судна по двум горизонтальным углам по каким-либо причинам **отсутствует протрактор**, применяется лист кальки (рис. 13.10), посредине которого проводится произвольная прямая линия (KB), которая принимается за общую сторону измеренных углов α и β . При этой точке (т. K), с помощью **штурманского транспортира**, строятся **измеренные и исправленные углы α и β** ($\angle\alpha = \angle AKB$, $\angle\beta = \angle BKC$). [Точка K на линии KB берется произвольно, но, как правило, внизу и посередине листа кальки].

Для получения обсервованного места судна на путевой карте: → кальку, с нанесенными на нее углами α и β , наложить на путевую карту так (как и в примере с протрактором), **чтобы линии на кальке, обозначающие стороны углов α и β совпали с ориентирами A , B и C** , а это возможно только в одном, вполне определенном положении.

В точке K находится обсервованное место судна, которое отмечается на путевой карте уколom иглы циркуля через кальку в точке K и, после снятия кальки → \odot .

в) Нанесение обсервованного места судна на путевую карту путем графического построения навигационных изолиний.

Для получения обсервованного места судна на путевую карту таким способом **необходимо** (рис. 13.8 и рис. 13.11):

- на путевой МНК соединить прямой линией (AB и BC) навигационные ориентиры между которыми измерялись горизонтальные углы (ор. A – ор. B → $\angle\alpha$; ор. B – ор. C → $\angle\beta$);

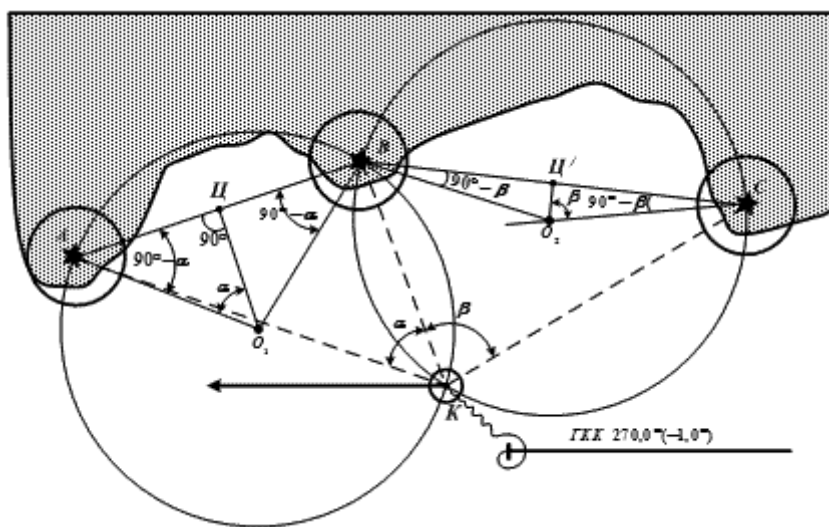


Рис. 13.11. Нанесение обсервованного места на карте графическим построением

- найти центры этих, соединяющих ориентиры, отрезков:
 - т. \mathcal{O} → отрезка AB ;
 - т. \mathcal{O}' → отрезка BC .
- из полученных точек (т. \mathcal{O} и т. \mathcal{O}') провести линии (в сторону моря) перпендикулярные линиям, соединяющим эти ориентиры: – $\overline{\mathcal{O}\mathcal{O}_1} \perp AB$ и – $\overline{\mathcal{O}'\mathcal{O}_2} \perp BC$;
- от т. A (или от т. B) относительно линии AB отложить в сторону моря значение угла $(90^\circ - \alpha)$, а от т. B (или от т. C) относительно линии BC отложить (в сторону моря) значение угла $(90^\circ - \beta)$;
- пересечение линий AO_1 (или BO_1) и BO_2 (или CO_2) с перпендикулярами, проведенными из точек \mathcal{O} и \mathcal{O}' и даст положение центров навигационных изолиний (изогон), соответствующих значениям навигационных параметров (горизонтальным углам α → т. O_1 и β → т. O_2);
- с помощью циркуля провести навигационные изолинии:
 - для $\angle\alpha$: иглу в т. O_1 и $R_1 = O_1A$ (O_1B);
 - для $\angle\beta$: иглу в т. O_2 и $R_2 = O_2B$ (O_2C).
- в точке пересечения навигационных изолиний (т. K) обозначить обсервованное место судна (\odot), невязку (C) и оформить запись в судовом журнале.

При определении места судна по двум горизонтальным углам может быть случай, при котором наблюдаемое место получить на путевой карте невозможно.

Неопределенный случай будет тогда и только тогда, когда судно находится на окружности, проходящей через все три навигационных ориентира (A , B и C), между которыми измерялись горизонтальные углы α и β (рис. 13.12).

Наличие случая неопределенности требует предварительной проверки возможности определения места судна по двум горизонтальным углам.

Выбирают такие навигационные ориентиры, взаимное расположение которых **исключает случай неопределенности**, то есть через них нельзя провести одну окружность, а это **может быть в следующих случаях**:

- a. → все три береговых ориентира расположены на одной прямой линии или близко к ней (рис. 13.13);
- b. → средний навигационный ориентир должен находиться ближе к судну, чем оба крайних (рис. 13.14).

13.2.3. Случай неопределенности

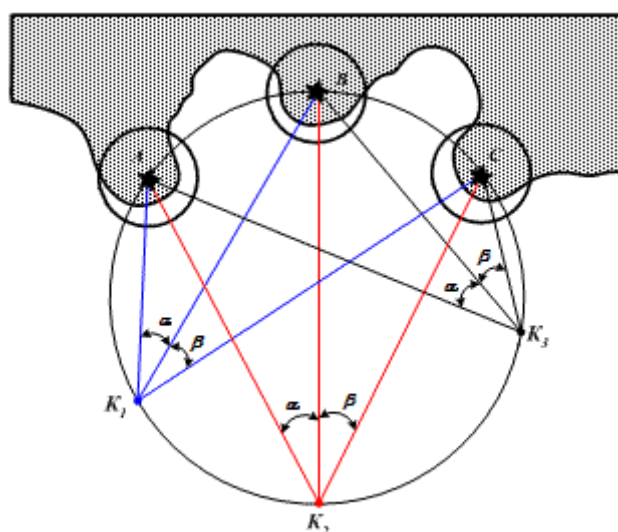


Рис. 13.12. Случай неопределенности

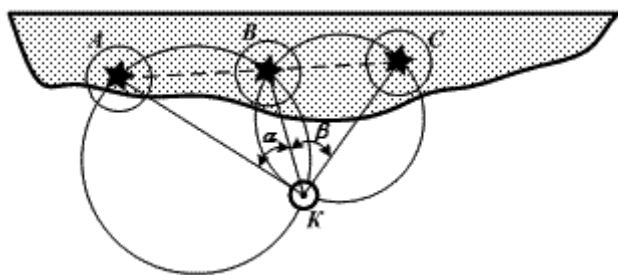


Рис. 13.13. Исключение случая неопределенности (а)

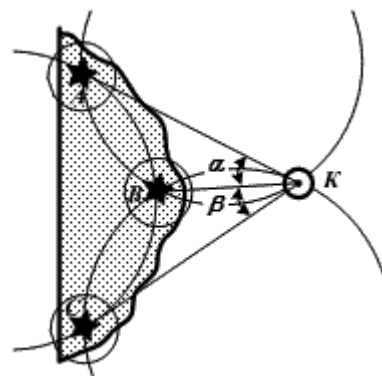


Рис. 13.14. Исключение случая неопределенности (б)

13.2.4. Практическое выполнение способа определения места судна по двум горизонтальным углам

- **Подготовить навигационный секстан** к наблюдениям (выполнить его выверки и определить поправку индекса – i).
- **Выбрать береговые навигационные ориентиры**, хорошо видимые с судна и нанесенные на путевую карту. Измеряемые углы между выбранными ориентирами должны быть **не менее 30° (не более 90°)**, а само расположение ориентиров должно исключать случай неопределенности (средний ориентир должен быть ближе к судну, чем крайние).
- **Измерить горизонтальные углы** между ориентирами с помощью навигационного секстана.

I способ. Одновременное измерение горизонтальных углов двумя наблюдателями.

По команде одного из наблюдателей одновременно измеряются углы между ориентирами (один – $\angle\alpha'$ между ориентирами A и B ; второй – $\angle\beta'$ между ориентирами B и C). По команде «Ноль!» производится отсчет измеренных углов ($\angle\alpha' \sim OC_1$; $\angle\beta' \sim OC_2$), замечается время (T) и отсчет лага (OL).

II способ. Измерение углов одним наблюдателем.

Если наблюдатель один, а скорость судна **более 12 уз.**, необходимо последовательно измеренные горизонтальные углы **привести к одному моменту наблюдения**, для чего:

- измерить $\angle\alpha_1'$;
- измерить $\angle\beta'$, заметить время (T) и отсчет лага (OL);
- снова измерить $\angle\alpha_2'$;
- рассчитать приведенный

$$\angle\alpha' = \frac{\alpha_1' + \alpha_2'}{2}. \quad (13.4)$$

- Рассчитать исправленные значения горизонтальных углов:

$$\left. \begin{aligned} \angle\alpha &= OC_1 + (i + S) \\ \angle\beta &= OC_2 + (i + S) \end{aligned} \right\} \quad (13.5)$$

- Исправленные значения горизонтальных углов установить на протракторе (построить на кальке). **Найти на карте обсервованное место судна одним из способов**, изложенных в п. 13.2.2.
- На время измерения горизонтальных углов **найти счислимое место судна** на путевой карте.
- **Оформить графические построения и надписи на путевой карте** (рис. 13.15).

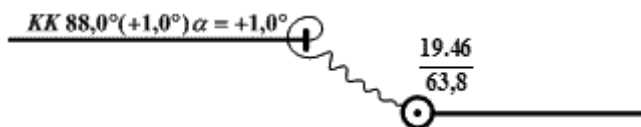


Рис. 13.15. Оформление обсервации на путевой карте

Способ определения места судна по двум горизонтальным углам трех береговых ориентиров используется при плавании по фарватеру, при тралении мин и т.д. То есть тогда, **когда к точности прибрежного плавания предъявляются повышенные требования**. В этих случаях, для облегчения работы штурмана, на судах создаются и обрабатываются **угломерные расчеты**.

13.2.5. Задачи на определение места судна по направлениям на видимые навигационные ориентиры:

а) – по пеленгам на три ориентира (МНК № 32106 или № 3207)

№ зад	Условие	Ответ
1	$\frac{08.00}{11,2}$ $\varphi_c = 44^{\circ}03,5'N, \lambda_c = 38^{\circ}42,6'E, ГКК = 92,0^{\circ}, \Delta ГК = - 2,0^{\circ}$ Мк Кодошский ГКП = $82,0^{\circ}$, г. Лиса: ГКП: = $47,0^{\circ}$, Мк Джубгский: ГКП = $357,0^{\circ}$ С = ?	С = 90° – 1,3 мили
2	$\frac{09.00}{12,8}$ $\varphi_c = 44^{\circ}08,1'N, \lambda_c = 38^{\circ}45,0'E, ГКК = 98,0^{\circ}, \Delta ГК = + 2,0^{\circ}$ Мк Кодошский ГКП = $98,0^{\circ}$, г. Ту: ГКП: = $43,0^{\circ}$, Мк Джубгский: ГКП = $343,0^{\circ}$ С = ?	С = 100° – 1,2 мили
3	$\frac{10.00}{24,5}$ $\varphi_c = 44^{\circ}14,2'N, \lambda_c = 38^{\circ}35,1'E, ГКК = 296,0^{\circ}, \Delta ГК = + 3,0^{\circ}$ Мк Джубгский ГКП = $57,0^{\circ}$, г. Гебеус: ГКП: = $15,0^{\circ}$, г. Высокая: ГКП = $332,0^{\circ}$ С = ?	С = 299° – 1,1 мили
4	$\frac{11.00}{32,2}$ $\varphi_c = 44^{\circ}29,0'N, \lambda_c = 37^{\circ}53,6'E, ГКК = 93,0^{\circ}, \Delta ГК = - 3,0^{\circ}$ г. Димегина: ГКП = $93,0^{\circ}$, Мк. Геленджикский: ГКП: = $58,0^{\circ}$, Мк Дообский: ГКП = $1,0^{\circ}$ С = ?	С = 90° – 1,0 мили
5	$\frac{12.00}{44,7}$ $\varphi_c = 44^{\circ}45,5'N, \lambda_c = 37^{\circ}13,5'E, ГКК = 54,0^{\circ}, \Delta ГК = - 4,0^{\circ}$ Мк Анапский: ГКП = $24,0^{\circ}$, г. Лиса: ГКП: = $53,0^{\circ}$, Мк Утриш: ГКП = $99,0^{\circ}$ С = ?	С = 50° – 1,0 мили
6	$\frac{13.00}{48,8}$ $\varphi_c = 44^{\circ}38,2'N, \lambda_c = 37^{\circ}20,0'E, ГКК = 356,0^{\circ}, \Delta ГК = + 4,0^{\circ}$ Мк Озереевский: ГКП = $80,0^{\circ}$, Мк Утриш: ГКП: = $12,0^{\circ}$, Мк Утришенок: ГКП = $52,0^{\circ}$ С = ?	С = 0° – 0,8 мили
7	$\frac{14.00}{52,2}$ $\varphi_c = 44^{\circ}33,8'N, \lambda_c = 37^{\circ}45,0'E, ГКК = 121,0^{\circ}, \Delta ГК = - 3,0^{\circ}$ г. Колдун: ГКП = $348,0^{\circ}$, Мк. Геленджикский: ГКП: = $95,0^{\circ}$, Мк Дообский: ГКП = $60,5^{\circ}$ С = ?	С = 118° – 0,6 мили
8	$\frac{15.00}{62,7}$ $\varphi_c = 44^{\circ}31,3'N, \lambda_c = 37^{\circ}47,2'E, ГКК = 37,0^{\circ}, \Delta ГК = + 3,0^{\circ}$ Мк Геленджикский: ГКП = $82,0^{\circ}$, Мк Дообский: ГКП: = $37,0^{\circ}$ г. Колдун: ГКП = $333,5^{\circ}$ С = ?	С = 40° – 1,0 мили
9	$\frac{16.00}{73,3}$ $\varphi_c = 44^{\circ}26,1'N, \lambda_c = 37^{\circ}55,3'E, ГКК = 304,0^{\circ}, \Delta ГК = - 4,0^{\circ}$ г. Джанхот: ГКП = $89,0^{\circ}$, Мк. Геленджикский: ГКП: = $49,0^{\circ}$ Мк Дообский: ГКП = $6,0^{\circ}$ С = ?	С = 300° – 1,0 мили
10	$\frac{17.00}{88,8}$ $\varphi_c = 44^{\circ}35,0'N, \lambda_c = 37^{\circ}33,6'E, ГКК = 266,0^{\circ}, \Delta ГК = + 4,0^{\circ}$ Мк Дообский: ГКП = $76,5^{\circ}$, Мк Озереевский: ГКП: = $36,0^{\circ}$, Мк Утришенок: ГКП = $331,0^{\circ}$ С = ?	С = 270° – 1,0 мили

б) – по пеленгам на два ориентира (для МНК № 3207 или № 32106)

№ зад	Условие	Ответ
1	$\frac{08.00}{12,0}$ $\varphi_c = 44^{\circ}05,9'N, \lambda_c = 38^{\circ}46,0'E, ГКК = 90,0^{\circ}, \Delta ГК = + 2,0^{\circ}$ Мк Кодошский ГКП = $88,0^{\circ}$, Мк Джубгский: ГКП: = $343,0^{\circ}$ С = ?	С = $90^{\circ} - 1,0$ мили
2	$\frac{09.00}{14,0}$ $\varphi_c = 44^{\circ}09,0'N, \lambda_c = 38^{\circ}37,6'E, ГКК = 100,0^{\circ}, \Delta ГК = - 2,0^{\circ}$ Мк Кодошский ГКП = $102,0^{\circ}$, Мк Джубгский: ГКП = $17,0^{\circ}$ С = ?	С = $100^{\circ} - 1,0$ мили
3	$\frac{10.00}{15,0}$ $\varphi_c = 44^{\circ}13,8'N, \lambda_c = 38^{\circ}20,9'E, ГКК = 328,0^{\circ}, \Delta ГК = + 2,0^{\circ}$ г. Гебеус: ГКП = $53,0^{\circ}$, г. Джанхот: ГКП: = $328,0^{\circ}$, С = ?	С = $330^{\circ} - 1,1$ мили
4	$\frac{11.00}{17,0}$ $\varphi_c = 44^{\circ}20,0'N, \lambda_c = 38^{\circ}11,6'E, ГКК = 338,0^{\circ}, \Delta ГК = - 3,0^{\circ}$ г. Высокая: ГКП = $63,0^{\circ}$, Мк Геленджикский: ГКП = $338,0^{\circ}$ С = ?	С = $335^{\circ} - 1,0$ мили
5	$\frac{12.00}{18,0}$ $\varphi_c = 44^{\circ}25,1'N, \lambda_c = 38^{\circ}03,1'E, ГКК = 357,0^{\circ}, \Delta ГК = + 3,0^{\circ}$ г. Джанхот: ГКП = $67,0^{\circ}$, Мк Геленджикский: ГКП = $357,0^{\circ}$ С = ?	С = $0^{\circ} - 0,8$ мили
6	$\frac{13.00}{19,0}$ $\varphi_c = 44^{\circ}31,3'N, \lambda_c = 37^{\circ}47,2'E, ГКК = 39,0^{\circ}, \Delta ГК = + 1,0^{\circ}$ Мк Геленджикский: ГКП = $84,0^{\circ}$, Мк Дообский: ГКП = $39,0^{\circ}$ С = ?	С = $40^{\circ} - 1,0$ мили
7	$\frac{14.00}{21,5}$ $\varphi_c = 44^{\circ}30,8'N, \lambda_c = 37^{\circ}40,4'E, ГКК = 270,0^{\circ}, \Delta ГК = - 1,0^{\circ}$ Мк Дообский: ГКП = $61,0^{\circ}$, Мк Озереевский: ГКП = $1,0^{\circ}$ С = ?	С = $270^{\circ} - 1,4$ мили
8	$\frac{15.00}{22,2}$ $\varphi_c = 44^{\circ}36,2'N, \lambda_c = 37^{\circ}23,8'E, ГКК = 318,0^{\circ}, \Delta ГК = + 2,0^{\circ}$ Мк Озереевский: ГКП = $73,0^{\circ}$, Мк Утриш: ГКП = $358,0^{\circ}$ С = ?	С = $320^{\circ} - 1,2$ мили
9	$\frac{16.00}{24,4}$ $\varphi_c = 44^{\circ}41,1'N, \lambda_c = 37^{\circ}15,1'E, ГКК = 88,0^{\circ}, \Delta ГК = + 2,0^{\circ}$ Мк Утришенок: ГКП = $78,0^{\circ}$, Мк Анапский: ГКП = $3,0^{\circ}$ С = ?	С = $90^{\circ} - 1,0$ мили
10	$\frac{17.00}{25,5}$ $\varphi_c = 44^{\circ}45,5'N, \lambda_c = 37^{\circ}13,5'E, ГКК = 47,0^{\circ}, \Delta ГК = + 3,0^{\circ}$ Мк Анапский: ГКП = $17,0^{\circ}$, Мк Утриш: ГКП: = $92,0^{\circ}$ С = ?	С = $50^{\circ} - 1,0$ мили

в) – способом «крюйс-пеленг» (для МНК № 32101)

№ зад	Условие	Ответ
1	$\frac{10.12}{32,2}$ $\varphi_c = 46^{\circ}05,2'N, \lambda_c = 32^{\circ}05,5'E, ГКК = 288,0^{\circ}; \Delta ГК = - 2,0^{\circ};$ $V = 18$ уз. Св. зн. Тендровский Железный: ГКП = $2,0^{\circ}$. Св. зн. Тендровский Железный: ГКП: = $52,0^{\circ}$ С = ? $\frac{10.26}{36,3}$	С = $286^{\circ} - 1,0$ мили

2	$\frac{11.25}{42,3}$ $\frac{11.46}{46,6}$	$\varphi_c = 46^{\circ}06,4'N, \lambda_c = 31^{\circ}59,6'E, ГКК = 105,0^{\circ}; \Delta ГК = +1,0^{\circ};$ $V = 12$ уз. Св. зн. Тендровский Железный: $ГКП = 49,0^{\circ}$. Св. зн. Тендровский Железный: $ГКП: = 359,0^{\circ} C = ?$	$C = 280^{\circ} - 1,0$ мили
3	$\frac{12.05}{20,2}$ $\frac{12.30}{26,5}$	$\varphi_c = 46^{\circ}03,7'N, \lambda_c = 32^{\circ}03,2'E, ГКК = 285,0^{\circ}; \Delta ГК = 1,0^{\circ};$ $V = 15$ уз. Св. зн. Тендровский Железный: $ГКП = 1,0^{\circ}$. Св. зн. Тендровский Железный: $ГКП: = 52,0^{\circ} C = ?$	$C = 83^{\circ} - 0,6$ мили
4	$\frac{13.05}{13,1}$ $\frac{13.46}{19,5}$	$\varphi_c = 46^{\circ}05,2'N, \lambda_c = 31^{\circ}54,6'E, ГКК = 102,0^{\circ}; \Delta ГК = +2,0^{\circ};$ $V = 9$ уз. Св. зн. Тендровский Железный: $ГКП = 49,0^{\circ}$. Св. зн. Тендровский Железный: $ГКП: = 358,0^{\circ} C = ?$	$C = 104^{\circ} - 0,7$ мили
5	$\frac{09.15}{15,0}$ $\frac{09.43}{20,7}$	$\varphi_c = 46^{\circ}04,9'N, \lambda_c = 32^{\circ}04,4'E, ГКК = 275,0^{\circ}; \Delta ГК = 0,0^{\circ};$ $V = 12$ уз. Св. зн. Тендровский Железный: $ГКП = 0,0^{\circ}$. Св. зн. Тендровский Железный: $ГКП: = 51,0^{\circ} C = ?$	$C = 297^{\circ} - 0,2$ мили

з) – по двум горизонтальным углам трех береговых ориентиров (для МНК № 32106 или 3207)

№ зад	Условие	Ответ
1	$\frac{10.00}{40,0}$ $\varphi_c = 44^{\circ}04,8'N, \lambda_c = 38^{\circ}42,5'E.$ Мк Кодош – $40^{\circ}02,0'$ - - Мк Грязнова - $50^{\circ}02,0'$ - Мк Джубга: $i + S = - 2,0'$.	$C = 92^{\circ} - 1,2$ мили
2	$\frac{09.00}{30,5}$ $\varphi_c = 44^{\circ}05,0'N, \lambda_c = 38^{\circ}48,2'E.$ Мк Кодош – $50^{\circ}05,0'$ - - Мк Грязнова - $50^{\circ}05,0'$ - Мк Джубга: $i + S = - 5,0'$.	$C = 283^{\circ} - 1,0$ мили
3	$\frac{08.20}{20,2}$ $\varphi_c = 44^{\circ}31,4'N, \lambda_c = 37^{\circ}34,0'E.$ Мк Дообский – $52^{\circ}42,0'$ - - Мк Южная Озереевка - $44^{\circ}58,0'$ – Мк Утриш. $i + S = - 2,0'$.	$C = 98^{\circ} - 1,2$ мили
4	$\frac{11.30}{50,5}$ $\varphi_c = 44^{\circ}24,8'N, \lambda_c = 37^{\circ}48,1'E,$ г. Джанхот – $55^{\circ}58,0'$ - - Мк Дообский – $44^{\circ}58,0'$ – Мк Южная Озереевка. $i + S = + 2,0'$.	$C = 270^{\circ} - 1,0$ мили
5	$\frac{12.10}{60,6}$ $\varphi_c = 44^{\circ}19,1'N, \lambda_c = 38^{\circ}07,9'E,$ Мк Архипо-Осиповка- $55^{\circ}03,0'$ - - св. зн. Идокопас – $45^{\circ}03,0'$ - Мк Геленджикский/ $i + S = - 3,0'$.	$C = 82^{\circ} - 1,2$ мили
6	$\frac{12.50}{66,6}$ $\varphi_c = 44^{\circ}04,2'N, \lambda_c = 38^{\circ}49,9'E,$ Мк Кодош - $55^{\circ}50,0'$ - - Мк Грязнова - $42^{\circ}56,0'E$ – Мк Джубга. $i + S = + 5,0'$.	$C = 283^{\circ} - 1,0$ мили

Выводы

1. При плавании судна в видимости берегов определение места по визуальным пеленгам, взятым одновременно на три и более ориентиров есть уверенная гарантия в надежности места судна, **если все пеленги пересекутся в одной точке.**
2. Обсервованное место судна по визуальным пеленгам на два береговых ориентира не дает уверенности в точности такой обсервации, так как два пеленга всегда пересекутся в одной точке, независимо от того есть в них промахи или нет.
3. При использовании способа «**крюйс-пеленг**» получаем не обсервованное, а **счислимо-обсервованное** место судна, так как не исключаются погрешности счисления за время плавания между замерами пеленгов.
4. Способ определения места судна по одновременно измеренным двум горизонтальным углам трех навигационных ориентиров – самый **точный** и надежный визуальный способ получения обсервованного места.

ГЛАВА 14. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА СУДНА ПО РАССТОЯНИЯМ ДО ВИДИМЫХ НАВИГАЦИОННЫХ ОРИЕНТИРОВ

14.1. Средства и способы определения расстояний до видимых ориентиров

Расстояния до видимых ориентиров в море определяются как визуальными методами так и с помощью технических средств (НРЛС).

К визуальным методам можно отнести:

1. → измерение расстояния до ориентира с помощью **дальномера**;
2. → получение (расчет) расстояния до ориентира по измеренному **вертикальному углу** данного ориентира;
3. → определение расстояния **глазомерно**.

14.1.1. Определение расстояний с помощью дальномеров

Дальномеры представляют собой оптические приборы, измеряющие расстояние до видимого предмета на основе различных принципов.

Горизонтально-базисные дальномеры автоматически решают треугольник по известному основанию (база прибора) и противолежащему углу, измеряемому оптическим устройством.

Стереоскопические дальномеры основаны на свойстве человеческого глаза различать глубину пространства.

Микрометры решают вертикальный прямоугольный треугольник по известной высоте предмета и измеренному противоположному вертикальному углу.

Точность дальномеров зависит от величины базы прибора и измеряемого расстояния. **На судах морского флота дальномеры не нашли широкого применения.**

14.1.2. Глазомерная оценка расстояний

Человеческий глаз обладает способностью оценивать расстояния, что широко используется в навигации. При плавании по фарватерам, маневрировании судна в порту, при расхождении судов друг с другом глазомерная ориентировка является часто основной.

Точность глазомерного определения расстояний достаточно высока при небольших расстояниях до ориентира и резко падает с увеличением этого расстояния.

Ночью расстояние до огней, даже близких, определяется еще менее надежно.

Антретное расстояние – расстояние, определенное на глаз.

Приближенное расстояние до маяка можно определить по наблюдениям моментов открытия или скрытия маяка на горизонте. При хорошей дневной видимости дальность видимости маяка (появление его на горизонте) определяется из выражения:

$$D_{П(маяк)} = 2,08 \cdot (\sqrt{e_M} + \sqrt{h_M}) \quad (14.1)$$

зная e_M – высоту глаза наблюдателя над уровнем моря (в метрах) и h – высоту маяка над уровнем моря (см. «Огни и знаки») можно определить (рассчитать) расстояние $D_{П}$ (рис. 14.1).

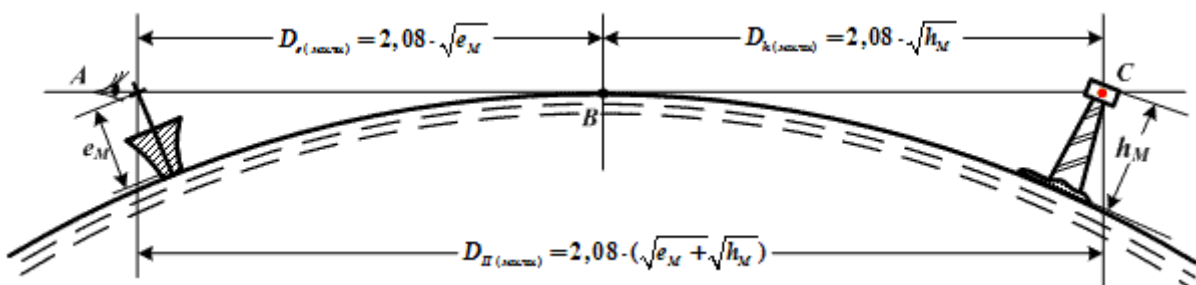


Рис. 14.1. Дальность видимости ориентира в море (днем)

Например: Для определения расстояния до маяка (С) открывшемся на горизонте (днем в хорошую видимость) необходимо знать высоту глаза наблюдателя над уровнем моря e_M (9 м) и высоту маяка над уровнем моря h_M (16 м) – из руководства «Огни и знаки» (Огни). Тогда по формуле (14.1):

$$D_{П(миля)} = 2,08 \cdot (\sqrt{e_M} + \sqrt{h_M}) = 2,08 \cdot (\sqrt{9} + \sqrt{16}) = 2,08 \cdot 7 = 14,6 \text{ мили.}$$

Для оценки расстояния до маяка ночью по первому обнаружению его огня на горизонте необходимо знать его «карточную» дальность (с МНК $D_K = 15$ миль), для какой высоты глаза наблюдателя указана на карте эта дальность (для отечественных карт – для $e = 5$ метров) и высоту глаза наблюдателя в момент первого обнаружения огня этого маяка на горизонте ($e = 9$ метров).

$$\Delta D_{К(миля)} = 2,08 \cdot \sqrt{e_M} - 4,7 \text{ мили} \quad (14.2)$$

$$D_{Ф(миля)} = D_{К(миля)} + \Delta D_{К(миля)} \quad (14.3)$$

где $4,7 \text{ мили} = 2,08 \cdot \sqrt{5} \text{ м.}$

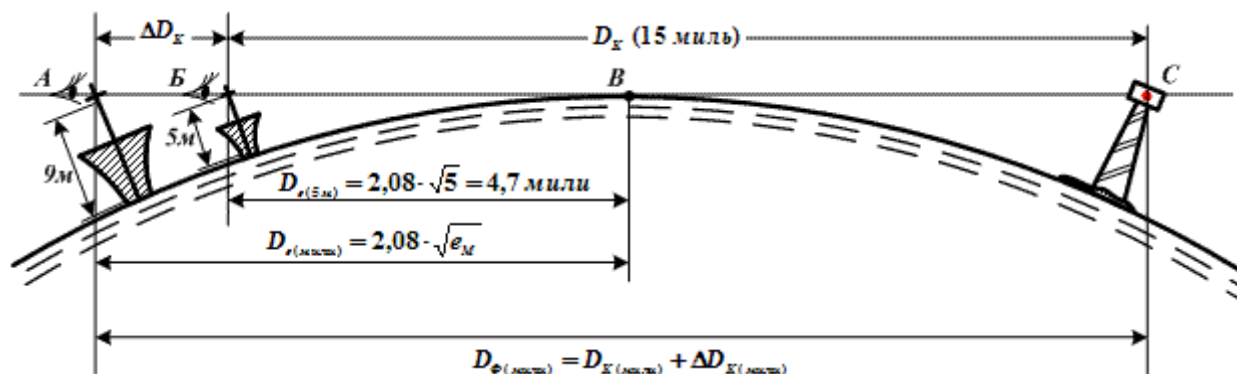


Рис. 14.2. Дальность видимости огня маяка (ночью)

По формуле (14.2): $\Delta D_{К(миля)} = 2,08 \cdot \sqrt{e_M} - 4,7 \text{ мили} = 1,5 \text{ мили.}$

По формуле (14.3): $D_{Ф(миля)} = D_{К(миля)} + \Delta D_{К(миля)} = 15,0 + 1,5 = 16,5 \text{ мили.}$

Примечание:

Дальность до маяка, открывшегося на горизонте, (днем в хорошую видимость) можно определить с помощью таблицы 22 «МТ-75» (с. 248) или с помощью таблиц 2.1 и 2.3 «МТ-2000» (с. 255, 256) → см. табл. 2.2 и табл. 2.3.

14.1.3. Расчет расстояния до ориентира по измерению его вертикального угла

Эта задача может быть решена двумя путями (рис. 14.3):

1. · измерением вертикального угла между вершиной ориентира и его основанием ($\angle \beta'$) или
2. · измерением вертикального угла между вершиной ориентира и урезом воды у береговой черты ($\angle \beta_1'$).
3. В пособии «Огни и знаки ...» (Огни) приводятся и высота самого сооружения маяка (H) и его высота над уровнем моря (h). При небольшом расстоянии до ориентира, когда наблюдается вся его высота H , угол β измеряется между основанием A и вершиной B , а расчет D_y выполняется по формуле:

$$D_y = H \cdot \text{ctg } \beta' \quad (14.4)$$

4. или в милях

$$D_{y(миля)} = \frac{H}{1852} \cdot \text{ctg } \beta' \quad (14.5)$$

5. или по приближенной формуле

$$D_{y(миля)} \approx 1,86 \cdot \frac{H_M}{\beta} \quad (14.6)$$

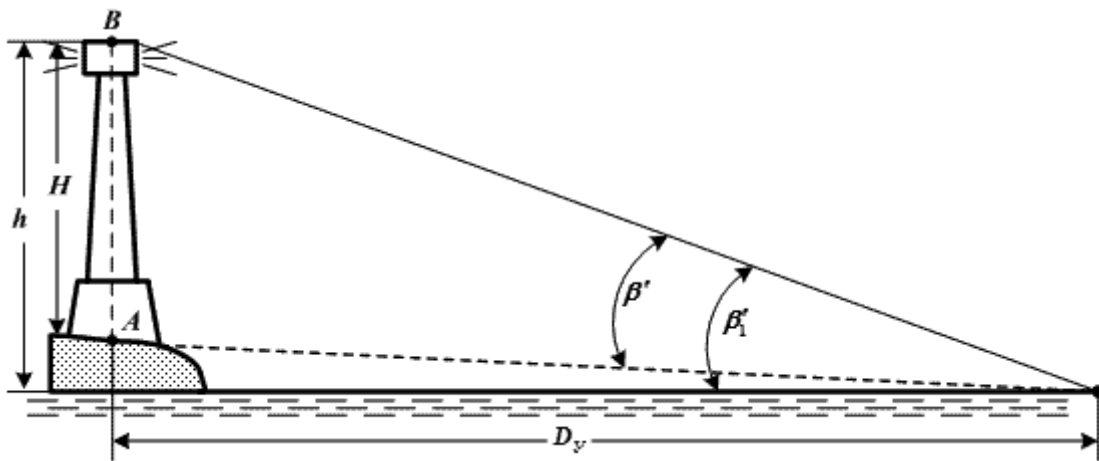


Рис. 14.3. Расстояние до ориентира по измерению его вертикального угла ($D_y < D_e$)

Например: при $H = 70$ м и $\beta' = OC + (i + S) = 1^\circ 26,6' = 86,6'$ по формуле (14.6):

$$D_y = 1,86 \cdot \frac{70}{86,6} = 1,5 \text{ мили}$$

или по формуле (14.5):

$$D_y = \frac{H}{1852} \cdot \text{ctg } \beta' = \frac{70}{1852} \cdot \text{ctg } 1^\circ 26,6' = \frac{70}{1852} \cdot 39,79 = 1,5 \text{ мили.}$$

Если же расстояние до ориентира превышает дальность видимости горизонта (рис. 14.4) и измеряется вертикальный угол между плоскостью горизонта и вершиной ориентира, то расстояние до ориентира рассчитывается по формуле:

$$D_{y(\text{мили})} = \sqrt{\left(\frac{\text{tg } \beta}{0,000245}\right)^2 + \frac{h-e}{0,22679}} - \frac{\text{tg } \beta}{0,000245} = \sqrt{1,41 \cdot (\beta')^2 + 4,41 \cdot (h-e)} - 1,187 \cdot \beta' \quad (14.7)$$

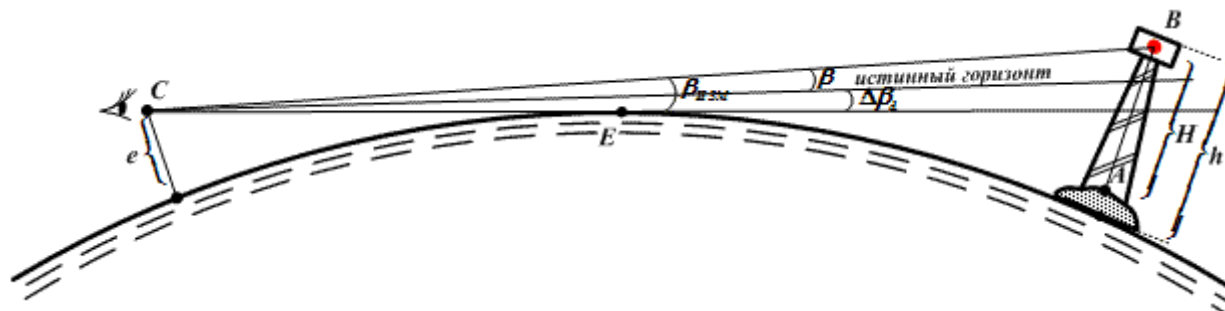


Рис. 14.4. Расстояние до ориентира по измерению его вертикального угла ($D_y > D_e$)

При измерении вертикального угла относительно видимого горизонта:

$$\beta = OC_\beta + (i + S) + \Delta\beta_d \quad (14.8)$$

где OC_β – отсчет значения $\angle\beta$, снятый с навигационного секстана;

$(i + S)$ – поправка навигационного секстана;

$\Delta\beta_d$ – поправка вертикального угла за наклонение видимого горизонта (по e_m из табл. 11а «МТ-75» на с. 220 или табл. 3.21 «МТ-2000» на с. 354) → см. табл. 14.1.

По формуле (14.7) составлена таблица «Расстояние по вертикальному углу» № 29 «МТ-75» на с. 289÷293 или № 2.7 «МТ-2000» на с. 261÷265.

Входными аргументами для входа в табл. 14.2 (табл. 29 «МТ-75» или табл. 2.7 «МТ-2000») служат:

- угол β от $3,0'$ до $7,0^\circ$ (в табл. 14.2 от $3,0'$ до $35,0'$) и
- разность высот $(h - e)$ от 10 до 4000 м, а значения D_y даны с точностью до 0,1 мили (в табл. 14.2 от 10 до 100 м);
- h – высота ориентира над уровнем моря, (м); выбирается из морских навигационных руководств и пособий (лоции, огни и знаки, огни и др.).

Наклонение видимого горизонта
(табл. 11а «МТ-75» или табл. 3.21 «МТ-2000»)

Таблица 14.1

e_M	$\Delta\beta_d'$	e_M	$\Delta\beta_d'$	e_M	$\Delta\beta_d'$	e_M	$\Delta\beta_d'$	e_M	$\Delta\beta_d'$	e_M	$\Delta\beta_d'$
1,8	2,4	3,6	3,4	6,1	4,4	9,2	5,4	13,0	6,4	17,4	7,4
1,9	2,5	3,8	3,5	6,4	4,5	9,6	5,5	13,4	6,5	17,9	7,5
2,1	2,6	4,1	3,6	6,7	4,6	9,9	5,6	13,8	6,6	18,4	7,6
2,3	2,7	4,3	3,7	7,0	4,7	10,3	5,7	14,3	6,7	18,9	7,7
2,4	2,8	4,5	3,8	7,3	4,8	10,7	5,8	14,7	6,8	19,4	7,8
2,6	2,9	4,8	3,9	7,6	4,9	11,0	5,9	15,1	6,9	19,9	7,9
2,8	3,0	5,0	4,0	7,9	5,0	11,4	6,0	15,6	7,0	20,4	8,0
3,0	3,1	5,3	4,1	8,2	5,1	11,8	6,1	16,0	7,1	20,9	8,1
3,2	3,2	5,6	4,2	8,6	5,2	12,2	6,2	16,5	7,2	21,4	8,2
3,4		5,8		8,9		12,6		17,0		22,0	

($\Delta\beta_d'$ всегда отрицательна).

Расстояние по вертикальному углу
(из табл. 29 «МТ-75» или табл. 2.7 «МТ-2000»)

Таблица 14.2

Исправленный угол β	Разность высот объекта и наблюдателя ($h - e$), м													
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
	мили													
0°03,0'	4,0	5,3	6,5	7,5	8,5	9,4	10,2	11,0	11,7	13,1	14,4	15,6	16,7	17,7
0°03,2'	3,9	5,2	6,3	7,4	8,3	9,2	10,0	10,8	11,5	12,9	14,2	15,4	16,5	17,5
0°03,4'	3,7	5,0	6,2	7,2	8,2	9,0	9,8	10,6	11,4	12,7	14,0	15,2	16,3	17,3
0°03,6'	3,6	4,9	6,0	7,1	8,0	8,9	9,7	10,4	11,2	12,5	13,8	15,0	16,1	17,2
0°03,8'	3,5	4,8	5,9	6,9	7,8	8,7	9,5	10,3	11,0	12,4	13,6	14,8	15,9	17,0
0°04,0'	3,4	4,7	5,8	6,8	7,7	8,6	9,4	10,1	10,8	12,2	13,4	14,6	15,7	16,8
0°04,2'	3,3	4,6	5,6	6,6	7,5	8,4	9,2	10,0	10,7	12,0	13,3	14,4	15,5	16,6
0°04,4'	3,2	4,4	5,5	6,5	7,4	8,3	9,0	9,8	10,5	11,9	13,1	14,3	15,4	16,4
0°04,6'	3,1	4,3	5,4	6,4	7,3	8,1	8,9	9,6	10,4	11,7	12,9	14,1	15,2	16,2
0°04,8'	3,1	4,2	5,3	6,2	7,1	8,0	8,8	9,5	10,2	11,5	12,8	13,9	15,0	16,1
0°05,0'	3,0	4,1	5,2	6,1	7,0	7,8	8,6	9,3	10,1	11,4	12,6	13,8	14,9	15,9
0°05,2'	2,9	4,0	5,1	6,0	6,9	7,7	8,5	9,2	9,9	11,2	12,4	13,6	14,7	15,7
0°05,4'	2,8	3,9	5,0	5,9	6,8	7,6	8,3	9,1	9,8	11,1	12,3	13,4	14,5	15,5
0°05,6'	2,7	3,9	4,9	5,8	6,6	7,4	8,2	8,9	9,6	10,9	12,1	13,3	14,4	15,4
0°05,8'	2,7	3,8	4,8	5,7	6,5	7,3	8,1	8,8	9,5	10,8	12,0	13,1	14,2	15,2
0°06,0'	2,6	3,7	4,7	5,6	6,4	7,2	7,9	8,7	9,3	10,6	11,8	13,0	14,0	15,1
0°06,5'	2,5	3,5	4,4	5,3	6,1	6,9	7,6	8,3	9,0	10,3	11,5	12,6	13,6	14,7
0°07,0'	2,3	3,3	4,2	5,1	5,9	6,6	7,4	8,0	8,7	10,0	11,1	12,2	13,3	14,3
0°07,5'	2,2	3,2	4,0	4,9	5,6	6,4	7,1	7,8	8,4	9,6	10,8	11,9	12,9	13,9
0°08,0'	2,1	3,0	3,9	4,7	5,4	6,1	6,8	7,5	8,1	9,3	10,5	11,5	12,6	13,5
0°08,5'	2,0	2,9	3,7	4,5	5,2	5,9	6,6	7,2	7,9	9,0	10,2	11,2	12,2	13,2
0°09,0'	1,9	2,7	3,5	4,3	5,0	5,7	6,4	7,0	7,6	8,8	9,9	10,9	11,9	12,9
0°09,5'	1,8	2,6	3,4	4,1	4,8	5,5	6,1	6,8	7,4	8,5	9,6	10,6	11,6	12,6
0°10,0'	1,7	2,5	3,3	4,0	4,7	5,3	5,9	6,5	7,1	8,3	9,3	10,3	11,3	12,2
0°11,0'	1,6	2,3	3,0	3,7	4,3	5,0	5,6	6,1	6,7	7,8	8,8	9,8	10,8	11,7
0°12,0'	1,5	2,2	2,8	3,5	4,1	4,7	5,2	5,8	6,3	7,4	8,4	9,3	10,2	11,1
0°13,0'	1,4	2,0	2,6	3,2	3,8	4,4	4,9	5,5	6,0	7,0	8,0	8,9	9,8	10,6
0°14,0'	1,3	1,9	2,5	3,0	3,6	4,1	4,7	5,2	5,7	6,6	7,6	8,5	9,3	10,2
0°15,0'	1,2	1,8	2,3	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	6,3	7,2	8,1	8,9	9,7
0°20,0'	0,9	1,4	1,8	2,2	2,6	3,1	3,5	3,9	4,3	5,0	5,8	6,5	7,2	8,0
0°25,0'	0,7	1,1	1,5	1,8	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	4,2	4,8	5,4	6,1	6,7
0°30,0'	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,5	4,1	4,6	5,2	5,7
0°35,0'	0,5	0,8	1,0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6	3,1	3,6	4,0	4,5	5,0

Например: Измерен вертикальный угол β между видимым горизонтом и вершиной ориентира: $OC_\beta = 0^\circ 17,0'$, $i + S = -2,0'$, $e = 8,0$ м, $h = 108$ м.
Определить расстояние D_v до ориентира.

Решение:

1. из таблицы 11а «МТ-75» на с. 220 или из табл. 3.21 «МТ-2000» на с. 354 по $e = 8,0$ м выбираем поправку угла за наклонение видимого горизонта $\Delta\beta_d = \Delta h_d = -5,0'$ (табл. 14.1);
2. исправляем измеренный угол: $\beta = OC_\beta + (i + S) + \Delta\beta_d = 0^\circ 17,0' - 2,0' - 5,0' = 0^\circ 10,0'$;
3. рассчитываем разность высот $(h - e) = 108 \text{ м} - 8 \text{ м} = 100 \text{ м}$;
4. из табл. 29 «МТ-75» или табл. 2.7 «МТ-2000» по $(h - e) = 100$ м и $\beta = 0^\circ 10,0'$ выбираем $D_v = 12,2$ мили (табл. 14.2).

14.1.4. Измерение расстояний до навигационных ориентиров с помощью технических средств

Навигационные РЛС (НРЛС) являются дальномерно-азимутальными **радионавигационными средствами** («Нептун», «Створ», «Дон», «Донец», «Океан» и др.). Дальность действия НРЛС зависит от отражающей площади ориентира, условий распространения радиоволн, мощности и длительности излучаемого радиоимпульса и др. (25÷50 миль *max*).

Практика судовождения показывает, что для измерения расстояний до ориентиров чаще всего используют именно НРЛС, а в **условиях плохой видимости – только НРЛС**.

14.2. Определение места судна по расстояниям до навигационных ориентиров

14.2.1. Определение места судна по двум расстояниям до ориентиров, полученных по их вертикальным углам

1. Подготовить навигационный секстан к наблюдениям: выполнить его выверки и определить поправку индекса (i).
2. Подобрать для определения места два ориентира (видимы визуально, нанесены на карту, разнесены по горизонту на угол $> 30^\circ < 150^\circ$).
3. Навигационным секстаном измерить вертикальные углы этих ориентиров (первым измерять угол того ориентира, который ближе к траверзу). На момент измерения угла второго ориентира заметить время (T) и отсчет лага (OL). [С навигационного секстана: OC_1 (OC_2) – отсчет секстана при измерении угла первого (второго) ориентира].
4. Рассчитать истинные значения вертикальных углов ориентиров

$$\begin{aligned}\beta_1' &= OC_1 + (i + S) + \Delta\beta_d'; \\ \beta_2' &= OC_2 + (i + S) + \Delta\beta_d'\end{aligned}$$

где S – инструментальная поправка секстана (из формуляра по $OC_{1(2)}$);

$\Delta\beta_d'$ – поправка за наклонение видимого горизонта. Так как земная рефракция для основания и вершины предмета будет примерно одинаковой, поэтому ее можно не учитывать при $D_v < D_e$.

5. Из Лощи или книги «Огни и знаки...» («Огни») выбрать значения высот ориентиров ($h_1 = 27$ м, $h_2 = 23$ м).

6. По табл. 29 «МТ-75» (с. 289÷293) или табл. 2.7 «МТ-2000» (с. 261÷265) по значениям ($h_1 - e$, $h_2 - e$ метры) и (β_1' , β_2') получить значения расстояний до ориентиров (D_{v1} , D_{v2}). Если $D_v < D_e$ то, **по упрощенной формуле:**

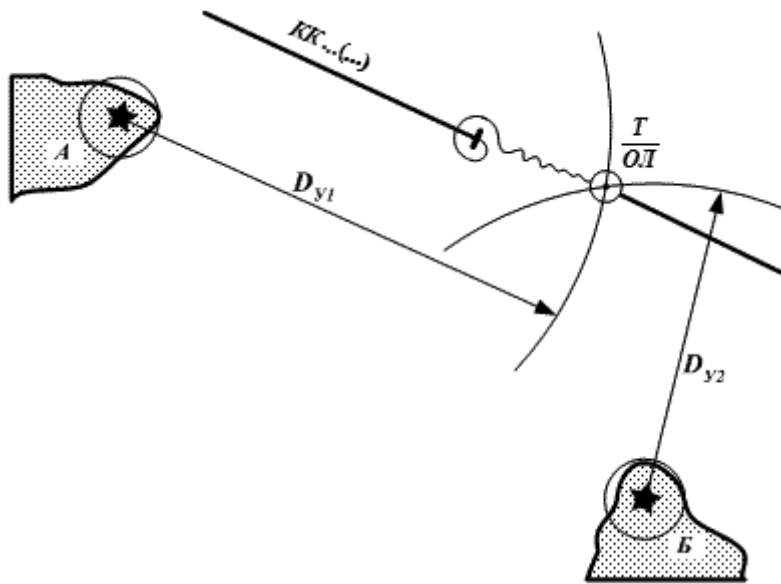


Рис. 14.5. Определение места судна по расстояниям до двух ориентиров

$$D_{y(\text{мили})} \approx 1,86 \cdot \frac{H_M}{\beta} \quad (14.6), \quad \text{или} \quad D_{y(\text{мили})} = \frac{H}{1852} \cdot \text{ctg } \beta' \quad (14.5)$$

рассчитать расстояния до первого и второго ориентиров (D_{y1} , D_{y2}).

7. На карте из места 1-го ориентира A провести окружность (ее дугу) радиусом D_{y1} , а из места 2-го ориентира B – дугу окружности радиусом D_{y2} (рис. 14.5).
8. Точку пересечения двух окружностей (их дуг) обозначить условным знаком (\odot) – obserвованное место и рядом с ним подписать время и отсчет лага $\left(\frac{T}{ОЛ} \right)$.
9. На момент измерения углов (T) найти счислимую точку, обозначить невязку, снять ее направление и величину ($C = 110^\circ - 1,9$ мили).
10. Оформить запись в судовом журнале.

09	10	$ОЛ = 49,1 \text{ М}^К \ll A \gg \text{ } ОС = 0^\circ 03,2'; h = 23 \text{ м } \text{М}^К \ll B \gg \text{ } ОС = 0^\circ 05,2'$
–	–	$h = 27 \text{ м}, i + S = +0,8', e = 5 \text{ м}, C = 110^\circ - 1,9 \text{ мили}$

Рассмотренный способ определения места довольно трудоемкий и на практике применяется очень редко.

14.2.2. Определение места судна по расстояниям до трех ориентиров, измеренных с помощью навигационной РЛС

Этот способ является наиболее удобным и точным.

Измеренному расстоянию до какого-либо ориентира соответствует навигационная изолиния – окружность с центром в точке ориентира, до которого измерялось расстояние и радиусом, равным истинному значению этого расстояния.

Для получения obserвованного места достаточно одновременно (почти одновременно) измерить расстояния до трех ориентиров. Точка пересечения навигационных изолиний – окружностей (их дуг) радиусами D_1 , D_2 и D_3 – даст нам obserвованное место судна.

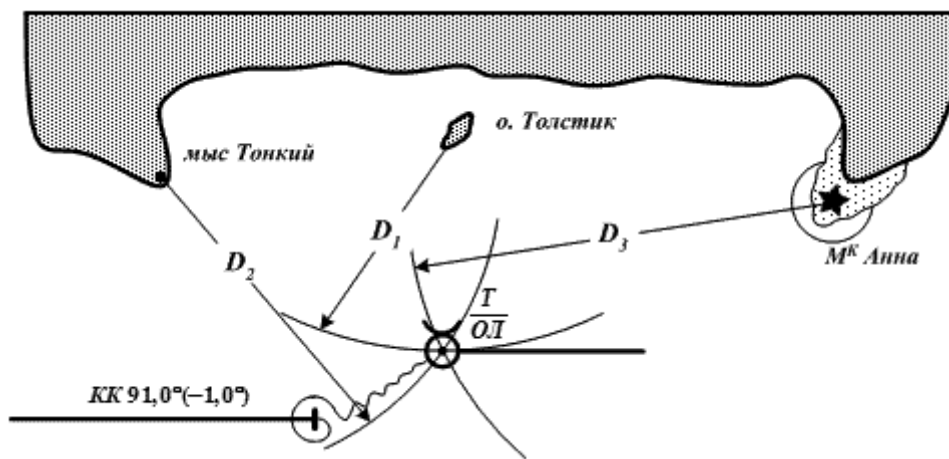


Рис. 14.6. Определение места судна по расстояниям до трех ориентиров

Выполнение способа (рис. 14.6):

1. Включить навигационную РЛС, подобрать по путевой навигационной карте три навигационных ориентира разнесенных по горизонту.
2. В быстрой последовательности, с помощью навигационной РЛС, измерить расстояния до этих ориентиров, заметить время (T) и отсчет лага ($ОЛ$).

Примечание:

Первыми измеряются расстояния до ориентиров, находящихся ближе к траверзу.

3. Рассчитать истинные значения расстояний до ориентиров, то есть измеренные навигационной РЛС расстояния исправить ее поправкой

$$D_{I(2,3)} = D_{PI(2,3)} + \Delta D_P \quad (14.9)$$

4. На путевой навигационной карте провести окружности (их дуги) с центрами в местах ориентиров, до которых измерялись расстояния и радиусами, равными исправленным значениям измеренных расстояний – $R_{I(2,3)} = D_{I(2,3)}$.
5. Точка пересечения всех трех окружностей (их дуг) и даст нам искомое обсервованное место судна. Обозначить его условным знаком (⊗) и подписать рядом с ним время (T) и отсчет лага ($ОЛ$).
6. На момент измерения расстояний до ориентиров (T) нанести на карту счислимое место, обозначить невязку, снять ее направление и величину ($C = 58^\circ - 1,7$ мили).
7. Оформить запись в судовом журнале.

20	13	$ОЛ = 84,8$ о. Толстик $D_P = 24$ кб., мыс Тонкий $D_P = 39$ кб., МК Анна
–	–	$D_P = 50$ кб. $\Delta D_P = 0$, $C = 58^\circ - 1,7$ мили

Измерение расстояний до трех ориентиров для определения места, при условии пересечения всех трех окружностей (их дуг) в одной точке **однозначно** указывает **обсервованное место**.

Если окружности (их дуги) не пересекаются в одной точке и образуют **фигуру погрешностей со стороной > 5 мм**, это свидетельствует о промахах или в опознании ориентиров или в измерении расстояний до них. При большой фигуре погрешности – **повторить измерения**.

14.2.3. Определение места судна по расстояниям до двух ориентиров

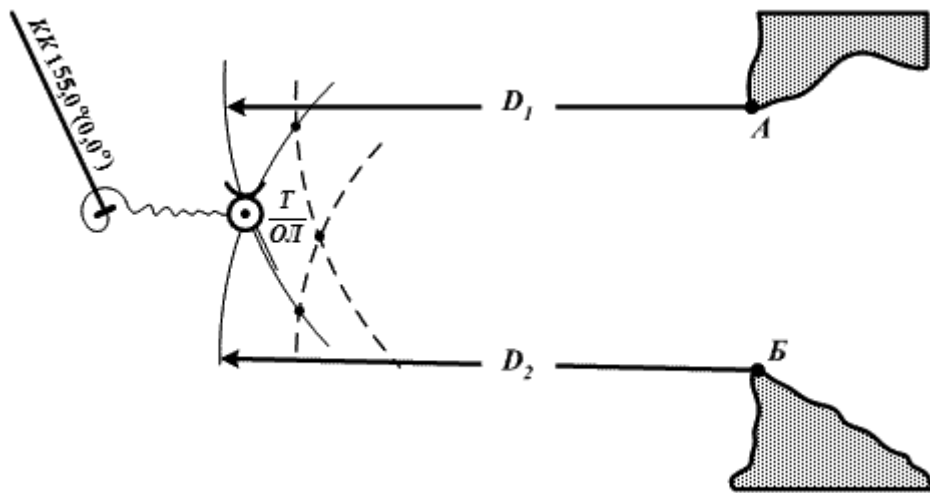


Рис. 14.7. Определение места судна по расстояниям до двух ориентиров

Если в видимости судна (на экране навигационной РЛС) имеются только два ориентира, до которых возможно измерить расстояния, то место судна определяется по расстояниям до 2-х ориентиров.

Методика выполнения этого определения аналогична методике определения места судна по расстояниям до 3-х ориентиров (см. п. 14.2.2).

Недостатком этого способа определения места судна является отсутствие контроля правильности полученного места (рис. 14.7).

Две линии (дуги) всегда пересекаются в одной точке даже при наличии погрешностей (промахов), (есть промахи или их нет – сказать нельзя) (см. п. 13.1.2).

14.2.4. Определение места судна способом «крюйс-расстояние»

В практике судовождения может встретиться и такой случай, когда с судна наблюдается всего лишь один ориентир, а возможности взять на него пеленг нет (туман, неисправен курсоуказатель и пр.).

В этом случае можно получить счислимо-обсервованное место судна, используя способ «крюйс-расстояния» → рис. 14.8.

Судно следует курсом $KK\ 88,0^\circ (+2,0^\circ)$.

Находясь по счислению в точке $\left(\frac{T_1}{OL_1}\right)$, измерили расстояние до ориентира (мыс Игольный).

Пройдя этим курсом некоторое расстояние S , достаточное для изменения направления на этот ориентир на угол не менее 30° , (т. T_2) повторно измерили расстояние до того же ориентира (мыс Игольный), заметив время (T_2) и отсчет лага (OL_2).

Счислимо-обсервованное место судна в этом случае найдем, если выполним геометрические построения на путевой карте:

⇒ от ориентира (т. A) проведем вспомогательную линию параллельную курсу судна (линия AB) и отложим по ней (от т. A) пройденное судном расстояние S за время между измерениями расстояний D_1 и D_2 ($S_n = K_n \cdot POJ$ или $S_{об} = V_{об} \cdot t$);

⇒ из точки B проведем окружность (ее дугу) радиусом, равным истинному расстоянию до ориентира $D_1 = D_{P1} + \Delta D_p$, где D_{P1} – первое измеренное расстояние с РЛС;

⇒ из точки A проведем окружность (ее дугу) радиусом, равным истинному расстоянию до ориентира $D_2 = D_{P2} + \Delta D_p$, где D_{P2} – второе измеренное расстояние с РЛС.

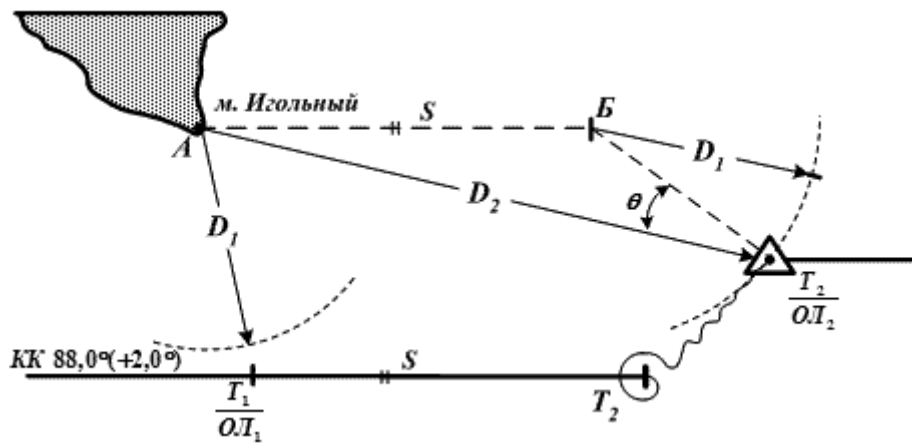


Рис. 14.8. Способ «крюйс-расстояние»

Точка пересечения этих двух окружностей (их дуг) и укажет нам счислимо-обсервованное место судна на момент второго измерения расстояния (T_2).

Обозначим эту точку **условным обозначением** (\triangle), подпишем рядом с ним время (T_2) и отсчет лага ($ОЛ_2$).

Обозначим невязку, снимем ее направление и величину ($C = 34^\circ - 1,2$ мили).

Заполним судовой журнал.

14	20	$ОЛ = 15,4$ мыс Игольный $D_p = 26$ кб. $\Delta D_p = 0$
14	43	$ОЛ = 20,0$ мыс Игольный $D_p = 69$ кб. $\Delta D_p = 0$ $C = 34^\circ - 1,2$ мили

Точность этого способа зависит от погрешностей в измерении расстояний и погрешностей в счислении за время плавания между замерами и величины угла θ . В практике судовождения этот способ применяется очень редко.

14.2.5. Определение места судна по пеленгу и расстоянию до ориентира

Данный способ определения места судна относится к **комбинированным**.

Комбинированными называются такие способы определения места, в которых измеряются различные навигационные параметры:

- пеленг на ориентир и расстояние до него;
- пеленг на ориентир A и горизонтальный угол между ориентирами A и B ;
- пеленг на ориентир и глубина места и др.

Рассмотрим наиболее **часто употребляемый на практике** способ определения места судна **по пеленгу на ориентир и расстоянию до него**.

Удобство этого способа состоит в том, что для его реализации используется всего лишь один ориентир, а навигационные изолинии – прямая линия для пеленга и окружность для расстояния – пересекаются под оптимальным углом 90° .

Чаще всего этот способ применяется в тех случаях, когда в поле зрения наблюдается лишь один ориентир, а на вооружении судна имеется навигационная РЛС (НРЛС).

Методика практического выполнения способа (рис. 14.9).

1. В быстрой последовательности (с помощью НРЛС) измерить направление на ориентир (РЛП) и расстояние (дистанцию) до него. Зафиксировать время (T) и отсчет лага ($ОЛ$).

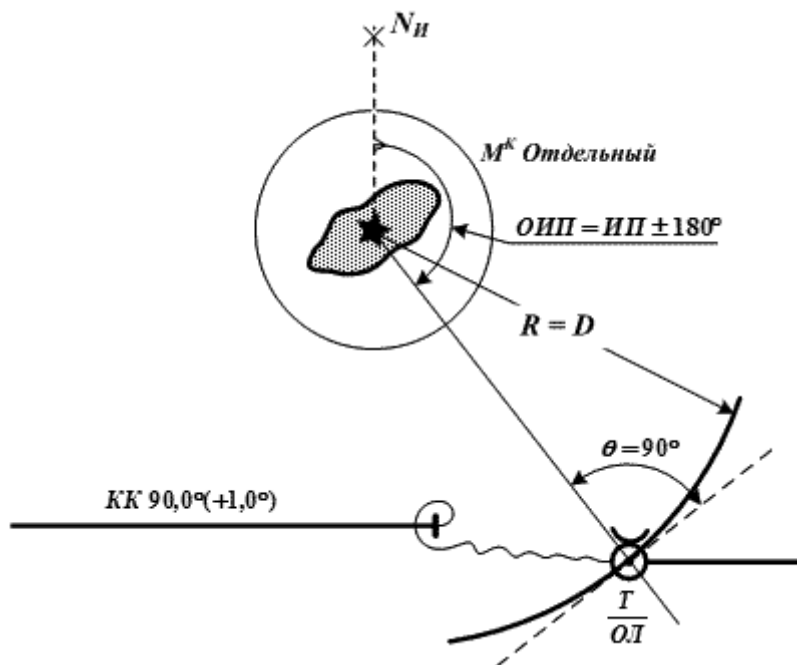


Рис. 14.9. Определение места судна по пеленгу и расстоянию до одного ориентира

Примечание:

Направление на ориентир (КП) можно определить и с помощью визуального пеленгатора (ПГК-2), а расстояние до него – одним из способов измерения (получения) расстояния до ориентира (по дальномеру, по измеренному с помощью навигационного секстана вертикальному углу и пр.).

- Исправить (при необходимости) измеренные направления (КП или РЛП) и расстояние (D_p) соответствующими поправками, то есть получить истинные значения навигационных параметров

$$ИП = РЛП + \Delta GK, \quad ИП = ГКП + \Delta GK, \quad D = D_p + \Delta D_p$$

- Проложить на путевой навигационной карте изолинии:
 - пеленга – прямая линия, проходящая через место ориентира;
 - расстояния – окружность (ее дуга) радиусом $R = D$ с центром в месте ориентира.

В точке пересечения навигационных изолиний условным обозначением нанести (обозначить) обсервованное место судна (\odot или \ominus), подписать рядом с ним время (T) и отсчет лага ($ОЛ$).

- На время (T) измерения навигационных параметров (РЛП и D_p) нанести на карту счислимое место судна, обозначить невязку, снять ее направление и величину ($C = 102^\circ - 2,2$ мили).
- Заполнить судовой журнал.

20	57	$ОЛ = 55,6$ М ^К Отдельный: РЛП = $321,0^\circ$, $\Delta GK = +1,0^\circ$, $D_p = 49$ кб., $\Delta D_p = 0$
-	-	$C = 102^\circ - 2,2$ мили

14.2.6. Задачи по расчету расстояния до ориентира по измерению его вертикального угла (а) и определению места судна по данным РЛС (б)

а) Расчет расстояния до ориентира по измерению его вертикального угла

№ задачи	Условие				Ответ
	<i>OC</i>	<i>i + S</i>	<i>e</i> (м)	<i>H</i> (м)	<i>D_y</i> (мили)
1	0°07,5'	+ 4,3'	6,0	26,0	4,0
2	0°03,2'	+ 4,3'	6,0	43,0	9,6
3	0°03,0'	+ 4,3'	6,0	26,0	6,5
4	0°06,3'	+ 4,3'	6,0	43,0	7,3
5	0°07,6'	+ 4,3'	6,0	43,0	6,3
6	0°03,8'	+ 4,3'	6,0	43,0	9,0
7	0°05,2'	+ 4,3'	6,0	30,0	5,8
8	0°05,8'	+ 4,3'	6,0	26,0	4,8
9	0°05,8'	+ 4,3'	6,0	43,0	7,6
10	0°03,2'	+ 4,3'	6,0	26,0	6,3
11	0°08,5'	+ 4,3'	6,0	43,0	6,2
12	0°07,6'	+ 4,3'	6,0	43,0	6,4
13	0°03,6'	+ 4,3'	6,0	46,0	9,7
14	0°12,0'	+ 4,3'	6,0	30,0	3,4
15	0°07,0'	+ 4,3'	6,0	26,0	4,2
16	0°03,8'	+ 4,3'	6,0	43,0	9,0
17	0°03,8'	+ 4,3'	6,0	26,0	5,9
18	0°04,6'	+ 4,3'	6,0	46,0	8,9
19	0°08,0'	+ 4,3'	6,0	43,0	6,4
20	0°03,4'	+ 4,3'	6,0	43,0	9,3
21	0°06,4'	+ 4,3'	6,0	30,0	5,2
22	0°07,5'	+ 4,3'	6,0	37,0	5,8

б) Определение места судна по данным РЛС (МНК № 32106 или МНК № 3207)

№ задачи	Условие	Ответ
		<i>C</i> = ...° - ... мили
1	$\varphi_c = 44^\circ 45,8'N$, $\lambda_c = 37^\circ 07,4'E$, м. Анапский: $D_p = 101$ кб. о. Утриш: $D_p = 101$ кб. $\Delta D_p = -0,1$ мили. $C = ?$	90° – 1,0 мили
2	$\varphi_c = 44^\circ 03,3'N$, $\lambda_c = 37^\circ 11,0'E$, М ^к Утриш: $R_{ЛП} = 77,0^\circ$, $\Delta GK = -2,0^\circ$, о. Утриш: $D_p = 74$ кб. $\Delta D_p = -0,2$ мили. $C = ?$	75° – 0,5 мили
3	$\varphi_c = 44^\circ 40,0'N$, $\lambda_c = 37^\circ 23,5'E$, м. Утриш: $D_p = 54$ кб., м. Утришенок: $D_p = 51$ кб. $\Delta D_p = 0$, $C = ?$	270° – 0,6 мили
4	$\varphi_c = 44^\circ 35,0'N$, $\lambda_c = 37^\circ 21,4'E$, М ^к Утришенок: $R_{ЛП} = 28,0^\circ$, $\Delta GK = +2,0^\circ$. м. Утришенок: $D_p = 81$ кб. $\Delta D_p = 0,1$ мили. $C = ?$	30° – 0,6 мили
5	$\varphi_c = 44^\circ 33,3'N$, $\lambda_c = 37^\circ 46,3'E$, м. Мысхако: $D_p = 55$ кб., м. Тонкий: $D_p = 100$ кб. $\Delta D_p = 0$, $C = ?$	300° – 0,8 мили
6	$\varphi_c = 43^\circ 58,2'N$, $\lambda_c = 38^\circ 55,7'E$, М ^к Кодошский: $R_{ЛП} = 38,0^\circ$, $\Delta GK = -3,0^\circ$. м. Кодош: $D_p = 95$ кб. $\Delta D_p = +0,2$ мили. $C = ?$	250° – 0,8 мили
7	$\varphi_c = 44^\circ 06,0'N$, $\lambda_c = 38^\circ 55,9'E$, м. Кодош: $D_p = 52$ кб. м. Широкий: $D_p = 43$ кб. $\Delta D_p = -0,2$ мили, $C = ?$	300° – 0,6 мили
8	$\varphi_c = 44^\circ 32,3'N$, $\lambda_c = 37^\circ 48,6'E$, М ^к Дообский: $R_{ЛП} = 37,0^\circ$, $\Delta GK = +3,0^\circ$. Св.зн. Суджукский: $D_p = 80$ кб. $\Delta D_p = -0,1$ мили. $C = ?$	220° – 0,5 мили
9	$\varphi_c = 44^\circ 26,1'N$, $\lambda_c = 37^\circ 55,3'E$, М ^к Геленджикский: $R_{ЛП} = 48,0^\circ$, $\Delta GK = -3,0^\circ$. м. Толстый: $D_p = 92$ кб. $\Delta D_p = -0,1$ мили. $C = ?$	300° – 1,0 мили
10	$\varphi_c = 44^\circ 14,2'N$, $\lambda_c = 38^\circ 35,1'E$, М ^к Джубский: $R_{ЛП} = 62,0^\circ$, $\Delta GK = -2,0^\circ$. м. Гуавга: $D_p = 113$ кб. $\Delta D_p = -0,2$ мили. $C = ?$	300° – 1,1 мили

Выводы

1. Расстояния до видимых навигационных ориентиров в море определяются как визуально, так и с помощью технических средств.
2. Место судна в море можно определить по расстояниям до 3-х, до 2-х ориентиров, а также и до одного ориентира способом «крюйс-расстояние».
3. При наличии на судне навигационной РЛС довольно точно можно определить место судна в море по пеленгу и расстоянию до одного (точечного) ориентира.
4. Наиболее точно место судна может быть определено по расстояниям до 3-х и более ориентиров.
5. Способ определения места судна в море по расстояниям до ориентиров, рассчитанных по их вертикальным углам, довольно сложен и применяется крайне редко.
6. Наиболее быстрый и достаточно точный способ определения места судна в море по пеленгу и расстоянию до одного (точечного) ориентира по данным судовой РЛС.

ГЛАВА 15. КОМБИНИРОВАННЫЕ И ПРИБЛИЖЕННЫЕ СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА СУДНА

15.1. Использование эхолота для определения места судна

15.1.1. Измерение глубин эхолотом

Для сравнения глубины, измеренной эхолотом $H_э$, с глубиной показанной в данном месте на навигационной морской карте ($H_к$), необходимо учесть поправки (рис. 15.1).

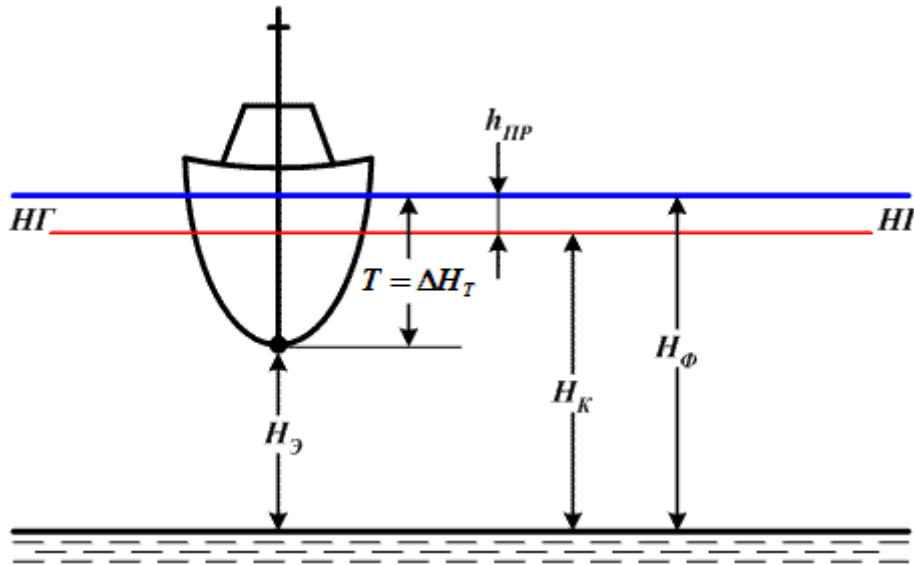


Рис. 15.1. Поправки глубины, измеренной эхолотом

$$H_к = H_э + \Delta H_T + \Delta H_{ПР} + \Delta H_в \quad (15.1)$$

где $H_э$ – значение глубины, снятое с самописца или указателя глубины эхолота;

ΔH_T – поправка за углубление вибраторов эхолота (если вибраторы установлены в днище корпуса судна, то величина этой поправки численно равна осадке судна);

$\Delta H_{ПР}$ – (для морей с приливами) – поправка за высоту прилива. Ее значение определяется с помощью «Таблиц приливов» на время измерения глубины;

$\Delta H_в$ – поправка за отклонение фактической скорости звука от расчетной (1500 м/с).

Входными аргументами в эту таблицу (с. 302 «МТ-75» или табл. 2.11 «МТ-2000» с. 270) являются: 1) · глубина, измеренная эхолотом $H_э$ и 2) · разность скоростей звука $\Delta C = C_ф - C_p$. Если ΔC «+», то и $\Delta H_в$ «+» и наоборот.

Пример: $H_э = 100$ м, $C_ф = 1535$ м/с, то $\Delta H_в = +2$ м (табл. 15.1).

На МНК значения глубин указываются обычно от НГ-нуля глубин (конкретно указывается в заголовке карты). Ее значение с помощью эхолота (вибраторы эхолота в днище корпуса судна):

- на морях без приливов:

$$H_к = H_э + T \pm \Delta H_в \quad (15.2)$$

- на морях с приливами:

$$H_к = H_э + T \pm \Delta H_в - h_{ПР}(\Delta h_{ПР}) \quad (15.3)$$

Примечание:

У современных эхолотов поправки за отклонение скорости звука в воде от расчетной $H_в$, за колебание уровня моря $\Delta H_{ПР}$ и углубление вибраторов (ΔH_T) могут исключаться до измерения. В этом случае:

$$H_э = H_к \quad (15.4)$$

Таблица 15.1

Глубина, измеренная эхолотом $H_э$, м	Разность скоростей звука ($C_\phi - C'$) м/с											Глубина, измеренная эхолотом $H_э$, м
	5	15	25	35	45	55	65	75	85	95	105	
5	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	5
10	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	10
20	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	20
30	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	30
40	0,1	0,4	0,7	0,9	1,2	1,5	1,7	2,0	2,3	2,5	2,8	40
50	0,2	0,5	0,8	1,2	1,5	1,8	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	50
60	0,2	0,6	1,0	1,4	1,8	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	60
70	0,2	0,7	1,2	1,6	2,1	2,6	3,0	3,5	4,0	4,4	4,9	70
80	0,3	0,8	1,3	1,9	2,4	2,9	3,5	4,0	4,5	5,1	5,6	80
90	0,3	0,9	1,5	2,1	2,7	3,3	3,9	4,5	5,1	5,7	6,3	90
100	0	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	100
...
200	1	2	3	5	6	7	9	10	11	13	14	200
...
300	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	300
...
400	1	4	7	9	12	15	17	20	23	25	28	400
...
500	2	5	8	12	15	18	22	25	28	32	35	500
600	2	6	10	14	18	22	26	30	34	38	42	600
700	2	7	12	16	21	26	30	35	40	44	49	700
800	3	8	13	19	24	29	35	40	45	51	56	800
900	3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	63	900
1000	3	10	17	23	30	37	43	50	57	63	70	1000
...
1800	6	18	30	42	54	66	78	90	102	114	126	1800
2000	7	20	33	47	60	73	87	100	113	127	140	2000
...
3000	10	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210	3000
6000	20	60	100	140	180	220	260	300	340	380	420	6000

Примечание:

1. Таблица рассчитана по формуле:

$$\Delta H = \frac{C_\phi - C'}{C'} \cdot H_э \quad (15.5)$$

2. и знак поправки одинаков со знаком ($C_\phi - C'$).

3. Фактическую скорость звука в воде (C_ϕ) можно определить:

а. по таблицам 34а и 34б «МТ-75»:

$$C_\phi = C_0 + \Delta C + \Delta C_h \quad (15.6)$$

где $C_0 = 1449,14$ м/с (для $t^\circ C = 0^\circ$, $S = 35\text{‰}$ и $\rho = 1,033$ кг/см³ – 1 атм.);

$\Delta C = \Delta C_t + \Delta C_s + \Delta C_{\rho t}$ – сумма поправок за температуру морской воды (ΔC_t), за ее соленость (ΔC_s) и плотность ($\Delta C_{\rho t}$);

ΔC_h – поправка за глубину.

с. ΔC – выбирается из таблицы 34а «МТ-75» (с. 299-301) по значению температуры морской воды ($t^{\circ}\text{C}$) – слева и ее солёности ($S\text{‰}$) – сверху для конкретного диапазона глубин (0-500 м, 500-1000 м, 1000-2000 м, 2000-3000 м, 3000-4000 м, 4000-5000 м, 5000-6000 м).

д. ΔC_h – выбирается из табл. 34б «МТ-75» (с. 301) по значению глубины (h_m).

е. по таблицам 2.9а и 2.9б «МТ-2000»:

$$C_{\phi} = 1492,9 \text{ м/с} + \Delta C_{is} + \Delta C_H \quad (15.7)$$

где ΔC_{is} – поправка скорости звука за температуру ($t^{\circ}\text{C}$) и солёность ($S\text{‰}$) морской воды и выбирается из табл. 2.9а «МТ-2000» (с. 267) по значениям $t^{\circ}\text{C}$ – слева и $S\text{‰}$ – сверху (для глубин 0÷8000 м);

ΔC_H – поправка скорости звука за глубину (давление) выбирается из табл. 2.9б «МТ-2000» (с. 267) по значению глубины H м.

Скорость звука в морской воде (из табл. 2.9 «МТ-2000»)

$$\text{Скорость звука } C = 1492,9 + \Delta C_{is} + \Delta C_H, \text{ м/с}$$

а) Поправка ΔC_{is} за температуру и солёность на данной глубине (м/с)

Таблица 15.2

$t^{\circ}\text{C}$	Солёность $S, \text{‰}$												$t^{\circ}\text{C}$
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	
0	-78,1	-75,3	-72,5	-69,8	-67,0	-64,3	-61,5	-58,7	-56,0	-53,2	-50,5	-47,7	0
2	-68,6	-65,9	-63,2	-60,5	-57,7	-55,0	-52,3	-49,6	-46,9	-44,1	-41,4	-38,7	2
4	-59,6	-56,9	-54,2	-51,5	-48,8	-46,2	-43,5	-40,8	-38,1	-35,4	-32,8	-30,1	4
6	-50,9	-48,2	-45,6	-42,9	-40,3	-37,7	-35,0	-32,4	-29,7	-27,1	-24,5	-21,8	6
8	-42,5	-39,9	-37,3	-34,7	-32,1	-29,5	-26,9	-24,3	-21,7	-19,1	-16,5	-13,9	8
10	-34,6	-32,0	-29,4	-26,9	-24,3	-21,8	-19,2	-16,6	-14,1	-11,5	-9,0	-6,4	10
12	-27,0	-24,4	-21,9	-19,4	-16,9	-14,4	-11,8	-9,3	-6,8	-4,3	-1,8	+0,8	12
14	-19,7	-17,3	-14,8	-12,3	-9,8	-7,3	-4,9	-2,4	+0,1	+2,6	+5,1	+7,5	14
16	-12,9	-10,4	-8,0	-5,6	-3,1	-0,7	+1,8	+4,2	+6,6	+9,1	+11,5	+14,0	16
18	-6,4	-4,0	-1,6	+0,8	+3,2	+5,6	+8,0	+10,4	+12,8	+15,2	+17,6	+20,0	18
20	-0,3	+2,1	+4,5	+6,8	+9,2	+11,5	+13,9	+16,3	+18,6	+21,0	+23,3	+25,7	20
22	+5,5	+7,8	+10,1	+12,5	+14,8	+17,1	+19,4	+21,7	+24,1	+26,4	+28,7	+31,0	22
24	+10,9	+13,2	+15,4	+17,7	+20,0	+22,3	+24,6	+26,8	+29,1	+31,4	+33,7	+36,0	24
26	+15,9	+18,1	+20,4	+22,6	+24,9	+27,1	+29,3	+31,6	+33,8	+36,1	+38,3	+40,5	26
28	+20,6	+22,8	+25,0	+27,2	+29,4	+31,6	+33,8	+36,0	+38,2	+40,4	+42,6	+44,8	28
30	+24,8	+27,0	+29,2	+31,3	+33,5	+35,6	+37,8	+40,0	+42,1	+44,3	+46,4	+48,6	30

б) Поправка ΔC_H за глубину (давление)

Глубина $H, \text{ (м)}$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
$\Delta C_H, \text{ (м/с)}$	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0
Глубина $H, \text{ (м)}$	130	140	150	160	170	180	190	200	300	400	500	600
$\Delta C_H, \text{ (м/с)}$	2,1	2,3	2,5	2,6	2,8	3,0	3,1	3,3	4,9	6,6	8,2	9,8
Глубина $H, \text{ (м)}$	700	800	900	1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	
$\Delta C_H, \text{ (м/с)}$	11,5	13,1	14,8	16,4	32,8	49,2	65,6	82,0	98,4	114,8	131,1	

Задача 1: Определить скорость звука в воде:

- 1) – на глубине 10 м ($t = +18^{\circ}\text{C}$ и $S = 30\text{‰}$);
- 2) – на глубине 1000 м ($t = +6^{\circ}\text{C}$ и $S = 28\text{‰}$);
- 3) – на глубине 4000 м ($t = +2^{\circ}\text{C}$ и $S = 20\text{‰}$).

Решение:

- 1) $H = 10 \text{ м}, C = 1492,9 + 17,6 + 0,2 = 1510,7 \text{ м/с};$
- 2) $H = 1000 \text{ м}, C = 1492,9 - 27,1 + 16,4 = 1482,2 \text{ м/с};$
- 3) $H = 4000 \text{ м}, C = 1492,9 - 55,0 + 65,6 = 1503,5 \text{ м/с}.$

Задача 2: Определить поправку глубины и исправленную глубину, если:

- 1) $H_3 = 1850 \text{ м};$
- 2) на глубине $\frac{H_3}{2} = 925 \text{ м}, t = +8^\circ\text{C}$ и $S = 32\text{‰};$
- 3) $C' = 1500 \text{ м/с}.$

Решение:

1. – из табл. 15.2а по $t = +8^\circ\text{C}$ и $S = 32\text{‰} \rightarrow \Delta C_{tS} = -13,9 \text{ м/с};$
2. – из табл. 15.2б по $\frac{H_3}{2}$ (925 м) $\rightarrow \Delta C_H = +15,2 \text{ м/с};$
3. – $C_\phi = 1492,9 - 13,9 + 15,2 = 1494,2 \text{ м/с};$
4. – из табл. 15.1 по $H_3 = 1850 \text{ м}$ и $(C_\phi - C') = 1494,2 - 1500 = -5,8 \text{ м/с} \rightarrow \Delta H_v = -7 \text{ м};$
5. – рассчитываем исправленную глубину:

$$H = H_3 + \Delta H_v = 1850 + (-7) = 1843 \text{ м}.$$

15.1.2. Задачи на расчет глубины места по показаниям эхолота

Рассчитать значение глубины места (H) по показаниям эхолота (H_3) для Черного моря ($\Delta H_{пр} = 0$), согласно условий задач 1÷15.

Эхолот отрегулирован на $C' = 1500 \text{ м/с}$, а его вибраторы – в днище судна.

№ задачи	УСЛОВИЕ				ОТВЕТ				
	Показания эхолота H_3 , (м)	Осадка судна T , (м)	Темпер. м. воды, $t^\circ\text{C}$	Соленость м. воды, S , ‰	ΔC_{tS} , (м/с)	ΔC_H , (м/с)	C_ϕ , (м/с)	ΔH_v , (м)	H , (м)
1	20	2,0	2°	10	-68,6	+0,2	1424,5	-1,0	21,0
2	40	2,1	4°	12	-56,9	+0,3	1436,0	-1,7	40,4
3	50	2,2	6°	14	-45,6	+0,4	1447,7	-1,7	50,5
4	60	2,3	8°	16	-34,7	+0,5	1458,7	-1,6	60,7
5	70	2,4	10°	18	-24,3	+0,6	1469,2	-1,4	71,0
6	80	2,5	12°	20	-14,4	+0,7	1479,2	-1,0	81,5
7	90	2,6	14°	22	-4,9	+0,8	1488,8	-0,7	91,9
8	100	2,7	16°	24	+4,2	+0,8	1497,9	0	102,7
9	200	2,8	18°	26	+12,8	+1,6	1507,3	+1,2	204,0
10	400	2,9	20°	28	+21,0	+3,3	1517,2	+4,6	407,5
11	600	3,0	22°	30	+28,7	+4,9	1526,5	+10,6	613,6
12	800	3,5	18°	32	+20,0	+6,6	1519,5	+10,5	814,0
13	1.000	4,0	10°	26	-14,1	+8,2	1487,0	-8,6	995,4
14	1.800	4,5	6°	24	-32,4	+14,8	1475,3	-29,6	1774,9
15	2.000	5,0	4°	22	-43,5	+16,4	1465,8	-46,0	1959,0

15.1.3. Определение места судна по глубинам (общий случай)

Изобату – линию равных глубин, нанесенную на МНК, можно рассматривать как линию положения (ЛП), на которой находится судно в момент, когда полученная $H = H_K$.

Определение места судна по глубинам возможно, когда глубины изменяются достаточно быстро, но не беспорядочно, когда удалось обнаружить отличительную глубину, когда изобаты расположены под углом более 30° друг к другу.

Рассмотрим общий случай, когда на МНК нанесены изобаты, а глубины изменяются равномерно. Для реализации способа необходимо (рис. 15.2):

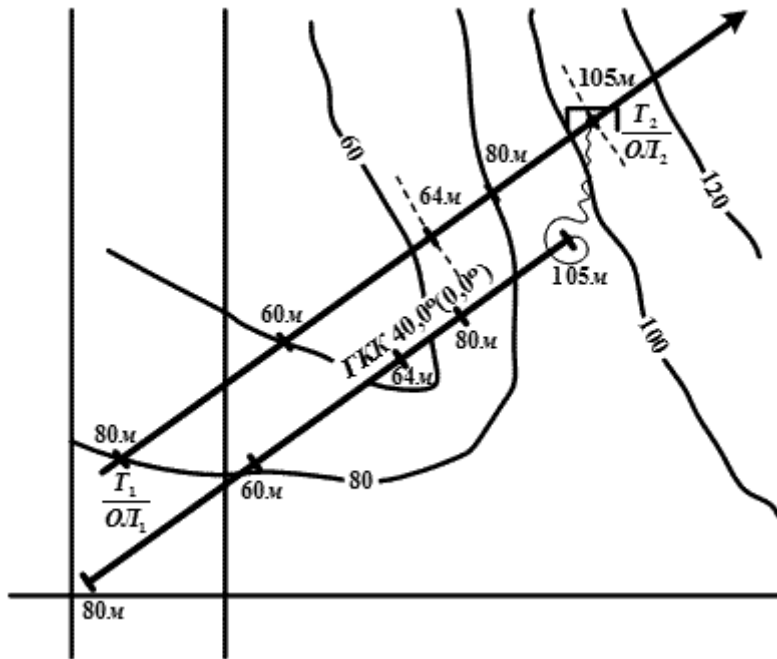


Рис. 15.2. Определение места судна по глубинам (общий случай)

- Рассчитать, за какой промежуток времени при данной скорости судно проходит расстояние между соседними обозначениями глубин (изобат) на МНК по направлению пути.
- Измерить глубины через промежутки времени от 1 до 20 мин. в зависимости от скорости судна и характера рельефа дна (чаще – на неровном рельефе). При измерении каждой глубины заметить $\left(\frac{Г}{ОЛ}\right)$.
- Измеренные значения глубин исправить соответствующими поправками.
- Нанести на лист кальки меридиан и параллель, проложить линию пути судна. На линии пути от точки, избранной за начальную, в масштабе карты отложить расстояния, пройденные судном от момента измерения первой глубины до момента очередного измерения. У каждой точки обозначить исправленное значение измеренных глубин (у начальной и конечной точек и $\frac{Г}{ОЛ}$).
- Кальку наложить на МНК в районе счислимого места судна и, перемещая ее так, чтобы линия меридиана кальки была параллельна меридианам карты, добиться совмещения нанесенных на линии пути точек с изобатами, соответствующими помеченным у этих точек глубинам.

Если точное совмещение невозможно – найти такое положение кальки, при котором нанесенные на ней точки будут находиться, возможно, ближе к соответствующим изобатам (глубинам H_K).

В точке, соответствующей последнему измерению глубины, сделать укол иглой циркуля. На МНК эту точку пометить условным знаком как место, определенное по глубинам (\square).

Наиболее благоприятные условия опознания места по глубинам будут в прибрежных районах (подробный промер, быстрое изменение H).

В районах лежащих за пределами дальности действия береговых СНО, погрешности мест, определенных по глубинам, могут быть значительными.

15.1.4. Определение места судна способом «крюйс-изобата»

Этот способ можно применять в тех районах, где изобаты нанесены часто и располагаются друг к другу под углом более 30° .

При соблюдении этих условий, для реализации способа необходимо (рис. 15.3):

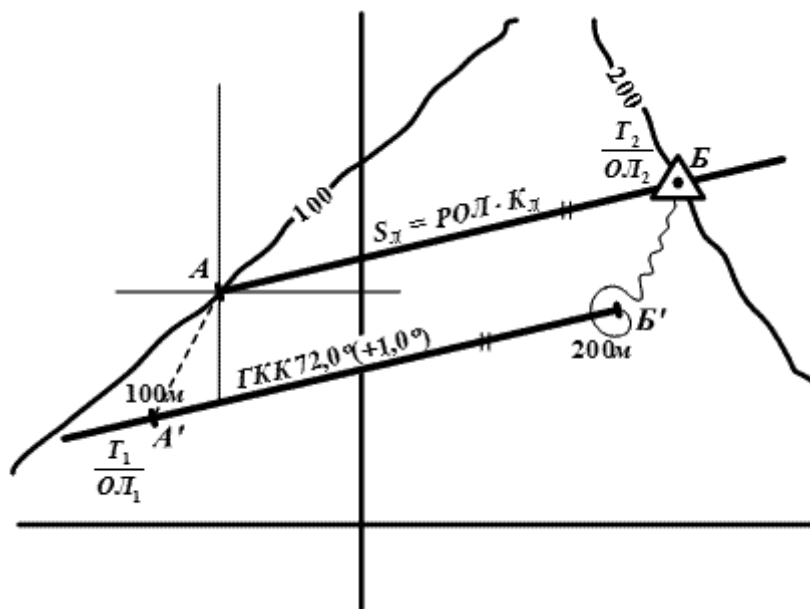


Рис. 15.3. Способ «крюйс-изобата»

- Рассчитать общую поправку глубины H и отсчеты глубин с эхолота при пересечении заданных изобат (100 и 200 м).
- Включить эхолот и в моменты прихода на рассчитанные отсчеты глубин заметить $\frac{\Gamma_{1,2}}{ОЛ_{1,2}}$ – нанести соответствующие им точки (A' и B') на карту.
- С помощью параллельной линейки и измерителя, вмести́ть расстояние, пройденное по лагу ($S_{л} = РОЛ \cdot К_{л}$) между изобатами на карте. Вмещае́мый отрезок ($АВ = S_{л}$) должен быть параллелен линии пути судна.

Последняя точка (т. B) на второй изобате (200 м) и будет счислимо-обсервованным местом судна, полученным способом «крюйс-изобата».

15.1.5. Определение места судна по навигационной линии положения и глубине, измеренной одновременно (рис. 15.4) и разновременно (рис. 15.5)

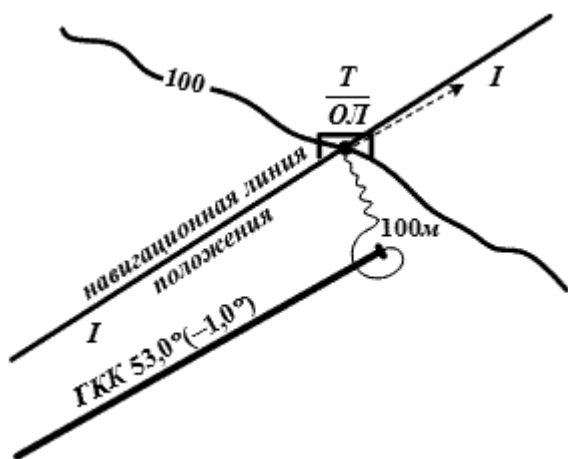


Рис. 15.4. Определение места судна по навигационной линии положения и глубине, измеренных одновременно



Рис. 15.5. Определение места судна по навигационной линии положения и глубине, измеренных разновременно

В качестве навигационной ЛП могут быть использованы:

1. – визуальный пеленг на ориентир (РЛП, РП);
2. – гипербола РНС (на РНК);
3. – высотная линия положения и пр.

15.2. Комбинированные способы определения места судна

15.2.1. Определение места судна по горизонтальному углу и пеленгу на один из ориентиров

При плавании судна вблизи побережья, при визуальной наблюдаемости двух навигационных ориентиров (всего два) способ определения места по визуальным пеленгам может быть неисполним, так как один из этих ориентиров закрыт для наблюдателя, стоящего у пеленгатора.

В этом случае место судна можно определить, если с помощью навигационного секстана измерить горизонтальный угол между этими ориентирами и взяв визуальный пеленг на тот ориентир, который виден наблюдателю, стоящему у пеленгатора, для чего (рис. 15.6):

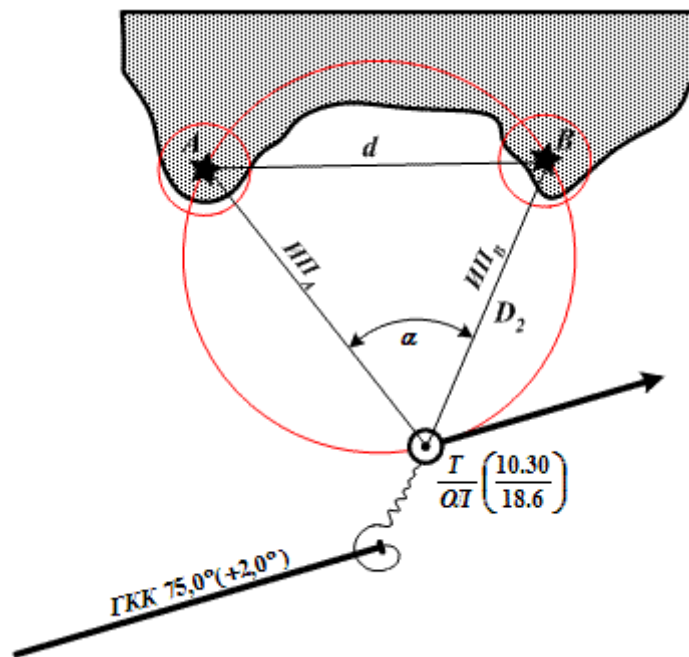


Рис. 15.6. Определение места судна по горизонтальному углу и пеленгу на один из ориентиров

1. → первому наблюдателю измерить навигационным секстаном горизонтальный угол α между ориентирами A и B ;
2. → второму наблюдателю одновременно измерить компасный пеленг на видимый ориентир (ор. A);

3. → заметить время и отсчет лага $\frac{T}{OL}$;
4. → исправить $КП_A$: $ИП_A = КП_A + \Delta ГК$ и угол α : $\alpha = ОС + (i + S)$;
5. → рассчитать значение $ИП$ на другой ориентир (который не виден – ор. B):

$$ИП_B = ИП_A \pm \alpha \quad (15.8)$$

6. (« $+\alpha$ » → ориентир B правее ориентира A ; « $-\alpha$ » → ориентир B левее ориентира A);
7. → на МНК от этих ориентиров проложить значения истинных пеленгов – точка их пересечения и даст нам обсервованное место судна;
8. → на время замера навигационных параметров (α и $ИП$) найти счислимое место судна, оценить полученную невязку, рассчитать радиальную СКП (M_0) обсервованного места, оформить обсервацию на МНК и в судовом журнале

$$M_o = \frac{1}{57,3^\circ \cdot \sin \alpha} \cdot \sqrt{(m_a \cdot D_2)^2 + (m_{II} \cdot d_a)^2} \quad (15.9)$$

10.30	$OL = 18,6$	Ор. $A - 59^\circ 58,5'$ – Ор. $B, i + S = +1,5',$ Ор. $A - 331,0^\circ \Delta GK = -2,0^\circ C = 21^\circ - 0,6$ мили $M_o = 0,3$ мили.
-------	-------------	--

Точность места, полученного этим способом, значительно выше, чем только по визуальным пеленгам.

15.2.2. Определение места судна по горизонтальному углу и расстоянию до одного из ориентиров, рассчитанному по вертикальному углу

Аналогичная, как в п. A ситуация, но нет возможности взять визуальный пеленг ни на один из двух навигационных ориентиров.

В такой ситуации место судна можно определить, если с помощью навигационного секстана измерить горизонтальный угол между этими ориентирами и вертикальный угол одного из ориентиров (с последующим расчетом расстояния до него), для чего (рис. 15.7):

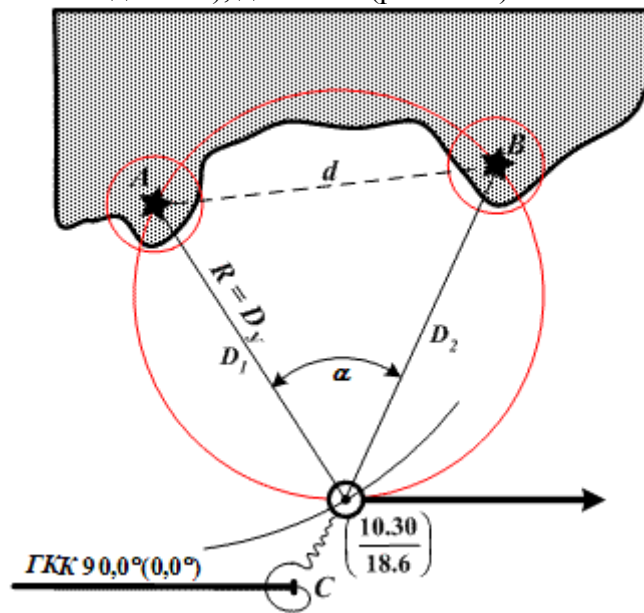


Рис. 15.7. Определение места судна по горизонтальному углу и расстоянию до одного из ориентиров

- измерить вертикальный угол β одного из ориентиров (ор. A): $\beta = OC_1 + (i + S)$;
- измерить (одновременно или почти одновременно с $\angle\beta$) горизонтальный угол между этими двумя ориентирами: $\alpha = OC_2 + (i + S)$;
- заметить \overline{OL} , найти на карте на это время счислимое место судна (т. C);
- рассчитать по вертикальному углу β расстояние до ориентира (A);
- на листе кальки построить $\angle\alpha$;
- на МНК из места ориентира A провести дугу окружности радиусом $R = D_v$ (7,2 мили);
- наложить кальку на МНК и добиться, чтобы стороны угла α проходили через места ориентиров, а вершина его располагалась на проведенной дуге;
- в вершине угла α сделать укол циркулем – это и будет наблюдаемое место судна, полученное данным способом;
- на время замера навигационных параметров (углов α и β) найти счислимое место судна, оценить полученную невязку, рассчитать радиальную СКП (M_o) наблюдаемого места, оформить наблюдения на МНК и в судовом журнале

$$M_o = \frac{1}{\sin \theta} \cdot \sqrt{\left(\frac{m_{\alpha} \cdot D_1 \cdot D_2}{57,3 \cdot d}\right)^2 + m_{Dp}^2}, \text{ МИЛИ} \quad (15.10)$$

10.30	$OL = 18,6$	Ор. $A - 65^{\circ}34,2'$ – Ор. $B, i + S = -1,2'$, Ор. $A OC = 0^{\circ}15,7'$ $h = 56 \text{ м}$ $e = 6 \text{ м}$ $C = 22^{\circ} - 2,0$ мили $M_o = 0,3$ мили.
-------	-------------	--

15.2.3. Определение места судна по разновременным расстояниям до двух и более ориентиров

Этот способ применяется в тех случаях, когда после измерения первого расстояния (D_{P1}) до ориентира A этот (и единственный) ориентир исчез с экрана РЛС, то с появлением на экране РЛС нового ориентира B нужно (рис. 15.8):

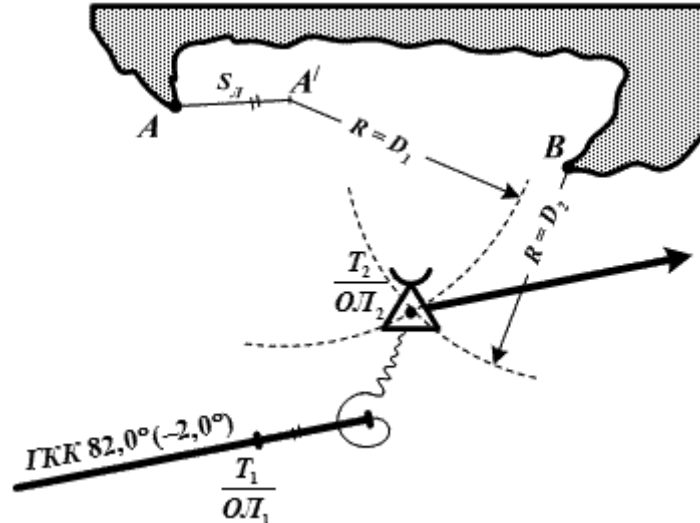


Рис. 15.8. Определение места судна по разновременным расстояниям до двух ориентиров

- измерить расстояние D_{P2} до нового ориентира (ор. B);
- рассчитать исправленные значения расстояний до ориентиров:

$$D_1 = D_{P1} + \Delta D_P, \quad D_2 = D_{P2} + \Delta D_P; \quad (15.11)$$

- рассчитать плавание судна ($S_{Л}$) за время между замерами;
- от места первого ориентира (ор. A) отложить линию ИК(ПУ), а на ней – величину $S_{Л}$ – т. A' ;
- из полученной точки (т. A') провести дугу окружности радиусом $R_1 = D_1$;
- из места второго ориентира (ор. B) провести дугу окружности радиусом $R_2 = D_2$.

Точка пересечения этих дуг и даст нам obserвованное (счислимо-обсервованное – если Δt значительно) место судна, полученное данным способом;

- на время замера D_{P2} нанести на МНК счислимое место судна, оценить невязку, рассчитать радиальную СКП (M_o, M_{CO}) места, оформить его на МНК и в судовом журнале

10.15	$OL = 35,8$	Ор. $A D_p = 5,2$	мили $\Delta D_p = 0$
10.40	$OL = 40,5$	Ор. $B D_p = 4,8$	мили $\Delta D_p = 0$ $C = 11^{\circ} - 2,4$ мили.

Аналогично поступают и при наличии разновременных измеренных расстояний до нескольких ориентиров (более двух).

Все они приводятся к одному (как правило – последнему) времени.

15.2.4. Определение места судна способом исправленное «крийс-расстояние»

Этот способ позволяет найти счислимо-обсервованное место судна, свободное от погрешностей в учете дрейфа и течения и определить величину и направление сноса (рис. 15.9).

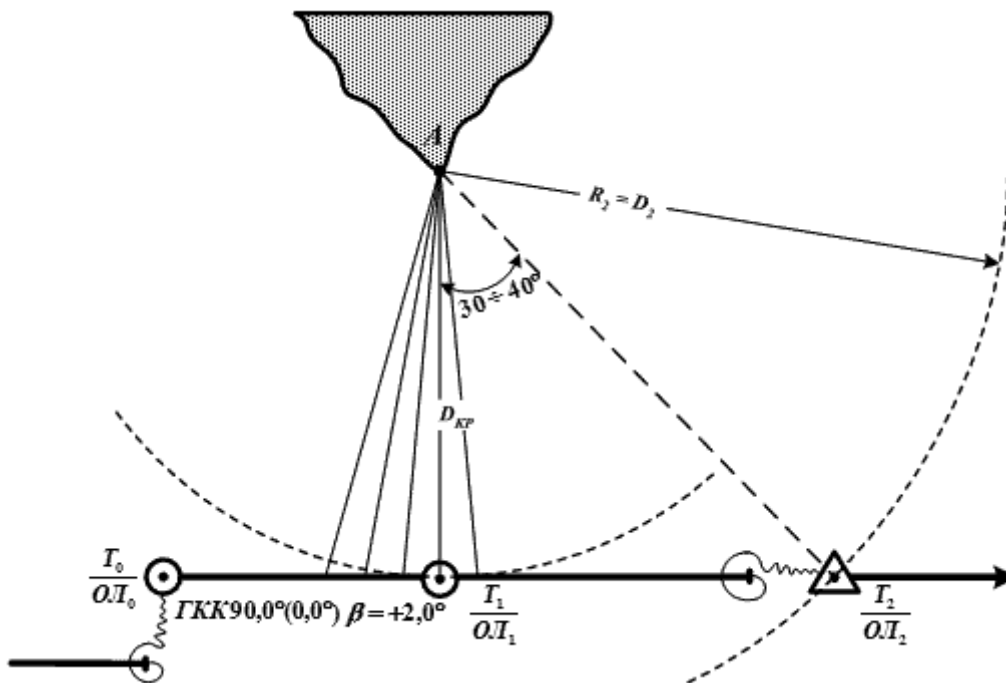


Рис. 15.9. Способ «исправленное круйс-расстояние»

Пусть за **2÷4 часа** до прихода на траверз точечного ориентира (ор. A) в момент $\frac{T_0}{ОЛ_0}$ было определено место судна одним из точных способов.

Если $ИК$ и V судна не меняются, то:

1. → за 10÷15 мин. до подхода к траверзу ориентира начать измерение расстояний до него и продолжать замеры до тех пор, пока расстояния не начнут заметно увеличиваться;
 2. → из полученной серии расстояний выбрать наименьшее $D_{кр}$ и исправить его поправкой ΔD_p – получим кратчайшее расстояние до ориентира $D_{кр}$;
 3. → на МНК из места ориентира (ор. A) проводим дугу окружности радиусом $R = D_{кр}$, а из точки $\frac{T_0}{ОЛ_0}$ (последняя обсервация) проводим к ней касательную, которая и будет линией пути судна ($ПУ$);
 4. → измеряем направление $ПУ$ и рассчитываем:
 - а. · при наличии только ветра – угол дрейфа $\alpha = ПУ - ИК (ГКК + \Delta GK)$;
 - б. · при наличии только течения – угол сноса $\beta = ПУ - ИК (ГКК + \Delta GK)$;
 - с. · при наличии дрейфа и течения – угол сноса $c = \alpha + \beta = ПУ - ИК (ГКК + \Delta GK)$.
 5. → когда направление на ориентир (ор. A) изменится на $30^\circ \div 40^\circ$, еще раз измеряем расстояние до него (D_{P2}), замечаем $\frac{T_2}{ОЛ_2}$, рассчитываем $D_2 = D_{P2} + \Delta D_p$;
 6. → радиусом $R = D_2$ из т. A делаем засечку на линии пути: полученная точка – счислимо-обсервованное место судна;
 7. → на линии $ИК (ПУ)$ находим счислимое место судна, измеряем направление и величину невязки:
 - направление невязки определит направление течения (K_T) – если действовало одно течение; либо направление суммарного сноса ветром и течением;
 - величина невязки в милях позволит рассчитать скорость течения v_T в узлах: $v_T = \frac{c}{t} \cdot t = T_2$
- T_0 – время от последней обсервации $\frac{T_0}{ОЛ_0}$ до момента счислимо-обсервованного места ($\frac{T_2}{ОЛ_2}$).

15.2.5. Определение места при следовании судна по створу

При следовании судна по створу, при условии, что рулевой строго выдерживает заданное направление («лежит на створе»), определение места судна упрощается, так как оно находится уже на одной линии положения – линии створа (рис. 15.10).

Поэтому, достаточно еще одну ЛП ($П$ или D) и место судна будет определено по двум линиям положения.

В таких случаях (плавание по створу) время на получение обсервованного места судна значительно сокращается.

Если для таких районов на МНК нанесена сетка изолиний от ориентиров (A, B, B) – азимутальная (пеленгов) или стадиометрическая (расстояний), то обсервованное место судна получается практически мгновенно.

На рис. 15.10 судно следует курсом $43,0^\circ$, удерживая это направление по створу «Северный».

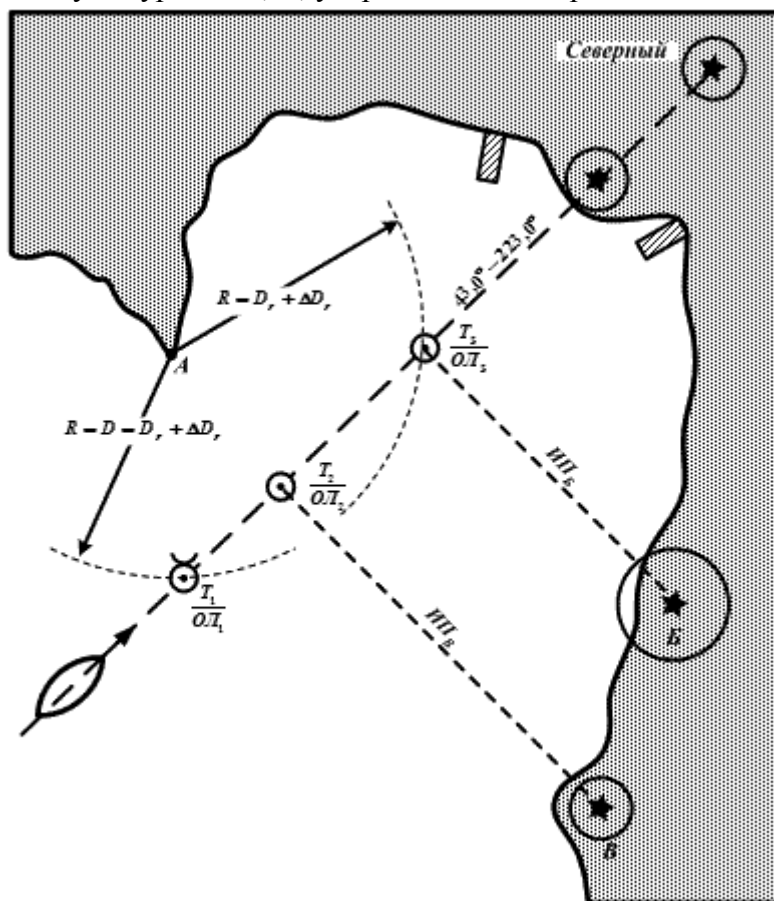


Рис. 15.10. Определение места при следовании судна по створу

$$\frac{T_1}{OЛ_1}$$

В т. $\frac{T_1}{OЛ_1}$, измерив только расстояние до ориентира A , получаем обсервованное место судна по двум линиям положения (линия створа и расстояния до ор. A).

$$\frac{T_2}{OЛ_2}$$

В т. $\frac{T_2}{OЛ_2}$, измерив только пеленг до ориентира B (траверза ориентира), получаем обсервованное место судна по двум линиям положения (линия створа и пеленг на ор. B).

$$\frac{T_3}{OЛ_3}$$

В т. $\frac{T_3}{OЛ_3}$, измерив пеленг до ориентира B и расстояние до ориентира A , получаем обсервованное место судна уже по трем линиям положения (линия створа, пеленг на ор. B и расстояние до ор. A).

15.3. Приближенные способы определения места судна

15.3.1. Уточнение места судна по изобатам

При отсутствии возможности определения места судна визуальными и радионавигационными способами место судна можно уточнить по изобатам при условии их характерного расположения (рис. 15.11).

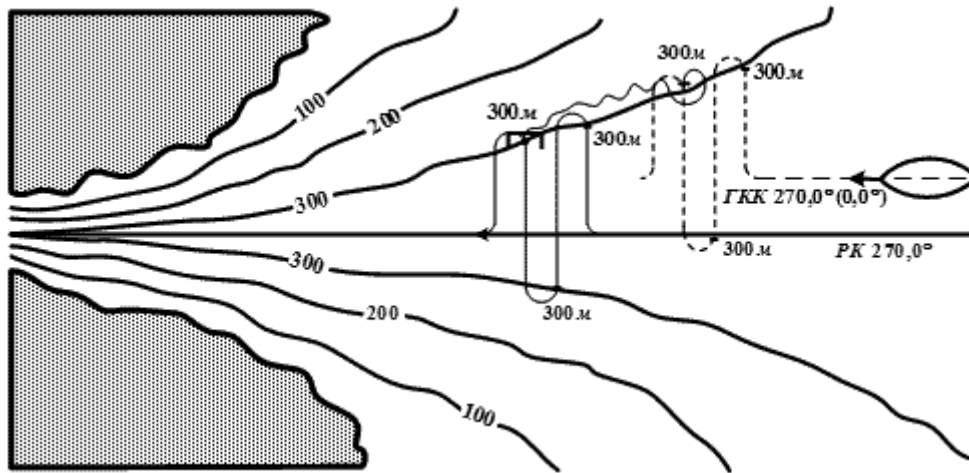


Рис. 15.11. Уточнение места судна по изобатам

Выполнив специальное маневрирование, фиксируя при этом моменты пересечения изобат (300 м), с помощью листа кальки, уточняем место судна (см. рис. 15.11) и уверенно выходим на рекомендованный курс прохода узкости.

При «прямолинейном» расположении изобат можно уточнить место судна или только по широте (рис. 15.12) или только по долготе (рис. 15.13).

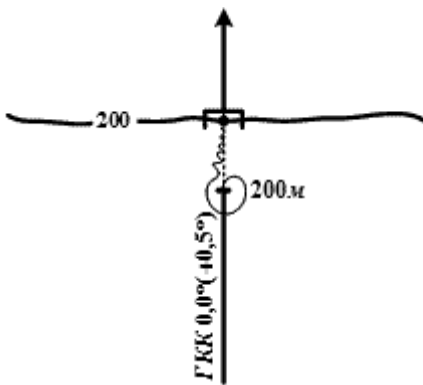


Рис. 15.12. Уточнение по глубинам широты места судна

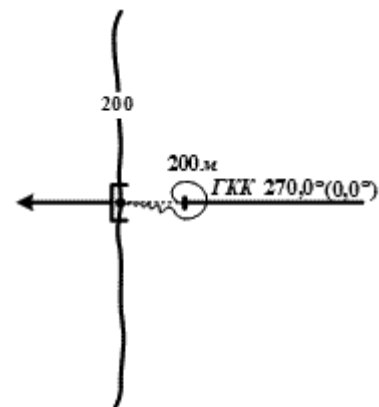


Рис. 15.13. Уточнение по глубинам долготы места судна

15.3.2. Уточнение места судна по линиям положения, параллельным береговой черте с помощью РЛС

Уточнение места по линиям положения, параллельным береговой черте, обычно выполняется на значительных еще удалениях от берега, когда подробности береговой черты на экране РЛС сглажены и сравнительно большие участки побережья имеют прямолинейные очертания, а их направления пересекаются под углом **не менее 30°**.

Для определения места необходимо (рис. 15.14):

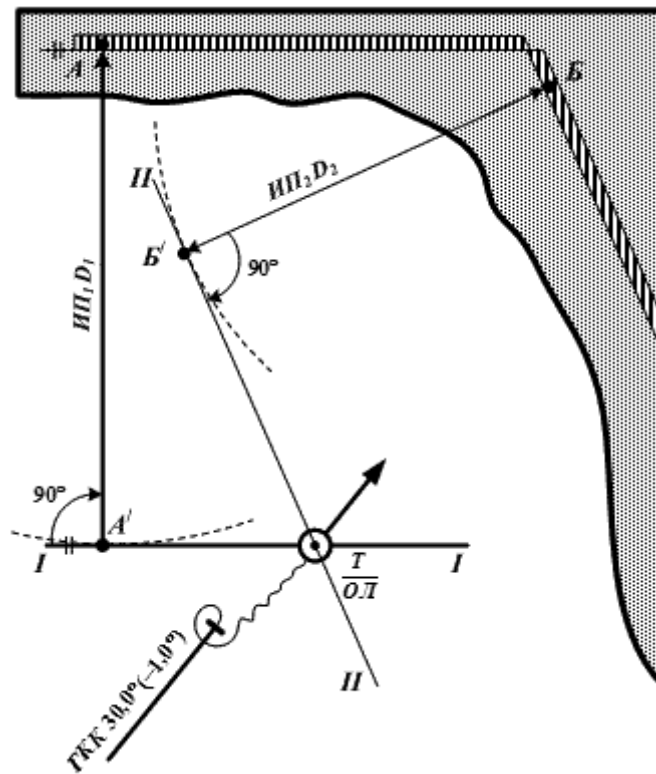


Рис. 15.14. Уточнение места судна по линиям положения, параллельным береговой черте

1. → Измерить расстояния D_{p1} и D_{p2} до ближайших точек прямолинейных участков берега и одновременно измерить $RЛП_1$ и $RЛП_2$ на эти точки, заметить $\overline{ОЛ}$.
2. → На МНК, сообразуясь с дальностью радиолокационной видимости, провести линию (линии) – генеральное направление возвышенного участка береговой черты.
3. → От любой точки этой линии (т. А) по $ИП_1 = RЛП_1 + \DeltaГК$ отложить измеренное расстояние $D_1 = D_{p1} + \Delta D_p$ и через полученную точку (т. А') перпендикулярно $ИП_1$ (параллельно береговой черте) провести линию положения $I-I$.
4. → Произвести аналогичное построение второй линии положения, т.е.: по $ИП_2 = RЛП_2 + \DeltaГК$ отложить $D_2 = D_{p2} + \Delta D_p^{(*)}$.

В точке пересечения этих линий положения и будет находиться «уточненное» этим способом место судна, но к нему следует относиться критически и, при дальнейшем плавании судна в сторону берега при первой возможности определить место судна более точным и надежным способом.

(*) Линии положения ($I-I$ и $II-II$) проводить параллельно генеральному направлению возвышенного участка береговой черты.

15.3.3. Уточнение места судна по моменту открытия маяка и пеленгу на него

Этот способ уточнения места обычно применяется при подходе судна с моря к побережью при условии наличия на побережье маяка с большой дальностью видимости огня.

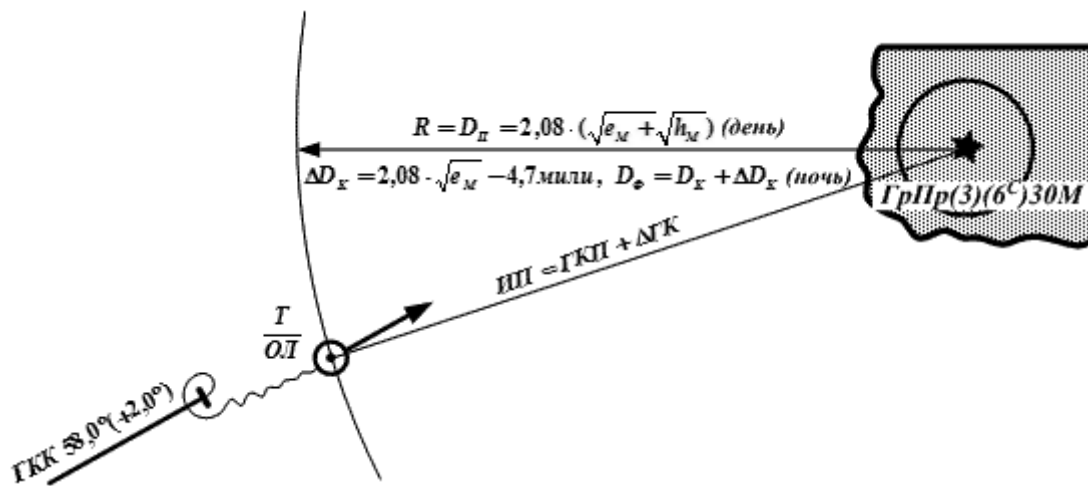


Рис. 15.15. Уточнение места судна по моменту открытия маяка и пеленгу на него

Для уточнения места судна данным способом необходимо (рис. 15.15):

1. → Рассчитать дальность открытия маяка: – или по его высоте над уровнем моря (h_M) – днем:

$$D_{II} = 2,08 \cdot (\sqrt{e_M} + \sqrt{h_M}), (\text{мили}) \quad (15.12)$$

2. или по его дальности (D_K), показанной на карте (30 миль) – ночью:

$$\left. \begin{aligned} D_{\Phi} &= D_K + \Delta D_K \\ \Delta D_K &= 2,08 \cdot \sqrt{e_M} - 4,7 \text{ мили} \end{aligned} \right\} \quad (15.13)$$

3. e_M – высота глаза наблюдателя над уровнем моря (метры).

4. → От места маяка радиусом $R = D_{II} (D_{\Phi})$ провести дугу окружности в сторону подхода судна.
5. → С подходом судна (по счислению) к этой дуге находиться у пеленгатора и ждать появления на горизонте маяка днем (или его огня – ночью).
6. → В момент появления маяка (или его огня) – взять пеленг (ГКП), заметить $\frac{Г}{ОЛ}$.
7. → Рассчитать $ИП = ГКП + \Delta GK$ и проложить его на МНК от маяка.

Точка пересечения $ИП$ с дугой окружности $R = D_{II} (D_{\Phi})$ и будет уточненным этим способом местом судна.

Примечание:

Способ возможен в условиях хорошей видимости.

Предупреждение:

Не примите ошибочно за огонь маяка – огонь посторонний, а сам маяк – за другое сооружение.

Выводы

1. Место судна должно определяться наиболее точным и надежным способом, возможным в данном районе.
2. Судоводитель обязан определять место судна всеми возможными способами, и не должен применять только один, даже более точный и надежный.
3. В районах с подробным промером глубин и нанесенными на МНК изобатами возможно определение места судна по глубинам, измеренным эхолотом.
4. Определение места судна комбинированными способами иногда дает более высокую точность, чем место, полученное одним из основных способов.
5. При невозможности получить в данном районе полноценную обсервацию судоводитель обязан уточнять место судна всеми возможными способами.

ГЛАВА 16. НАВИГАЦИОННЫЕ РУКОВОДСТВА И ПОСОБИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОРЕПЛАВАНИЯ

16.1. Общие сведения. Назначение и классификация

Морские навигационные руководства и пособия представляют собой издания ГУНиО МО и других ведомств, содержащие навигационно-гидрографическую, гидрометеорологическую и гидробиологическую информацию для мореплавателей, правила и рекомендации по обеспечению безопасности плавания, международно-правовые и другие сведения, необходимые для решения (совместно с морскими картами) задач мореплавания, использования природных ресурсов и специальных задач.

Сведения, публикуемые в них, не должны противоречить морским картам, а взаимно дополнять друг друга и составлять единое целое и должны всегда использоваться совместно.

Навигационные руководства и пособия содержат текстовые описания и сведения, приведенные в виде таблиц, о характере и величине различных элементов, недостаточно изображенных на морской карте.

Их можно разбить на две группы:

1 группа → **морские навигационные руководства и пособия** для обеспечения общего плавания;

2 группа → **промысловые (навигационные) морские руководства и пособия** для обеспечения планирования и использования природных ресурсов, в содержание которых входит гидробиологическая информация:

- a. → руководства по поиску объектов добычи;
- b. → наставления по промысловому судовождению;
- c. → справочники и определители видов морских животных, рыб и растений;
- d. → наставления по сбору материалов для промысловых карт.

Морские навигационные руководства и пособия для обеспечения общего мореплавания предназначены для обеспечения решения общих задач мореплавания и делятся на 2 подгруппы:

1. морские навигационные руководства;
2. морские навигационные пособия.

16.1.1. Морские навигационные руководства

Морские навигационные руководства (МНР) представляют собой официальные издания для мореплавателей, в содержание которых входят правила, наставления, указания либо рекомендации навигационного и правового характера, невыполнение которых возлагает на мореплавателя ответственность за возможные последствия.

К основным МНР относят:

1. → **лоции** – служащие для получения навигационно-гидрографической и гидрометеорологической информации по району плавания;
2. → **огни и знаки** – служащие для получения сведений о навигационном оборудовании района плавания;
3. → **РТСНО** – служащие для выбора сведений о спутниковых навигационных системах, радиомаяках, радионавигационных системах, радиопеленгаторных станциях, радиолокационных маяках и др.;
4. → **расписания передач навигационных и гидрометеорологических сообщений для мореплавателей** – служащие для получения информации о радиостанциях передающих указанные сведения;
5. → **расписание факсимильных гидрометеорологических передач** – включаются в состав судовой коллекции при наличии на борту судна приемной факсимильной аппаратуры;
6. → **правила плавания** – дают описания и правила плавания по каналам, фарватерам и ВВП;
7. → **описания маршрутов** – которые дают описания маршрутов следования судов в некоторые основные районы лова рыбы;

8. → **каталоги карт и книг** – которые дают перечень карт и руководств для плавания, предназначенных для обеспечения общего мореплавания;
9. → **гидрометеорологические атласы и таблицы** – которые включают в себя атласы течений, атласы климатических данных и гидрометеорологических условий плавания, таблицы приливов и течений.

16.1.2. Морские навигационные пособия

Морские навигационные пособия (МНП) представляют собой официальные издания для мореплавателей, содержащие навигационно-гидрографические, гидрометеорологические, геодезические, астрономические и различного рода справочные данные, предназначенные для использования при решении задач судовождения.

К МНП относят:

- Океанские пути Мира;
- МПССС-72;
- МСС-65;
- Общие правила морских торговых и рыбных портов государств;
- Обязательные постановления по морским портам;
- Описание особенностей судовых огней военных кораблей и сигналов, подаваемых кораблями для обеспечения безопасности плавания;
- Сборник Международных соглашений и законодательных актов по вопросам мореплавания;
- Таблицы ширины территориальных вод и специальных зон зарубежных государств;
- Условные знаки для морских карт и карт внутренних водных путей;
- Общие положения об установлении путей движения судов;
- Правила совместного плавания и промысла судов флота рыбного промысла;
- Наставления гидрометеорологическим станциям и постам (вып. 9 ч. III);
- Астрономические таблицы и пособия (МАЕ, ВАС-58, ТВА-57, МТ-75 и пр.) и другие издания ГУНиО МО, ГС и Гидрометеоиздата, перечень которых определяет служба мореплавания для каждого типа судна, в зависимости от района его плавания и поставленных перед судном задач.

16.2. Лоции и дополнения к ним

А). Лоция (гол. «loodsen» – вести корабль), навигационное руководство по кораблевождению (судовождению), являющееся официальным документом, в котором излагаются: физико-географические и другие условия в описываемом море (части океана); особенности выбора маршрута и способов обсерваций в различных районах плавания; меры безопасности, которые необходимо предпринять в зависимости от района и условий плавания; положения, правила, обязательные постановления по режиму плавания в территориальных и внутренних водах, а также правила входа в порты и стоянки в них; данные справочного характера, необходимые для плавания в описываемом районе (организация лоцманской службы, портовые средства, ремонтные возможности, снабжение и др.). («Военно-морской словарь», М., Воениздат, 1990).

Лоции предназначены для обеспечения мореплавателей информацией об условиях плавания в описываемом районе, которая в сочетании с данными карты и других руководств для плавания, позволяет производить опознание на местности того или иного географического объекта и назначать безопасный курс судна.

Подробные сведения о том, какие лоции и какого года издания обслуживают в данное время мореплавателей, помещают в «**Каталог карт и книг**», а о выходе новых лоций или дополнений к ним объявляют в ИМ.

Границы отдельных лоций устанавливаются по частям океанов, морям и районам морей в соответствии с физико-географическими особенностями водных бассейнов и с учетом удобства пользования ею.

Лоция может делиться на части, а части – на выпуски.

Каждая лоция снабжена схемой, на которой показаны описываемый в лоции район, границы лоции и названия смежных лоций, названия географических пунктов, определяющих границы лоции и пр.

В некоторых лоциях вместо схемы района помещают сборный лист карт, предназначенный для подбора морских навигационных карт и наглядного представления о границах описываемого в лоции района.

Каждая лоция составляется по типовой схеме и содержит:

1. Вводные документы, которые включают:

- **обложку** – лоция каждого моря имеет определенный цвет обложки;
- **лист для учета корректуры;**
- **титульный лист** с подробным заголовком;
- **важные предупреждения:** о наличии районов с особым режимом плавания и перечень документов, которыми необходимо пользоваться при плавании в этих районах;
- **циркулярное указание** начальника ГУНиО МО с обращением внимания мореплавателей на необходимость поддержания лоции на уровне современности, изучения инструкций, правил и законов о режиме плавания, предупреждает, что пренебрежение указаниями и рекомендациями лоции при выборе курсов для плавания мореплаватель может делать только на свой риск;
- **обращение к мореплавателям** от имени ГУНиО МО, содержащее перечень основных вопросов, наблюдение за состоянием которых со стороны мореплавателей и сообщение ими в адрес Гидрографии о всяких замеченных расхождениях исключительно важно для дальнейшего улучшения официальных пособий для плавания;
- **общие замечания** данными справочного характера по содержанию лоции (единицы измерения глубин, расстояний, высот, скорости течений; системы показа направлений створов и границ секторов огней; порядок обозначения курсов, пеленгов и др.);
- **оглавление**, в котором указаны страницы основных разделов книги;
- **схему района** (или сборный лист карт).

2. Общий обзор лоции имеет целью дать общую характеристику описываемого района в навигационно-географическом и гидрометеорологическом отношениях, а при рассмотрении иностранных вод, кроме того, ознакомить мореплавателя с правилами, определяющими режим плавания в данном районе.

Общий обзор содержит:

- a. → навигационно-географический очерк;
- b. → гидрометеорологический очерк;
- c. → правила плавания (только в иностранных водах).

a) · Навигационно-географический очерк содержит краткую навигационно-географическую характеристику района, представляет мореплавателю необходимые исходные данные, позволяющие оценить район в отношении условий плавания, свободы выбора курсов и надежности определения места, а также сведения, характеризующие условия входа и стоянки судов в портах, возможности укрытия от штормов, характер и порядок обеспечения плавания и стоянки судов различными службами и средствами.

Эта информация размещается в строго установленном порядке и под следующими заголовками:

- берега, проливы и острова;
- рельеф дна и грунт;
- глубины;
- земной магнетизм;
- особые физико-географические явления;
- СНО;
- режим плавания;
- порты и якорные места;
- ремонт и снабжение;
- лоцманская служба;
- спасательная служба;
- навигационная информация (служба);
- сообщение и связь;

- система счета времени;
- нерабочие дни (и праздничные);
- население и населенные пункты.

б) · Гидрометеорологический очерк знакомит мореплавателя с гидрометеорологическими условиями описываемого района, обращает внимание на опасные для судовождения гидрометеорологические явления на море с указанием района, времени и вероятности таких явлений, как штормы, густые туманы, сильные течения, тайфуны, смерчи и т.п.

В очерке даны возможности навигационной ориентировки по гидрологическим и гидробиологическим признакам (смена течений, резкое изменение температуры воды, изменение прозрачности и цвета воды и др.).

Дает исходные данные для выбора наиболее благоприятных в гидрометеорологическом отношении путей и периодов года для плавания.

Температура и влажность, ветры, туманы, видимость, радиолокационная наблюдаемость, облачность и осадки, особые метеорологические явления – *метеорологическая характеристика*. Приливы, течения, волнение, температура, соленость, плотность, прозрачность и цвет воды, гидробиологические сведения – *гидрологическая характеристика*.

Метеорологические таблицы.

в) · Правила плавания содержат извлечения из законов, правил и инструкций, действующих в пределах данного государства, а также лоцманские правила и сигналы, сигналы о погоде, ожидаемых штормах, таможенные правила, правила санитарно-карантинной службы и т.п. (Портовые правила даются в лоции при их описании).

3. Навигационное описание лоции состоит из отдельных одинаково скомпонованных глав и главений для плавания по генеральным курсам.

Главы навигационного описания **содержат описания берегов**, приметных пунктов, прилегающих к берегам водных пространств с указанием глубин, грунтов и **опасностей** (банок, рифов, скал, отмелей и т.п.), портов, гаваней и якорных мест, сведения о наличии СНО, о населенных пунктах.

Здесь же дается гидрометеорологическая характеристика отдельных районов и объектов (ветры, туманы, приливы, течения, льды) с указанием элементов, влияющих на безопасность плавания, а также сведения о местных признаках изменения погоды, о геофизических явлениях, имеющих значение для судовождения.

Каждая глава навигационного описания охватывает отдельный район в географической последовательности.

В начале каждой главы даны номера морских навигационных карт, охватывающих описываемый этой главой район.

Описание любого объекта составлено по схеме: 1) · положение; 2) · общая характеристика; 3) · описание отдельных деталей; 4) · указания для плавания.

При описании участка берега дается вид этого берега с моря, характеристика условий ориентирования и эффективности использования РЛС для контроля за местом судна, перечисляются наиболее характерные приметные пункты, которые судоводитель может использовать для определения места визуально или с помощью РЛС (горы, мысы, острова, высокие скалы, трубы заводов, отдельные здания и пр.), приводятся сведения о наличии якорных мест и мест, где суда могут укрыться от шторма, а также о наличии около берега островов и опасностей; дается оценка влияния гидрометеорологических элементов на условия плавания и точность счисления.

При описании опасностей указываются признаки, по которым можно определить положение опасностей (осыхание, буруны, водоросли, цвет воды), а также ограждающие створы и пеленги.

При описании бухты перечисляются объекты, по которым можно опознать вход в нее, указывается характер берегов; перечисляются опасности, имеющиеся на подходах и в самой бухте; дается характеристика защищенности от ветров и волнения и возможность использования стоянки судов на якоре.

При описании фарватеров приводятся сведения о его назначении и протяженности, об ориентирах, которые его ограничивают, о глубинах и доступности; дается краткая характеристика условий ориентирования и эффективности использования РЛС для контроля за местом судна;

указываются характерные приметные пункты и радиолокационные ориентиры; приводятся правила плавания и сигналы; даются сведения о лоцманской проводке.

Подобная же информация дается при описании установленных путей движения судов.

При описании рек, доступных для плавания морских судов, а также фарватеров приводятся сведения об его изменчивости, указываются данные о сезонных колебаниях уровня воды в реке по участкам, перечисляются порты, гавани и якорные места.

При описании порта приводятся сведения о вместимости и доступности гаваней и рейдов, о их защищенности; даются границы порта, характеристика гидрометеорологических элементов, влияющих на условия входа и стоянки в порту и выхода из него; подробно описываются все СНО; приводятся сведения о лоцманской проводке, порядке вызова лоцманов и их оплаты; указывается на возможность ремонта и пополнения судовых запасов; приводятся сведения о таможенных и карантинных службах, о получении навигационной информации, о сигналах применяемых в порту и сигнальных станциях; помещаются данные о спасательной службе, ввозе и вывозе, сообщении и связи.

Описание якорных мест. Под якорным местом понимается место в бухте, в порту, на рейде, в гавани и т.д., используемое для якорной стоянки. Здесь указывается его местоположение, размеры, защищенность от ветров и волнения, глубины и грунт, держащие свойства грунта, наличие швартовых бочек, а также различные рекомендации, обеспечивающие безопасность при постановке на якорь и во время стоянки на якоре.

При описании районов с особым режимом плавания указывается их положение без описания границ, приводятся сведения о режиме плавания, сигналах и другие данные, отсутствующие на морской навигационной карте.

Наставления для плавания приводятся в каждой главе навигационного описания сразу после описания объекта и даются в повелительной форме. В них отмечаются: особенности плавания в условиях пониженной видимости с использованием РТСНО и РЛО (как их выбирать, какой способ применять для контроля за местом на различных участках пути и пр.).

Наставления для плавания составляют на основании проверенных на местности материалов. При отсутствии таких полных и достоверных сведений в лоции приводят не наставления, а **указания** для плавания.

Наставления для плавания по генеральным курсам приводят в лоции только в тех случаях, когда есть материалы, на основе которых возможно рекомендовать мореплавателям наиболее безопасные и выгодные пути для плавания или когда в этом районе действует система установленных путей движения судов (СУПДС).

Эти наставления помещают сразу после навигационного описания. Это описание общих навигационных условий района с курсами, рекомендованными для плавания между основными портами, путями, ведущими в данный район, а также транзитными путями, проходящими через него.

При описании каждого пути дают его заголовок (начальный и конечный пункты пути), длину, общее описание (курсы и их протяженность), удаление пути от наиболее выступающих в море мысов, островов и опасностей; приметные пункты (включая СНО), особенности рельефа дна, которые можно использовать для определения места судна; влияние течений, ветров и места укрытия от шторма. Здесь же отмечают особенности плавания в условиях пониженной видимости с использованием РТСНО и РЛО, а также указания для плавания во льдах и среди рифов.

4. Справочный отдел лоции включает в себя сведения об основных пунктах и якорных местах, о доках и эллингах; таблицы расстояний (от главнейших отечественных портов до некоторых пунктов описываемого района и между основными пунктами этого района); краткий словарь местных морских терминов; сведения о ширине территориальных вод и ряд других сведений справочного характера.

5. Алфавитный указатель названий географических объектов, описанных в лоции. В лоциях, охватывающих район иностранных вод, помещают 2 таких указателя: – один в русской, другой в латинской транскрипциях.

Лоция иллюстрируется зарисовками и фотографиями приметных пунктов, входов в заливы, бухты, порты, а также схематическими планами пунктов, портов и гаваней.

Б) Дополнения к лоциям.

Срок службы лоции 6–10 лет. В промежутки между этими сроками выпускают дополнения к лоциям. Их издают периодически по мере накопления корректурного материала. К одной лоции может быть издано несколько дополнений и тогда им присваивается порядковый номер.

Дополнения содержат сведения об изменениях в навигационной обстановке после издания лоции.

В каждое последующее дополнение включают все не утратившие силу сведения предыдущего дополнения.

Здесь же указывают номер и дату последнего из учтенных ИМ и сводной корректуры.

Лоция без последнего, выпущенного к ней дополнения, считается недействительной.

В) Экспериментальные варианты лоций.

В настоящее время идет поиск наиболее оптимальной структуры вновь издаваемых лоций. В них описание портов выделено в отдельную брошюру, вклеиваемую в специальный карман, что упрощает ее оперативное **переиздание**.

Сведения, дублирующие морскую навигационную карту, и другие руководства и пособия для плавания из текста исключаются.

Рекомендации для захода в порты и для прохода узкостей даются в графическом виде с текстовым пояснением.

Приведены фотографии участков побережья и островов на экране навигационной РЛС и пр.

Но эти варианты лоций еще далеки до совершенства и пока не могут полностью заменить собой привычные для нас лоции.

16.3. Руководства «Огни и знаки» («Огни»)

Руководства «Огни и знаки» составляют на отечественные воды и содержат сведения о всех штатных СНО, за исключением вех (описания буюв и вех – в лоции).

Сведения о нештатных СНО приводятся в лоциях и в ИМ.

На иностранные воды составляют руководства с названием «Огни», содержащие сведения только о светящихся СНО, за исключением буюв и вех (данные о светящихся буювах полностью приводятся на морских навигационных картах).

Каждое руководство «Огни и знаки» («Огни») охватывает определенный водный бассейн или страну.

Все СНО описываются в общей географической последовательности.

Руководства «Огни и знаки» («Огни») составляют по единой схеме:

А. Вводные документы.

Б. Описание СНО.

В. Алфавитный указатель СНО.

Г. Перечень звуко сигнальных средств.

А. Вводные документы.

Вводные документы каждого руководства включают: → обложку; → обращение к мореплавателям; → таблицу «Характер огней СНО»; → перечень условных обозначений; → лист учета корректуры; → титульный лист; → содержание; → схему района; → общие замечания; → таблицу дальности видимого горизонта; → номограммы дальности видимости предметов и оптической дальности видимости огней.

Б. Описание СНО – приводится только для тех стран, СНО которых описываются в данном руководстве.

Это основной раздел руководства. Он приводится в виде таблиц, в которых помещаются развернутые характеристики указанных СНО. Над каждой таблицей помещается название района.

В таблице по каждому объекту СНО дают (см. табл. 16.1):

1. → порядковый номер в руководстве;
2. → международный номер для руководства на иностранные воды;
3. → название;
4. → положение на местности и его координаты;
5. → годы учреждения и модернизации;

6. → цвет и характер огня;
7. → силу света;
8. → дальность видимости огня;
9. → описание вида сооружения СНО с указанием его высоты от основания и высоты огня над уровнем моря;
10. → дополнительные сведения.

Все данные о СНО приводят в соответствующих графах таблицы.

Номера, присвоенные СНО, проставляют в порядке возрастания с № 1, но через определенные интервалы (с учетом перспектив развития СНО).

Названия СНО указывают собственные, а при их отсутствии – названия, определяющие положение СНО на местности.

СНО, относящиеся к одному объекту, объединяют общим **«боковым»** заголовком.

Знаки створных СНО отмечают словами: **«Передний»**, **«Задний»** и объединяют их фигурной скобкой.

Если какая-либо страна установила характеристику огня, отличную от принятых в условных обозначениях, то это оговаривается в общих замечаниях к описанию огней.

Сила света огней приводится в международных **«свечах»**, а дальность их видимости – в **«милях»**.

Если огонь имеет один цвет, то сила света и дальность видимости даются без указания цвета; если их несколько – для каждого цвета.

Если СНО имеет различные по силе света секторы одного и того же цвета, то силу света и дальность видимости показывают для каждого сектора.

Звукосигнальные установки, расположенные отдельно от визуального СНО, описывают самостоятельно под своим номером в развернутом виде и в соответствии с принятыми сокращениями.

Изображения некоторых СНО помещают на свободном листе таблиц, в одной из граф, по возможности ближе к описанию данного СНО.

Изображение буев помещают только в тех случаях, когда они не типовые.

Описания отечественных плавучих предупредительных знаков в этом руководстве не приводятся.

В. Алфавитный указатель огней и знаков (огней) дается на русском языке и служит для удобства нахождения объектов, описанных в данном руководстве. В такой указатель вносят все СНО за исключением объектов, не имеющих названия.

Г. Перечень звукосигнальных средств составляется также в алфавитном порядке названий СНО с соблюдением всех требований, предъявляемых к алфавитному указателю огней и знаков.

Для получения сведений о маяке, знаке, буре и т.д. по его названию в алфавитном указателе находят присвоенный СНО порядковый номер, по которому в основном разделе руководства устанавливают все необходимые сведения о нем.

Используя полученные из руководства сведения о маяке, знаке и др. **следует помнить, что:**

1. → на практике с больших расстояний и во время пасмурной погоды продолжительность проблесков огня может показаться короче;
2. → границы секторов огней не резко очерчены (полагаться на них нельзя и следует брать пеленги);
3. → оптическая дальность видимости может изменяться в значительных пределах в зависимости от прозрачности атмосферы (огни, установленные на большой высоте могут быть затемнены облаками);
4. → нельзя полагаться на точность положения плавучих СНО;
5. → автоматическая аппаратура может выйти из строя, что может привести либо к прекращению действия огня, либо к изменению его характеристики;
6. → звукосигнальные средства начинают действовать при появлении тумана и понижении видимости в районе маяка; дальность их слышимости в значительной степени зависит от направления и скорости ветра, однородности среды и других причин;
7. → дальность видимости световых отражателей зависит от мощности судового прожектора.

№ п/п	Название и положение широта <i>N</i> и долгота <i>E</i> Год(ы) учреждения и модернизации	Цвет, характер и дальность видимости огня	Описание маяка, знака, буя		Секторы освещения, направления створов, звукооповещательные средства РТСНО, дополнительные сведения
			Высота сооружения от основания, <i>м</i>	Высота огня, знака от уровня моря, <i>м</i>	
1	2	3	4	5	6
1	Змеиный На острове Змеиный 45°15' 30°12' 1856, 1952	Бл Пр (4,5с) пр. 1,5 темн. 3,0 17 М	Белая каменная башня у дома 18 (+фото)	шестигранная 54	РМ ^к Резервный Бл. Гр Пр (3) (15с) пр. 1,5 темн. 3,0 –"– 1,5 –"– 3,0 –"– 1,5 –"– 3,0

16.4. Руководство «РТСНО»

Руководство «РТСНО» издания ГУНиО МО составляют **на отечественные и иностранные воды**. Оно («РТСНО») содержит сведения о всех РНС РНС, морских РМКАХ и прибрежных Аэро РМКАХ, радиопеленгаторных станциях, радиолокационных маяках и других РТСНО, используемых для целей морской навигации.

Каждому РТСНО в руководстве присвоен порядковый номер, а последовательность их описания совпадает с генеральным направлением описания бассейнов и побережья, установленным для лоций.

Сами руководства составляются по типовой схеме:

А. Вводные документы.

Их номенклатура и назначение в основном аналогичны документам, входящим в руководство «Огни и знаки». (Лист для учета корректуры, обращение к мореплавателям, оглавление, схема района, перечень условных обозначений и сокращений, общие замечания).

Б. Отдел I. Спутниковые навигационные системы ГЛОНАСС (Россия) и GPS (НАВСТАР, США).

В этом отделе приведены общие сведения о СНС (что они собой представляют, для чего предназначены, из чего состоят и что в себя включают); принцип работы СНС; краткие технические данные систем; принцип работы и краткие технические данные контрольно-корректирующих станций дифференциальной глобальной системы определения места (DGPS) – название ККС и ее координаты, частота передачи поправок, дальность действия.

В. Отдел II. Наземные радионавигационные системы (РНС).

В этом отделе описаны принципы работы наземных РНС, приведены краткие технические данные этих РНС и сводные таблицы станций, описываемых РНС, их названия, условные обозначения частотных параметров и т.п. Обязательно помещается схема расположения станций, границы которой указываются в сборном листе входных документов.

Г. Отдел III. Морские радиомаяки и аэрорадиомаяки.

В этом отделе дается описание каждого радиомаяка.

При описании РМК^{ОВ} приводятся следующие данные (см. табл. 16.2):

1. → порядковый номер РМК^А и его название;
2. → номенклатурный термин, координаты;
3. → опознавательный сигнал, частота, класс излучения;
4. → дальность действия, сектор надежного пеленгования, его номер в группе;
5. → дополнительные сведения.

Таблица 16.2

№	Название, номенклатурный термин, координаты	Опознавательный сигнал, частота, класс излучения	Дальность и сектор действия, время работы	Дополнительные сведения
...
1610 (1299)	Воронцовский (Vorontsovskiy) РМК ^К 46°29,8'N, 30°45,7'E	ВР 309,5 АИА	150 миль 360° Ш	ВР (4р) 20° тире 25° ВР (2р) 10° Пауза ... 305° Период ... 360°
...
1620 (1303)	Тарханкутский (Tarkhankutskiy) РМК ^К , РМК ^К (дев.) 45°20,8'N, 32°29,7'E	ТР 309,5 АИА	150 миль 360° V	ТР (4р) 20° тире 25° ТР (2р) 10° Пауза ... 305° Период ... 360°
				В группе, см. № 1625

В конце описания РМК^А, работающего первым в группе, перечисляются все РМК^И этой группы в порядке очередности их работы, с указанием их номера по описанию, опознавательного сигнала и минут работы каждого часа.

Аэро РМК^И помещаются в описании в тех случаях, когда плавание судов в данном районе недостаточно обеспечено морскими РМК^{АМИ}, то есть когда отсутствует возможность определения места судна по двум и более морским РМК^{АМ}.

В конце описания дается:

1. Алфавитный указатель названий морских радиомаяков и аэрорадиомаяков с их номерами;
2. Таблица соответствия международных и отечественных номеров морских РМ-ков и Аэро РМ-ков.

Д. Отдел IV. Радиостанции, работающие по запросу для пеленгования (см. табл. 16.3).

В этом отделе приводятся радиостанции, несущие службу *QTG (ЩТТ)*. Они имеют строго фиксированное положение и нанесены на морские навигационные карты. Работают по запросу и за плату.

Радиостанции, работающие по запросу для пеленгования (см. Адм. № 3001 с. 158)

Таблица 16.3

№	Название, номенклатурный термин, координаты	Позывной сигнал	Плата за обслуживание	Дополнительные сведения
1	2	3	4	5

... ..

Гвинея

3170 Конакри (Conakry). Р (тр)
(1655) 9°31'N, 13°43'W

ЗЫЦ

—

—

Е. Отдел V. Радиопеленгаторные станции (РПС).

Этот отдел (табл. 16.4) помещает данные о РПС – их номер, название, позывные, координаты (φ , λ) приемника и передатчика, режим работы, надежный сектор пеленгования, условия пеленгования и стоимость обслуживания.

А. → дежурная частота (на ней осуществляется вызов РПС).

В. → частота, на которой должна работать судовая радиостанция во время пеленгования.

С. → частота передачи результатов радиопеленгования.

Радиопеленги, сообщаемые РПС исправлены всеми поправками, кроме ортодромической (ψ). Эти пеленги должны прокладываться от точки РПС.

Сведения о порядке пользования РПС и специальных правилах различных стран, которым они принадлежат, приводятся перед описанием РПС.

Радиопеленгаторные станции
Из РТСНО Северного Ледовитого и Атлантического океанов (см. Адм. № 3001 с. 179)

Таблица 16.4

№	Название, номенклатурный термин, координаты	Позывной сигнал, частота, класс излучения	Дальность и сектор действия, время работы	Дополнительные сведения
1	2	3	4	5
...
		<u>Болгария</u>		
855 (1282)	Галата (Galata). УКВ РПС 43°10'N 27°57'E	DG 297,5 A2A	По запросу	ГС Варна На схеме не нанесена

Ж. Отдел VI. Радиолокационные маяки-ответчики.

Этот отдел содержит описание РЛМ^{КОВ} (отв.), находящихся в районе. Эти маяки излучают электромагнитные импульсы в диапазоне частот судовых РЛС (3 см или 10 см). Их 2 типа:

1. → непрерывно излучающие электромагнитные импульсы – «Рамарк»;
2. → излучающие электромагнитные импульсы только после облучения его судовой РЛС – «Ракон».

Сигнал от РЛМ^{КА} типа «Рамарк» имеет на экране РЛС вид пунктира от центра экрана по направлению на РЛМ^К.

РЛМ^К (РМО) имеет 2 режима работы:

1. → режим ожидания (автоматическая приемная вахта);
2. → режим излучения (излучение собственных импульсов).

Импульсы такого РМО создают на ИКО судовых РЛС характерные изображения, позволяющие уверенно определить место судна.

Описание РЛМ-ков включает следующие данные (табл. 16.5) по каждому маяку: порядковый номер; → название и тип РМО; → положение на местности и φ, λ ; → частота; → дальность действия; → период; → сектор действия; → время работы; → дополнительные данные.

Радиолокационные маяки-ответчики (Адм. № 3001 с. 258)

Таблица 16.5

№	Название, номенклатурный термин, координаты	Позывной сигнал, (его длина на экране РЛС, период наблюдения)	Дальность и сектор действия, время работы	Дополнительные сведения
1	2	3	4	5
...
		<u>Украина</u>		
67350 (70990)	Тендровский (Tendrovskiy). РЛМ ^К (отв.) 46°19'N, 31°31'E	ТД (1,75 мили) 30°	20 миль 360°	При маяке Тендровский

3. Приложения.

Здесь обычно приводят:

1. → схемы расположения РТСНО по отдельным районам;
2. → таблицу ортодромических поправок (ψ);
3. → таблицу предельных расстояний (в милях), при которых можно производить прокладку РП без учета ψ ;
4. → таблицу для определения расстояния (в милях) по времени прохождения звука в воде и в воздухе;
5. → таблицу с «Азбукой Морзе».

Срок службы руководства РТСНО – 3 года.

Корректируют руководство по ИМ.

16.5. Расписания радиопередач для мореплавателей

Сведения о работе радиостанций, передающих для мореплавателей навигационные и гидрометеорологические сообщения, приводятся в руководствах:

А. «Расписание радиопередач навигационных и гидрометеорологических сообщений для мореплавателей» (№№ 3004, 3005).

Б. «Расписание факсимильных гидрометеорологических радиопередач» (№ 3008).

16.5.1. Расписание радиопередач навигационных и гидрометеорологических сообщений для мореплавателей

Это руководство для плавания составляется по типовой схеме:

1. Вводные документы – номенклатура и название этого раздела аналогичны вводным документам других руководств для плавания.

2. Описание радиопередач – дается по отделам, объединяющим определенные географические районы.

В каждом отделе расписания описание ведется в географической последовательности стран, включаемых в настоящий отдел, а описание радиостанций внутри каждой страны дается в алфавитном порядке их названий.

Каждое описание в обязательном порядке содержит:

1. → порядковый номер;
2. → название радиостанции и ее позывной сигнал;
3. → номер по соответствующему английскому руководству и название радиостанции в иностранном написании;
4. → район обслуживания;
5. → режим работы (частота, длина волны, род работы);
6. → мощность станции;
7. → время (Гринвичское);
8. → содержание передач с указанием района обслуживания и кода, которым передается сообщение;
9. → дополнительные данные.

3. Приложения – содержат таблицы перевода:

1. → градусов Фаренгейта ($^{\circ}\text{F}$) в градусы Цельсия ($^{\circ}\text{C}$) и в градусы абсолютной температурной шкалы Кельвина (К);
2. → узлов в м/с и км/ч;
3. → атмосферного давления из мм рт.ст. в мбары;
4. → количество осадков из дюймов в мм.

А также схемы районов передачи штормовых предупреждений и прогнозов погоды.

4. Указатели (на русском и иностранных языках) составлены в алфавитном порядке. Они описывают позывные сигналы радиостанций и названия радиостанций.

16.5.2. Расписание факсимильных гидрометеорологических передач

Это руководство также составлено по типовой схеме:

1. Вводные документы – обложка, лист для учета корректуры, титульный лист и текст на оборотной стороне титульного листа расписания – оформляются аналогично вводным документам других руководств для плавания.

2. Указатель районов факсимильных радиопередач содержит географические названия районов плавания и названия радиостанций, обслуживающих эти районы. В общих замечаниях приводятся сведения, поясняющие порядок пользования руководством.

В перечне условных обозначений для указания содержания передач, а также в указателях содержания передач и географических районов даются условные обозначения, применяемые в радиопередачах для обозначения содержания передач и указания географического района.

3. Описание радиостанций дается в алфавитном порядке их названий. По мере накопления корректурного материала к расписаниям радиопередач издаются дополнения, в которых сведения предыдущих дополнений не дублируются.

16.6. Специальные руководства для плавания

В распоряжении мореплавателей (кроме уже отмеченных руководств) представляется и ряд других руководств и пособий:

1. правила плавания;
2. навигационно-географические обзоры;
3. радиолокационные описания маршрутов;
4. руководства для захода в отдельные порты;
5. сводные описания опасных, запретных и ограниченных для плавания районов и другие документы.

16.6.1. Навигационно-гидрографический обзор

Навигационно-гидрографический обзор (НГО) отдельного моря или части океана представляет собой обобщенное введение к навигационным описаниям нескольких книг (частей или выпусков) лоции такого моря или части океана.

НГО составляются на основании различных материалов и пособий по океанографии, метеорологии, физической и экономической географии и т.п.

Обзор состоит обычно из 3-х основных разделов:

1. → навигационно-географического очерка;
2. → гидрометеорологического очерка;
3. → справочного отдела,

содержание которых идентично подобным разделам лоции.

Лоции, являясь универсальным руководством для плавания, могут оказаться не вполне удобными для использования на судах отдельных типов или на судах, плавающих по определенным маршрутам.

В настоящее время признано целесообразным издание маршрутных руководств для плавания.

Существуют также частные руководства для плавания, издаваемые различными ведомствами:

1. → пособие для плавания Черноморскими проливами;
2. → рекомендации для плавания по реке Темза;
3. → рекомендации для плавания проливами Большой Бельт, Зунд и Каттегат;
4. → рекомендации для плавания судов норвежскими шхерами и др.

Хорошую оценку у моряков получили изданные в последнее время «карты-лоции» для районов интенсивного судоходства и проливных зон (Босфор, Дарданеллы, Зунд и др.).

16.6.2. Радиолокационные описания маршрутов

Широкое распространение РЛС на судах морского флота вызвало необходимость оборудования берегов пассивными и активными отражателями, а также издания радиолокационных карт, альбомов и других специальных пособий.

Одним из таких пособий являются маршрутные радиолокационные описания, в которых приводятся сведения об условиях радиолокационной ориентировки и фотографий с экранов РЛС изображения различных районов побережья.

16.6.3. Руководства для захода судов в порты

Эти руководства издаются в виде самостоятельных книг и представляют собой навигационные пособия, описывающие условия плавания в омывающих территорию прибрежного государства морях, и имеющие свой Адмиралтейский номер.

Все руководства для захода судов в порты издаются по однотипной схеме и содержат: 1) → вводные документы; 2) → навигационное описание; 3) → описание РМК^{ОВ}; 4) → алфавитный указатель.

16.6.4. Сводное описание опасных, запретных и ограниченных для плавания районов

Руководство «Сводное описание опасных, запретных и ограниченных для плавания районов» состоит из 6 основных отделов:

- I.** → Районы, опасные от мин;
- II.** → Бывшие опасные от мин районы, открытые для надводной навигации;
- III.** → Районы запретные, опасные и закрытые для плавания;
- VI.** → Районы боевой подготовки иностранных флотов;
- V.** → Районы, запретные для якорной стоянки и лова рыбы;
- VI.** → Районы, в которых плавание небезопасно или ограничено какими бы то ни было постановлениями иностранных государств (районы ограниченного плавания, районы свалки боезапаса и др.).

В приложениях помещены схемы (карты) перечисленных районов и сборный лист для подбора необходимых схем.

Руководство корректируется по ИМ.

При выборе фарватеров мореплаватель должен учитывать, для каких судов (размагниченных или для всех) и с какой предельной осадкой открыт фарватер. Суда, идущие по протрассированным фарватерам, должны заботиться, чтобы глубина под килем была не менее 2-х метров.

Такая осторожность особо необходима при приближении к портам или районам, где во время войны проводились минные операции.

Большую опасность представляют также свободно плавающие мины, сорванные с якоря. В таких районах необходимо усиливать бдительность, выставлять впередсмотрящего.

16.7. Нумерация морских навигационных руководств и пособий

Адмиралтейский номер любого морского навигационного руководства и пособия для плавания, изданного Гидрографической службой, состоит из 4-х цифр:

- → 1-я цифра – вид руководства или пособия:

«1» – лоции;	«2» – огни и знаки (огни);
«3» – РТСНО;	«4» – руководства и правила плавания;
«5» – резерв;	«6» – гидрометеорологические пособия;
«7» – каталоги;	«8» – таблицы для определения места судна с помощью РНС;
«9» – специальные пособия (правила, инструкции и т.п.).	

- → 2-я цифра – океан:

«1» – Северный Ледовитый океан;
«2» – Атлантический океан;
«3» – Индийский океан;
«4» – Тихий океан;
«0» – несколько океанов, (для справочных изданий 2-я цифра может быть любой).

- → 3-я и 4-я цифра – порядковый номер этого вида руководства или пособия для плавания в данном районе (№ 1225 – лоция Атлантического океана).

Дополнениям и приложениям к руководствам для плавания присваиваются те же номера, что и основным руководствам.

Адмиралтейский номер руководства или пособия для плавания печатается на обложке, титульном листе и на корешке книги.

Выводы

1. **Морские навигационные руководства и пособия** для обеспечения общего мореплавания **предназначены** для обеспечения решения общих задач мореплавания и делятся на 2 подгруппы:
 1. → морские навигационные руководства;
 2. → морские навигационные пособия.
2. **Морские навигационные руководства** представляют собой официальные издания для мореплавателей, в содержание которых входят правила, наставления, указания либо рекомендации навигационного и правового характера, невыполнение которых возлагает на мореплавателя ответственность за возможные последствия.
3. **К основным морским навигационным руководствам относятся:**
 1. → лоции;
 2. → огни и знаки (огни);
 3. → РТСНО;
 4. → расписания передач навигационных и гидрометеорологических сообщений для мореплавателя;
 5. → расписания факсимильных гидрометеорологических передач;
 6. → правила плавания;
 7. → описания маршрутов;
 8. → каталоги карт и книг;
 9. → гидрометеорологические атласы и таблицы.

4. **Морские навигационные пособия** представляют собой официальные издания для мореплавателей, содержащие навигационно-гидрографические, гидрометеорологические, геодезические, астрономические и другие различного рода справочные данные, предназначенные для использования при решении задач судовождения.
5. **К морским навигационным пособиям относятся:**
 1. → Океанские пути Мира;
 2. → МППСС-72;
 3. → МСС-65;
 4. → Общие правила морских торговых и рыбных портов государств;
 5. → Обязательные постановления по морским портам;
 6. → Описание особенностей судовых огней военных кораблей и сигналов, подаваемых кораблями для обеспечения безопасности плавания;
 7. → Сборник Международных соглашений и законодательных актов по вопросам мореплавания;
 8. → Таблицы ширины территориальных вод и специальных зон зарубежных государств;
 9. → Условные знаки для морских карт и карт внутренних водных путей;
 10. → Общие положения об установлении путей движения судов;
 11. → Астрономические таблицы и пособия;
 12. → другие издания, перечень которых определяет служба мореплавания для каждого типа судна.

ГЛАВА 17. АНАЛИТИЧЕСКОЕ (ПИСЬМЕННОЕ) СЧИСЛЕНИЕ КООРДИНАТ СУДНА

17.1. Сущность и основные формулы аналитического (письменного) счисления

Кроме графического счисления пути судна, учет его плавания может производиться с помощью аналитического (письменного) счисления.

Аналитическое счисление – вычисление географических координат судна по его курсу и плаванию (по сделанным судном разностям широт и долгот) по формулам вручную или с помощью счетно-решающих устройств.

Аналитическое счисление производится по формулам и применяется при плавании судна вдали от берегов на океанских переходах, когда ведение графического счисления становится неточным из-за больших погрешностей в графических построениях на морских навигационных картах мелкого масштаба.

Чаще всего аналитическое счисление применяется:

1. → при непрерывной выработке текущих счисляемых координат места судна, вводимых в системы судовой автоматики. Задача решается с помощью автоматических счетно-решающих устройств (или ЭВМ);
2. → при периодическом вычислении счисляемых координат места судна в тех случаях, когда необходимо исключить погрешности счисления за счет неточности графических построений, связанных с прокладкой пути судна на мелкомасштабной карте. **Задача решается вручную или с помощью счетно-решающих устройств** (для контроля точности графических построений на карте; определения места судна по разновременным наблюдениям светил).

Аналитическое счисление с помощью автоматических счетно-решающих устройств производится по формулам с учетом сжатия Земли. В простейших системах решаются формулы без учета сжатия Земли.

Получим основные формулы аналитического счисления (рис. 17.1).

Судно из точки $A (\varphi_1 \lambda_1)$, следуя постоянным курсом (K) по локсодромии, пришло в точку $B (\varphi_2 \lambda_2)$.

Если будут известны сделанные судном разность широт ($PШ$) и разность долгот ($PД$) то координаты точки $B (\varphi_2 \lambda_2)$ легко получить из соотношений:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_2 &= \varphi_1 + PШ \\ \lambda_2 &= \lambda_1 + PД \end{aligned} \right\} \quad (17.1)$$

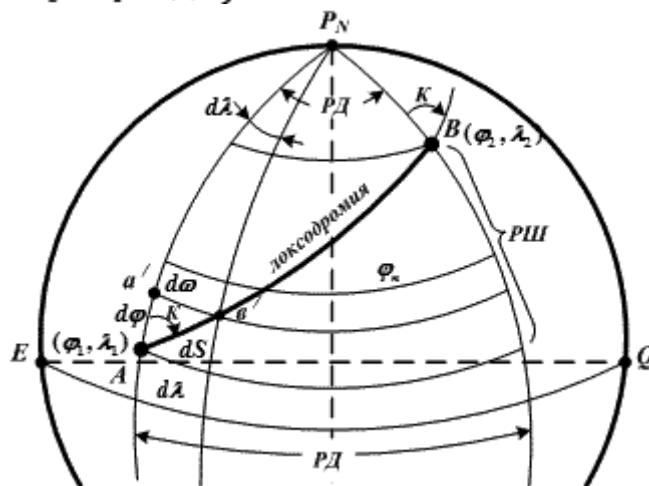


Рис. 17.1. Аналитическое (письменное) счисление пути судна

Значение разности широт ($PШ$) и разности долгот ($PД$) можно рассчитать по известным элементам движения: K → курсу судна и S → плаванию судна по этому курсу.

Считая Землю за сферу (шар) из элементарно малого треугольника $Aa'b'$:

- $Aa' = d\varphi$ → приращение широты;
- $ba' = d\omega$ → приращение **отшествия**;
- $Ab' = dS$ → приращение расстояния,

где $d\varphi$ – разность широт (мили);

$d\omega$ – расстояние между меридианами по параллели от т. a' до т. ϑ' – **отшествоие** (мили);

dS – плавание судна по локсодромии между точкой A и точкой ϑ' (мили).

Если $\Delta Aa'\vartheta'$ принять за плоский, можно написать дифференциальные уравнения:

$$\left. \begin{aligned} d\varphi &= dS \cdot \cos K \\ d\omega &= dS \cdot \sin K \end{aligned} \right\} \quad (17.2)$$

В результате интегрирования значений $d\varphi$ и $d\omega$ при $K = const$, получим:

1) →
$$\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} d\varphi = \cos K \int_0^S dS$$

то есть

$$\left. \begin{aligned} \varphi_2 - \varphi_1 &= S \cdot \cos K \\ PIII &= S \cdot \cos K \end{aligned} \right\} \quad (17.3)$$

2) →
$$\int_0^{\omega} d\omega = \sin K \int_0^S dS$$

то есть

$$\omega = S \cdot \sin K \quad (17.4)$$

Для вычисления значения разности долгот – $PД$, воспользуемся соотношением между длиной дуги экватора и параллели:

$$d\lambda = \frac{d\omega}{\cos \varphi}$$

Умножим числитель ($d\omega$) и знаменатель ($\cos \varphi$) на $d\varphi$, тогда

$$d\lambda = \frac{d\omega \cdot d\varphi}{d\varphi \cdot \cos \varphi}$$

так как из $\Delta Aa'\vartheta'$

$$\frac{d\omega}{d\varphi} = \operatorname{tg} K$$

то

$$d\lambda = \operatorname{tg} K \cdot \frac{d\varphi}{\cos \varphi}$$

Решение этого уравнения приводит к известному интегралу:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \operatorname{tg} K \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{d\varphi}{\cos \varphi}$$

а

$$\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{d\varphi}{\cos \varphi} = PМЧ,$$

тогда

$$PД = PМЧ \cdot \operatorname{tg} K \quad (17.5)$$

Для вывода прямой связи между отшествоием ($OTШ$) и разностью долгот ($PД$), используем теорему о среднем значении интеграла, которая дает:

$$\int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \frac{d\varphi}{\cos \varphi} = \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{\cos \varphi_n} = \frac{PIII}{\cos \varphi_n}$$

где φ_n – промежуточное значение широты в интервале между φ_1 и φ_2 .

Тогда для разности долгот – $PД$ можно написать

$$PД = \operatorname{tg} K \cdot \frac{PIII}{\cos \varphi_n} \quad (17.6)$$

Приравняв оба значения разности долгот ($PД$), полученного по формулам (17.5) и (17.6), получим значение промежуточной широты φ_n :

$$PМЧ \cdot \operatorname{tg} K = \operatorname{tg} K \cdot \frac{PIII}{\cos \varphi_n} \quad (17.7)$$

откуда

$$\cos \varphi_n = \frac{PШ}{PMЧ} . \quad (17.8)$$

Подставив значение $\cos \varphi_n$ (формула 17.8) в формулу (17.6) для разности долгот ($PД$) и учтя, что

$$OTШ = PШ \cdot tgK, \quad (17.9)$$

окончательно получим:

$$PД = \frac{OTШ}{\cos \varphi_n} = OTШ \frac{PMЧ}{PШ} \quad (17.10)$$

где отстояние ($OTШ$) и разность широт ($PШ$) в милях.

Таким образом отстояние ($OTШ$) представляет собой длину параллели (в милях) между меридианами точек A и B , широта которой (параллели) определяется соотношением

$$\varphi_n = \arccos \frac{PШ}{PMЧ} . \quad (17.11)$$

На практике, при ведении аналитического учета на коротких расстояниях, можно допустить, что в интервале от φ_1 до φ_2 значение $\cos \varphi$ изменяется линейно, тогда

$$\varphi_n \approx \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} = \varphi_m \quad (17.12)$$

и приближенная формула для расчета разности долгот – $PД$ примет вид:

$$PД = \frac{OTШ}{\cos \varphi_m} \quad (17.13)$$

то есть разность долгот ($PД$) равна отстоянию ($OTШ$), деленному на косинус средней широты (φ_m).

По формулам (17.3) и (17.4) составлены **таблица 24 «MT-75» (с. 260÷272) и таблица 2.19 а «MT-2000» (с. 282÷294) «Разность широт и отстояние»**. В этих таблицах по плаванию S (от 0 до 100 миль) и курсу (через 1°) можно получить готовые значения разности широт ($PШ$) и отстояния ($OTШ$), величины которых даны в таблице до сотых долей мили и поэтому могут быть использованы для плаваний (S) в 10 и 100 раз больших (или меньших) → переносом запятой → см. табл. 17.8.

Пример: 1) $S = 450$ миль, $K = 37^\circ$, $PШ = 359,4$ мили к N и $OTШ = 270,8$ мили к E ;

2) $K = 230^\circ$, $S = 1860$ миль, $PШ = 1195,6'$ к S и $OTШ = 1424,8'$ к W (см. табл. 17.1).

В «MT-75» помещена также **специальная таблица 25а «Разность долгот» (с. 27378)** составленная по формуле (17.13).

Аналогичная таблица 2.20 – см. «MT-2000» (с. 296÷301).

Разность широт и отстояние
(с. 271 «MT-75» или с. 293 «MT-2000»)

Таблица 17.1

Плавание	$OTШ$	$PШ$
100 +(1000)	76,60 +(766,0)	64,28 +(642,8)
86 (860)	65,88 (658,8)	55,28 (552,8)
$\Sigma S = 1860$ миль	$\Sigma OTШ = 142,48 = (1424,8')$	$\Sigma PШ = 119,56 = (1195,6')$
	230°	

Входные аргументы: 1) $OTШ = 1, 2, 3, \dots, 9$ и 100 миль;

2) $\varphi_m = 0 \div 86^\circ$ через $0,1^\circ$.

Получение значений разности долгот ($PД$) для десятков или сотен миль значений отстояния ($OTШ$) делается простым переносом запятой, отделяющей целую часть от дробной в найденных табличных значениях.

Пример 1. Найти значение разности долгот ($PД$), если $\varphi_1 = 60^\circ N$, $\varphi_2 = 20^\circ N$ и отстояние – $OTШ = 246'$ к W .

Решение:

$$1. \quad \varphi_{CP} = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} = 40^\circ .$$

$$2. \text{ ОТШ} = 246' = 100 + 100 + 40 + 6.$$

По значениям 100, 100, 40 и 6 для $\varphi_{CP} = 40^\circ$ из табл. 25а «МТ-75» (с. 273) или табл. 2.20 «МТ-2000» (с. 296) выбираем значения разности долгот (см. табл. 17.2):

Таблица 17.2.

ОТШ	РД ₁
100'	130,5'
100'	130,5'
40'	52,2'
6'	7,8'
$\Sigma \text{ ОТШ} = 246'$	$\Sigma \text{ РД} = 321,0' \text{ к } W$

Ответ: РД = 321,0' к W.

Пример По данным примера 1 найти значение разности долгот (РД), используя промежуточную широту (φ_n).

Решение:

1. → Находим значение φ_n (см. ф. 17.8).

$$\sec \varphi_n = \frac{PMЧ}{PШ} \quad (17.14)$$

$$\varphi_1 = 60^\circ N \dots МЧ_1 = 4507,4'$$

$$\varphi_2 = 20^\circ N \dots МЧ_2 = 1217,3'$$

Значения меридиональных частей ($МЧ_1$ и $МЧ_2$) выбираем из табл. 26 «МТ-75» (с. 280-287) или табл. 2.28а «МТ-2000» (с. 314-321) → табл. 24.5.

Из табл. 27 «МТ-75» (с. 288) или табл. 2.28б «МТ-2000» (с. 322) «Поправки для получения меридиональных частей шара» выбираем поправки для перехода к меридиональным частям ($МЧ_1$, $МЧ_2$) на шаре (в навигационных задачах Землю принимают за шар).

$$\Delta МЧ_1 = +20,0' \text{ (для } \varphi_1 = 60^\circ) \text{ и } \Delta МЧ_2 = +7,8' \text{ (для } \varphi_2 = 20^\circ)$$

$$\text{В результате: } \sec \varphi_n = \frac{(4507,4' + 20,0') - (1217,3' + 7,8')}{40^\circ(60^\circ - 20^\circ)} = \frac{3302,3}{2400,0} = 1.37596$$

и $\varphi_n = 43^\circ 23' \approx 43,4^\circ$ (см. табл. 6а «МТ-75» (с. 156199) или табл. 5.42 а «МТ-2000» (с. 460) «Натуральные значения тригонометрических функций» → табл. 24.6.

2) → Разбиваем значение отшествия – ОТШ = 246 = 100 + 100 + 40 + 6 и выбираем соответствующие им (100, 100, 40, 6) значения разности долгот – РД из табл. 25а «МТ-75» или 2.20 «МТ-2000», интерполированием между $\varphi_n = 43^\circ$ и $\varphi_n = 43,5^\circ$ (см. табл. 17.3).

Таблица 17.3.

ОТШ	РД ₂
100'	137,66'
100'	137,66'
40'	55,02'
6'	8,26'
$\Sigma \text{ ОТШ} = 246'$	$\Sigma \text{ РД} = 338,6' \text{ к } W$

Сравнивая значение разности долгот из табл. 17.2 ($РД_1 = 321,0' \text{ к } W$) и значение разности долгот из табл. 17.3 ($РД_2 = 338,6' \text{ к } W$) видно ($\Delta = 17,6$), что при больших значениях разности широт ($РШ$), нужно пользоваться не средним значением широты (φ_{CP}), а значением промежуточной широты ($\varphi_{пр}$).

17.2. Виды аналитического (письменного) счисления

Аналитическое (письменное) счисление пути судна принято подразделять на 3 вида:

- А. Простое;
- Б. Составное;
- В. Сложное.

17.2.1. Простое аналитическое (письменное) счисление

Простое аналитическое (письменное) счисление – выполняется тогда, когда судно выполняет переход одним курсом. По формулам или таблицам вычисляются выполненные судном значения разности широт (*РШ*) и разности долгот (*РД*) и рассчитываются конечные координаты. Порядок решения:

Дано:

- φ_1, λ_1 – координаты начальной точки: ($\varphi_1 = 41^\circ 28,0'N, \lambda_1 = 29^\circ 32,0'E$);
- K – истинный курс судна на переходе: ($ИК = 40,0^\circ$);
- S – пройденное судном расстояние по локсодромии от начальной точки (φ_1, λ_1) до точки прихода (φ_2, λ_2) в милях: $S = 128$ миль).

Рассчитать: координаты (φ_2, λ_2) точки прихода.

Решение:

- По табл. 24 «МТ-75» или табл. 2.19а «МТ-2000» для $ИК = 40,0^\circ$ выбираем значения разности широт – *РШ* и отшествия – *ОТШ* (с. 260÷272 «МТ-75» или с. 282-294 «МТ-2000») → см. табл. 17.8.

$S_1 = 100$ миль	$РШ_1 = 76,60'$	$ОТШ_1 = 64,28$
$S_2 = 28$ миль	$РШ_2 = 21,45'$	$ОТШ_2 = 18,00$
$S = 128$ миль	$\Sigma РШ = 98,05'$ к N	$\Sigma ОТШ = 82,28$ к E

2. Так как $ИК = 40,0^\circ$ располагается в I-ой (NE-вой) четверти, то судно выполнило разность широт (*РШ*) → к N, а отшествие (*ОТШ*) → к E.

- Находим значение широты пункта прихода $\varphi_2 = \varphi_1 + РШ$

$$\begin{aligned} & +\varphi_1 = 41^\circ 28,0'N \\ & \underline{РШ = 1^\circ 38,1' \text{ к N}} \\ & \varphi_2 = 43^\circ 06,1'N. \end{aligned}$$

- Рассчитываем значение средней широты:

$$\varphi_m = \varphi_1 + \frac{РШ}{2} \tag{17.15}$$

- или по формуле (17.12)

$$6. \quad \varphi_m = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$$

-

$$8. \quad \varphi_m = \frac{41^\circ 28,0' + 43^\circ 06,1'}{2} = 42^\circ 17' \approx 42,3^\circ N.$$

- Из табл. 25а «МТ-75» (с. 274) или табл. 2.20 «МТ-2000» (с. 296÷301) по аргументам ($\varphi_m = 42,3^\circ$) и $ОТШ = 82,28$ выбираем *РД* → см. табл. 17.9:

$ОТШ_1 = 80$	$РД_1 = 108,20'$
$ОТШ_2 = 2$	$РД_2 = 2,70'$
$ОТШ_3 = 0,2$	$РД_3 = 0,27'$

$$\frac{OTШ_1}{OTШ} = 0,08$$

$$OTШ = 82,28$$

$$\frac{PД_1}{PД} = 0,11'$$

$$PД = 111,28' (1^{\circ}51,3') \text{ к } E.$$

10. Примечание:

11. При необходимости учесть сферичность Земли: из табл. 25б «МТ-75» (с. 279) или табл. 2.19б «МТ-2000» (с. 295) выбирают значения коэффициента для учета сферичности Земли f → по $\varphi_{ср}$; g → по $\varphi_{ср}$ и $PШ$ и значение $\Delta\varphi$ рассчитать как

$$\left. \begin{aligned} \Delta\varphi &= \frac{PШ}{100} \cdot f, \\ \Delta\lambda &= \frac{PД}{100} \cdot g \end{aligned} \right\} \quad (17.16)$$

12.

13. Рассчитываем значение долготы пункта прихода (λ_2):

$$\lambda_2 = \lambda_1 + PД = 29^{\circ}32,0'E + 1^{\circ}51,3' \text{ к } E = \mathbf{31^{\circ}23,3'E}.$$

Ответ: $\varphi_2 = 43^{\circ}06,1'N$, $\lambda_2 = 31^{\circ}23,3'E$.

Примечание:

Если известны координаты точек выхода – (φ_1, λ_1) и прихода – (φ_2, λ_2) можно вычислить значения $ИК$ и S .

$$tgK = \frac{PД}{PМЧ} = \frac{OTШ}{PШ} = \frac{82,28}{98,05} = 0,8392 (40^{\circ})$$

$$S = PШ \cdot secK = 98,05 \cdot 1,3054 (128 \text{ миль}). \quad (17.17)$$

17.2.2. Составное аналитическое (письменное) счисление

Составное аналитическое (письменное) счисление – когда судно совершает плавание несколькими курсами, но знать координаты всех промежуточных точек не нужно, а нужно лишь вычислить координаты точки прихода.

В этом случае следует рассчитать генеральную разность широт, как алгебраическую сумму разностей широт на каждом отдельном курсе, т.е.

$$ГенPШ = \Sigma PШ \text{ к } N(\text{к } S) - \Sigma PШ \text{ к } S(\text{к } N) \quad (17.18)$$

и генеральное отшествие, как алгебраическую сумму отшествий на каждом отдельном курсе, т.е.

$$ГенOTШ = \Sigma OTШ \text{ к } E(\text{к } W) - \Sigma OTШ \text{ к } W(\text{к } E) \quad (17.19)$$

Ген $PД$ найдем из табл. 25а «МТ-75» или табл. 2.20 «МТ-2000» по аргументам φ_m и Ген $OTШ$.

Искомые координаты пункта прихода (т. Д) найдем из соотношений:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_2 &= \varphi_1 + Ген PШ \\ \lambda_2 &= \lambda_1 + Ген PД \end{aligned} \right\} \quad (17.20)$$

$$Ген PД = \frac{Ген OTШ}{\cos \varphi_m} \quad (17.21)$$

$$\varphi_m = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$$

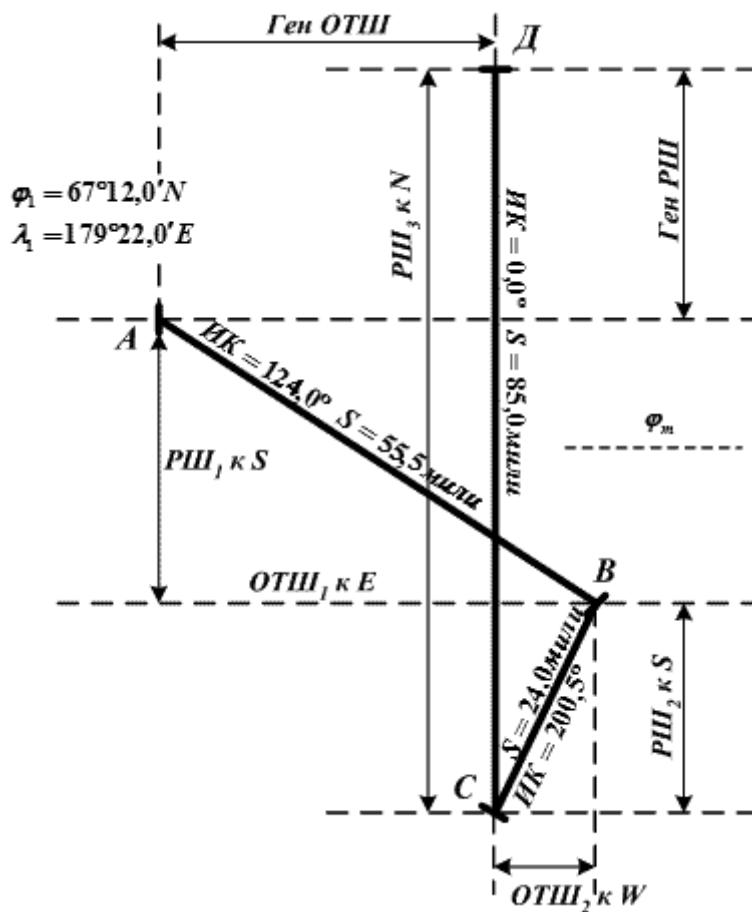


Рис. 17.2. Составное аналитическое (письменное) счисление

Решение нашего примера (рис. 17.2)

Таблица 17.4.

ИК, °	S, мили	PШ		OTШ	
		к N	к S	к E	к W
124,0°	55,5	–	31,03	46,01	–
200,5°	24,0	–	22,48	–	8,40
0,0°	85,0	85,00	–	–	–
		85,00'	53,51	46,01	8,40

$Gen PШ = 85,00' к N - 53,51 к S = 31,49 к N \approx 31,5' к N;$

$Gen OTШ = 46,01 к E - 8,40 к W = 37,61' к E \approx 37,6' к E;$

$\varphi_2 = \varphi_1 + Gen PШ = 67^\circ 12,0' N + 31,5' к N = 67^\circ 43,5' N;$

$\varphi_m = \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} = 67^\circ 27,7' \approx 67,5^\circ;$

$\lambda_2 = \lambda_1 + Gen PД = 179^\circ 22,0' E + 1^\circ 38,3' к E = 181^\circ 00,3' E = 178^\circ 59,7' W$

(Расчет Gen PД по значению Gen. OTШ – см. табл. 17.5).

Таблица 17.5.

Gen OTШ	Gen PД
30'	78,40'
7'	18,28'
0,6'	1,57'
0,01'	0,03'
	98,28'

$Gen PД = 1^\circ 38,3' к E$

Ответ: $\varphi_2 = 67^\circ 43,5' N, \lambda_2 = 178^\circ 59,7' W$

Примечание:

Дрейф, течение, циркуляцию не учитываем. Их учет рассмотрим ниже.

17.2.3. Сложное аналитическое (письменное) счисление

Сложное аналитическое (письменное) счисление – счисление, при котором для каждого курса в точке поворота рассчитываются не только значения разности широт – *РШ* и отшествия – *ОТШ*, но и разности долгот – *РД*; то есть рассчитываются координаты промежуточных точек (рис. 17.3).

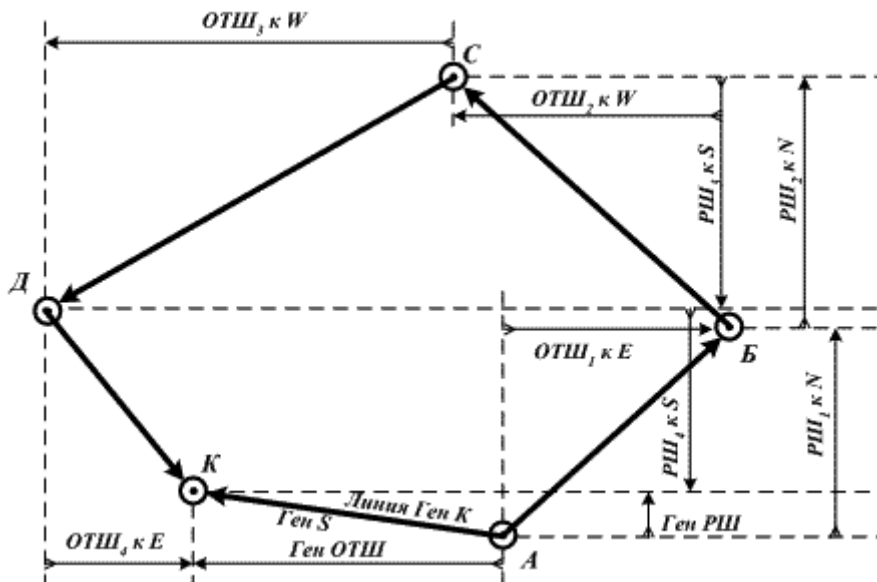


Рис. 17.3. Сложное аналитическое (письменное) счисление пути судна

Алгебраическая сумма значений разностей долгот будет называться *генеральной разностью долгот*

$$\text{ГенРД} = \sum \text{РД } E(W) - \sum \text{РД } W(E) \quad (17.22)$$

и тогда

$$\lambda_2 = \lambda_1 + \text{ГенРД}. \quad (17.23)$$

Генеральный курс – курс, рассчитанный по значениям генеральной разности широт – *Ген РШ* и генерального отшествия – *Ген ОТШ*, ведущий от точки выхода (точка A) в точку прихода (точка K)

$$\text{tg } \text{ГенК} = \frac{\text{ГенРД}}{\text{ГенРМЧ}} = \frac{\text{ГенОТШ}}{\text{ГенРШ}} \quad (17.24)$$

Генеральное расстояние – расстояние по генеральному курсу между этими точками (точкой A и точкой K)

$$\text{ГенS} = \text{ГенРШ} \cdot \text{secГенК} \quad (17.25)$$

17.3. Учет дрейфа от ветра, течения и циркуляции судна при аналитическом (письменном) счислении

1. Учет дрейфа.

Для учета дрейфа значения **разности широт – РШ** и **отшествия – ОТШ** выбираются из табл. 24 «МТ-75» или табл. 2.19а «МТ-2000» не по *ИК*, а по направлению линии пути судна при дрейфе от ветра $\text{ПУ}_\alpha = \text{ИК} + \alpha$ и пройденному по нему расстоянию.

2. Учет течения.

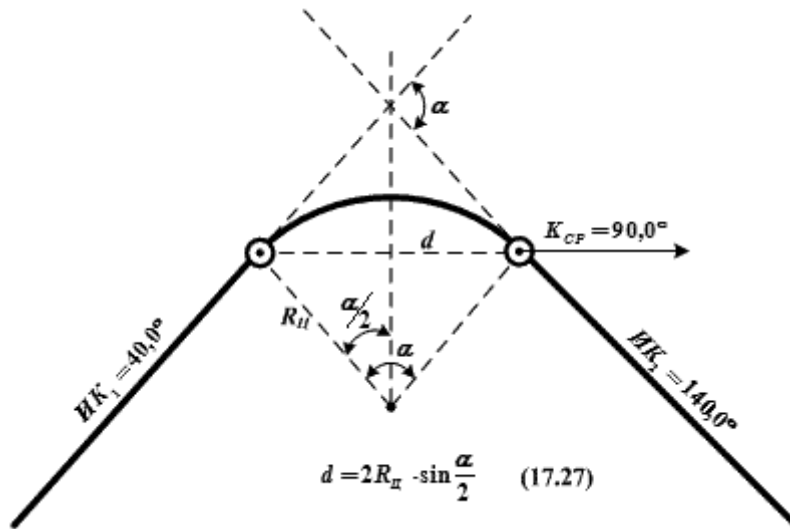
Течение учитывается как **дополнительное плавание** судна отдельным курсом. При это направление течения (K_T) принимается за истинный курс судна (*ИК*), а величина сноса за время учета течения ($v_T \cdot t$) – за плавание *S*.

3. Учет циркуляции.

Циркуляция судна учитывается, как и течение, в виде дополнительного плавания отдельным курсом. В этом случае направление промежуточного курса (K_{CP}) принимается за истинный курс судна ($ИК$), а промежуточное плавание (d) – за плавание S .

$$K_{CP} = ИК_1 \pm \frac{\alpha}{2} \quad (17.26)$$

где α – угол поворота.



Значение $\sin \angle$ – из табл. 6а «МТ-75» (с. 155÷199), или из табл. 5.42а «МТ-2000» (с. 460÷461)

Рис. 17.4. Учет циркуляции при аналитическом (письменном) счислении пути судна

Рассмотрим решение конкретной задачи по расчетам координат пункта прихода (т. D) по формулам аналитического счисления (с использованием таблиц «МТ-75», «МТ-2000») с учетом дрейфа, течения и циркуляции (рис. 17.5).

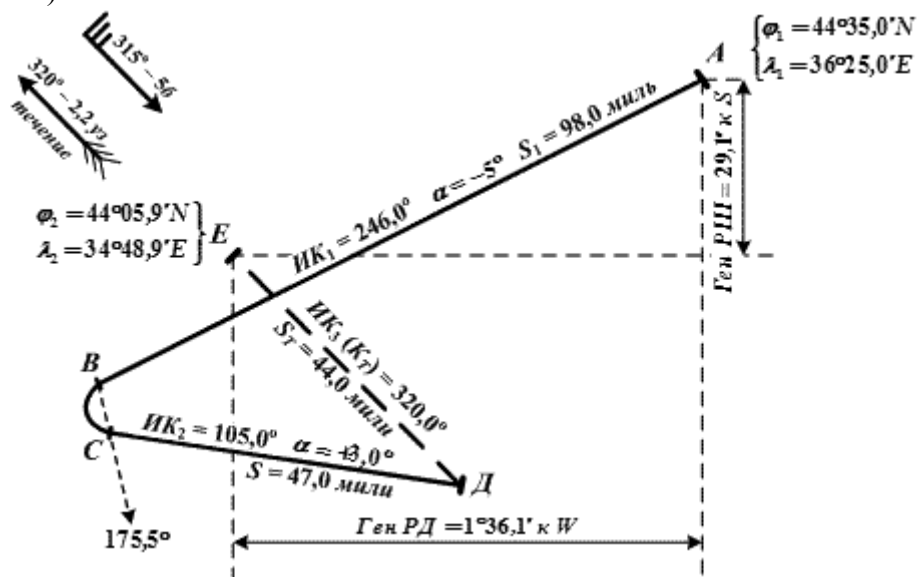


Рис. 17.5. Схема плавания судна

Пример: Судно из точки A ($\varphi_1 = 44^\circ 35,0'N$, $\lambda_1 = 36^\circ 25,0'E$) Черного моря совершило плавание за 20 часов:

$$\begin{aligned} ИК_1 &= 246,0^\circ & S_1 &= 98,0 \text{ мили} & \alpha_1 &= 5^\circ \\ ИК_2 &= 105,0^\circ & S_2 &= 47,0 \text{ мили} & \alpha_2 &= 3^\circ. \end{aligned}$$

Учитывался дрейф от ветра $315^\circ - 5$ бал. и течение $320^\circ - 2,2$ уз., а также циркуляция с $R_{ц} = 4$ кб.

Рассчитать: координаты (φ_2 , λ_2) пункта прихода (точки E).

Решение:

1. Составим примерную (для ориентировки) схему выполненного плавания (рис. 17.5).
2. Определим знаки углов дрейфа ($\alpha_1 = -5^\circ$, $\alpha_2 = +3^\circ$).
3. Составим схему ведения составного аналитического (письменного) счисления (табл. 17.6).

Таблица 17.6.

№ курса	ИК	Дрейф (α)	Путь (ПУ)		Плавание S, мили	РШ		ОТШ		Примечание
			Круговой счет	Четвертной счет		к N	к S	к E	к W	
1	246,0°	-5°	241,0°	SW 61°	98,0	-	47,51	-	85,71	
2	105,0°	+3°	108,0°	SE 72°	47,0	-	14,52	44,70	-	
3	320,0°	-	320,0°	NW 40°	44,0*	33,71	-	-	28,28	Течение
4	175,5°	-	175,5°**	SE 5,5°	0,8***	-	0,80	0,07	-	Циркуляция
						33,71	62,83	44,77	113,99	Ген
							29,12		69,22	

* За 20 часов плавания течение снесло судно на 44,0 мили (2,2 уз. · 20 час) по направлению 320° (см. ИК₃).

** Угол поворота судна $\alpha = 246^\circ - 105^\circ = 141^\circ$; $\frac{\alpha}{2} = 70,5^\circ$; $K_{CP} = ИК_1 \pm \frac{\alpha}{2} = 175,5^\circ$.

*** Промежуточное плавание на циркуляции $d = 2R_{Ц} \cdot \sin \frac{\alpha}{2} = 0,8 \cdot 0,9426 \approx 0,8$ мили.

Наименование выбранным из табл. 24 «МТ-75» или табл. 2.19а «МТ-2000» значениям разности широт – РШ (к N или к S) и отшествия – ОТШ (к E или к W) придаем, ориентируясь на четвертной счет путевого угла судна – ПУ и схему (рис. 17.5).

$$\begin{aligned}
 \text{Ген РШ} &= 29,1' \text{ к S} & \text{Ген РД} &= 1^\circ 36,1' \text{ к W (см. табл. 17.7)} \\
 \varphi_1 &= 44^\circ 35,0' \text{ N} & \lambda_1 &= 36^\circ 25,0' \text{ E} \\
 \hline
 \varphi_2 &= 44^\circ 05,9' \text{ N} & \lambda_2 &= 34^\circ 48,9' \text{ E} \\
 + \text{ } & 1/2 \text{ Ген РШ} \approx 14,6' \text{ к S} & & \\
 \hline
 \varphi_{CP} &= 43^\circ 51,3' \text{ N} & & \\
 \varphi_{CP} &= 43,9^\circ \text{ N} & &
 \end{aligned}$$

Таблица 17.7.

ОТШ	РД	Примечание
60,00	83,3'	пренебречь
9,00	12,5'	
0,20	0,3'	
0,02	0,03'	
Ген ОТШ = 69,2'	Ген РД = 96,1' = 1°36,1' к W	

Ответ: $\varphi_2 = 44^\circ 05,9' \text{ N}$, $\lambda_2 = 34^\circ 48,9' \text{ E}$.

Достоинства аналитического счисления – более высокая точность, чем при графическом счислении пути судна.

Недостатки:

1. → отсутствие наглядности;
2. → громоздкость вычислений;
3. → невозможность непрерывного получения счисляемых координат места судна.

Все эти недостатки **исключаются при автоматическом счислении пути судна.**

17.4. Понятие об автоматизированном счислении пути судна

Автоматизированное (автоматическое) счисление пути судна выполняется с помощью аналоговых вычислительных устройств – автопрокладчиков («Путь-1», «АП-2», «АП-3», «АП-4» и др.).

В основу конструкции автопрокладчика положены формулы аналитического (письменного) счисления.

Для «АП-4»:

$$\left. \begin{aligned} PШ &= \int_{t_1}^{t_2} [V_{л} \cdot (1 + \Delta T) \cdot \cos(\Gamma КК + \Delta \Gamma К + \alpha) + v_{т} \cdot \cos K_{т}] \cdot dt, \\ ОТШ &= \int_{t_1}^{t_2} [V_{л} \cdot (1 + \Delta T) \cdot \sin(\Gamma КК + \Delta \Gamma К + \alpha) + v_{т} \cdot \sin K_{т}] \cdot dt, \\ РД &= \int \sec \varphi_{т} \cdot d ОТШ \end{aligned} \right\} \quad (17.28)$$

Для автоматической выработки значений разности широт ($PШ$) и разности долгот ($РД$) в схему автопрокладчика вводится информация о курсе судна ($\Gamma КК$, $\Delta \Gamma К$), его скорости по лагу ($V_{л}$, ΔT), а также данные о дрейфе (α) и течениях ($K_{т}$, $v_{т}$).

В результате решения задачи аналитического счисления на выходе автопрокладчика должны быть получены текущие значения широты ($\varphi_{т}$) и долготы ($\lambda_{т}$) места судна в соответствии с формулами:

$$\left. \begin{aligned} \varphi_{т} &= \varphi_0 + PШ \\ \lambda_{т} &= \lambda_0 + РД \end{aligned} \right\} \quad (17.29)$$

При нормальной работе автопрокладчика:

- графически (карандашом) наносится плавание судна (нижняя карта);
- постоянно указывается место судна («зайчик») на верхней карте;
- постоянная выработка и указание текущих координат судна ($\varphi_{т}$, $\lambda_{т}$).

Перед включением автопрокладчика необходимо:

- установить путевые навигационные карты (нижнюю и верхнюю), выставить самописец в исходную точку (φ_0 , λ_0), включить нужный масштаб путевой карты;
- проверить правильность ввода исходных данных и контролировать их изменение в процессе плавания.

Недостаток автоматического счисления пути судна – при пропадании какого-то вида питания или выходе из строя какого-либо элемента или прибора автопрокладчика – теряется вся информация о текущем месте.

Практика показывает, что автоматическое и ручное графическое счисление пути судна должны вестись параллельно.

17.5. Задачи простого аналитического (письменного) счисления пути судна

№ зад.	УСЛОВИЕ			ОТВЕТ			
	Начальная точка $\varphi (N), \lambda (W)$	$ИК$	S (мили)	$PШ$	$ОТШ$	$РД$	Конечная точка $\varphi (N), \lambda (W)$
1	44°30,0' 10°00,0'	30°	294,0	254,6' к N	147,0' к E	207,9' к E	48°44,6' 6°26,0'
2	44°30,0' 4°30,0'	310°	302,0	194,1' к N	231,3' к W	333,0' к W	47°44,1' 10°03,0'

3	44°30,0' 5°00,0'	305°	256,0	146,8' к N	209,7' к W	300,7' к W	46°56,8' 10°00,7'
4	44°30,0' 5°30,0'	295°	208,0	87,9' к N	188,6' к W	267,7' к W	45°57,9' 9°57,4'
5	44°30,0' 6°00,0'	280°	174,0	30,2' к N	171,3' к W	241,1' к W	45°00,2' 10°01,1'
6	48°00,0' 6°00,0'	210°	360,0	311,8' к S	180,0' к W	256,8' к W	42°48,2' 10°16,8'
7	48°00,0' 6°30,0'	207°	345,0	307,4' к S	156,6' к W	223,5' к W	42°52,6' 10°13,5'
8	48°00,0' 7°00,0'	204°	330,0	301,5' к S	134,2' к W	191,5' к W	42°58,5' 10°11,5'
9	48°00,0' 7°30,0'	200°	315,0	296,0' к S	107,7' к W	153,7' к W	43°04,0' 10°03,7'
10	48°00,0' 8°30,0'	197°	305,0	291,7' к S	89,2' к W	126,7' к W	43°08,3' 10°36,7'
11	48°00,0' 9°00,0'	194°	300,0	291,1' к S	72,6' к W	103,6' к W	43°08,9' 10°43,6'
12	48°00,0' 9°30,0'	191°	295,0	289,6' к S	56,3' к W	80,5' к W	43°10,4' 10°50,5'
13	48°00,0' 8°00,0'	188°	280,0	277,3' к S	39,0' к W	55,9' к W	43°22,7' 8°55,9'
14	48°00,0' 10°00,0'	184°	275,0	274,3' к S	19,2' к W	27,5' к W	43°25,7' 10°27,5'
15	48°00,0' 10°30,0'	180°	260,0	260,0' к S	0,0'	0,0'	43°40,0' 10°30,0'

Разность широт и отшествия
(выдержка из табл. 24 «МТ-75» или табл. 2.19а «МТ-2000»)

Таблица 17.8

Плавание, S, мили	Курс											
	4°	176° 184° 356°	5°	175° 185° 355°	8°	172° 188° 352°	10°	170° 190° 350°	11°	169° 191° 349°	14°	166° 194° 346°
	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>
5	4,99	0,35	4,98	0,44	4,95	0,70	4,92	0,87	4,91	0,95	4,85	1,21
8	7,98	0,56	7,97	0,70	7,92	1,11	7,88	1,39	7,85	1,53	7,76	1,94
10	9,98	0,70	9,96	0,87	9,90	1,39	9,85	1,74	9,82	1,91	9,70	2,42
27	26,93	1,88	26,90	2,35	26,74	3,76	26,59	4,69	26,50	5,15	26,20	6,53
28	27,93	1,95	27,89	2,44	27,73	3,90	27,57	4,86	27,49	5,34	27,17	6,77
29	28,93	2,02	28,89	2,53	28,72	4,04	28,56	5,04	28,47	5,53	28,14	7,02
30	29,93	2,09	29,89	2,61	29,71	4,18	29,54	5,21	29,45	5,72	29,11	7,26
74	73,82	5,16	73,72	6,45	73,28	10,30	72,88	12,85	72,64	14,12	71,80	17,90
Плавание, S, мили	Курс											
	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>
	86°	94° 266° 274°	85°	95° 265° 275°	82°	98° 262° 278°	80°	100° 260° 280°	79°	101° 259° 281°	76°	104° 256° 284°

Плавание, S, мили	Курс											
	15°	165° 195° 345°	17°	163° 197° 343°	20°	160° 200° 340°	21°	159° 201° 339°	24°	156° 204° 336°	25°	155° 205° 335°
	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>
5	4,83	1,29	4,78	1,46	4,70	1,71	4,67	1,79	4,57	2,03	4,53	2,11
8	7,73	2,07	7,65	2,34	7,52	2,74	7,47	2,87	7,31	3,35	7,25	3,38
15	14,49	3,88	14,34	4,39	4,10	5,13	14,00	5,38	13,70	6,10	13,59	6,34
20	19,32	5,18	19,13	5,85	18,79	6,84	18,67	7,17	18,27	8,13	18,13	8,45
24	23,18	6,21	22,95	7,02	22,55	8,21	22,41	8,60	21,93	9,76	21,75	10,14
30	28,98	7,76	28,69	8,77	28,19	10,26	28,01	10,75	27,41	12,20	27,19	12,68
33	31,88	8,54	31,56	9,65	31,01	11,29	30,81	11,83	30,15	13,42	29,91	13,95
47	45,40	12,16	44,95	13,74	44,17	16,07	43,88	16,84	42,94	19,12	42,60	19,86
98	94,66	25,36	93,72	28,65	92,09	33,52	91,49	35,12	89,53	39,86	88,82	41,42
Плавание, S, мили	Курс											
	75°	105° 255° 285°	73°	107° 253° 287°	70°	110° 250° 290°	69°	111° 249° 291°	66°	114° 246° 294°	65°	115° 245° 295°
	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>

Плавание, S, мили	Курс											
	27°	153° 207° 333°	30°	150° 210° 330°	34°	146° 214° 326°	35°	145° 215° 325°	36°	144° 216° 324°	37°	143° 217° 323°
	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>
4	3,56	1,82	3,46	2,00	3,32	2,24	3,28	2,29	3,24	2,35	3,19	2,41
5	4,46	2,27	4,33	2,50	4,15	2,80	4,10	2,87	4,05	2,94	3,99	3,01
6	5,35	2,72	5,20	3,00	4,97	3,36	4,91	3,44	4,85	3,53	4,79	3,61
25	22,28	11,15	21,65	12,50	20,73	13,98	20,48	14,34	20,23	14,69	19,97	15,05
29	25,84	13,17	25,11	14,50	24,04	16,22	23,76	16,63	23,46	17,05	23,16	17,45
34	30,29	15,44	29,44	17,00	28,19	19,01	27,85	19,50	27,51	19,98	27,15	20,46
36	32,08	16,34	31,18	18,00	29,85	20,13	29,49	20,65	29,12	21,16	28,75	21,67
45	40,10	20,43	38,97	22,50	37,31	25,16	36,86	25,81	36,41	26,45	35,94	27,08
55	49,01	24,97	47,63	27,50	45,60	30,76	45,05	31,55	44,50	32,33	43,93	33,10
Плавание, S, мили	Курс											
	63°	117° 243° 297°	60°	120° 240° 300°	56°	124° 236° 304°	55°	125° 235° 305°	54°	126° 234° 306°	53°	127° 233° 307°
	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>	<i>ОТШ</i>	<i>РШ</i>

Разность долгот
(выдержка из табл. 25а «МТ-75» или 2.20 «МТ-2000»)

Таблица 17.9

Ф _{ср}	ОТШЕСТВИЕ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	100
40,0°	1,31'	2,61'	3,92'	5,22'	6,53'	7,83'	9,14'	10,44'	11,75'	130,5'
40,5°	1,32'	2,63'	3,95'	5,26'	6,58'	7,89'	9,21'	10,52'	11,84'	131,5'
41,0°	1,33'	2,65'	3,98'	5,30'	6,63'	7,95'	9,28'	10,60'	11,93'	132,5'
41,5°	1,34'	2,67'	4,01'	5,34'	6,68'	8,01'	9,35'	10,68'	12,02'	133,5'
42,0°	1,35'	2,69'	4,04'	5,38'	6,73'	8,07'	9,42'	10,77'	12,11'	134,6'
42,5°	1,36'	2,71'	4,07'	5,43'	6,78'	8,14'	9,49'	10,85'	12,21'	135,6'
43,0°	1,37'	2,73'	4,10'	5,47'	6,84'	8,20'	9,57'	10,94'	12,31'	136,7'
43,5°	1,38'	2,76'	4,14'	5,51'	6,89'	8,27'	9,65'	11,03'	12,41'	137,9'

44,0°	1,39'	2,78'	4,17'	5,56'	6,95'	8,34'	9,73'	11,12'	12,51'	139,0'
44,5°	1,40'	2,80'	4,21'	5,61'	7,01'	8,41'	9,81'	11,22'	12,62'	140,2'
45,0°	1,41'	2,83'	4,24'	5,66'	7,07'	8,49'	9,90'	11,31'	12,73'	141,4'
45,5°	1,43'	2,85'	4,28'	5,71'	7,13'	8,56'	9,99'	11,41'	12,84'	142,7'
46,0°	1,44'	2,88'	4,32'	5,76'	7,20'	8,64'	10,08'	11,52'	12,96'	144,0'
46,5°	1,45'	2,91'	4,36'	5,81'	7,26'	8,72'	10,17'	11,62'	13,07'	145,3'
47,0°	1,47'	2,93'	4,40'	5,87'	7,33'	8,80'	10,26'	11,73'	13,20'	146,6'
47,5°	1,48'	2,96'	4,44'	5,92'	7,40'	8,88'	10,36'	11,84'	13,32'	148,0'
48,0°	1,49'	2,99'	4,48'	5,98'	7,47'	8,97'	10,46'	11,96'	13,45'	149,4'
48,5°	1,51'	3,02'	4,53'	6,04'	7,55'	9,05'	10,56'	12,07'	13,58'	150,9'
49,0°	1,52'	3,05'	4,57'	6,10'	7,62'	9,15'	10,67'	12,19'	13,72'	152,4'

Выводы

1. Аналитическое (письменное) счисление координат судна – это вычисление по формулам географических координат судна по его курсу и плаванию.
2. Аналитическое (письменное) счисление координат судна подразделяется на простое, составное и сложное.
3. Достоинством аналитического (письменного) счисления координат судна является его высокая точность; недостатками – отсутствие наглядности, громоздкость вычислений и невозможность непрерывного получения счисляемых координат судна.
4. Недостатки аналитического счисления исключаются при автоматическом счислении пути судна.

ГЛАВА 18. ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ СЧИСЛЕНИЯ КООРДИНАТ СУДНА

18.1. Погрешности измерений и их виды

В процессе определения значения навигационного параметра участвуют:

1. → оператор (наблюдатель), производящий измерения и вычисления;
2. → приборы и инструменты, с помощью которых производятся измерения.

Результаты измерений (их точность) **будут зависеть**, прежде всего, от:

1. → навыков и психофизического состояния оператора (наблюдателя);
2. → технического состояния измерительных приборов и инструментов;
3. → характера объекта измерений (отчетливо виден, сливается с фоном);
4. → условий внешней среды (плохая видимость, сильная качка и т.д.);
5. → от знания значений поправок приборов (инструментов).

Вполне очевидно, что чем полнее будут учтены все факторы, влияющие на измеренный навигационный параметр, тем точнее будет и результат измерений.

Практически **невозможно учесть все факторы**, которые влияют на точность измерений.

Поэтому, измеренный и исправленный всеми поправками навигационный параметр (U_i), будет отличаться от истинного его значения (U_0) на величину **абсолютной погрешности** (Δ), то есть:

$$\Delta = U_i - U_0 \quad (18.1)$$

Абсолютной или истинной погрешностью измерения (Δ) называется разность между измеренным (U_i) и истинным (U_0) значениями навигационного параметра.

Истинное значение навигационного параметра на момент его измерения может быть известно только в определенных случаях и то с какой-то вероятностью.

В большинстве же случаев штурманской практики погрешность измерения рассчитывают относительно **вероятнейшего** (среднего арифметического) значения измеренного навигационного параметра, то есть

$$U_B = \frac{\sum_1^n U_i}{n} \quad (18.2)$$

где $\sum_1^n U_i = U_1 + U_2 + \dots + U_n$ – сумма всех значений навигационного параметра в данной серии его измерения;

n – число измерений навигационного параметра в серии.

Имея вероятнейшее (среднее арифметическое) значение навигационного параметра можно рассчитать погрешность каждого его измерения.

Погрешностью измерения или отклонением измерения от вероятнейшего значения измеряемого навигационного параметра (v) называют разность между измеренным, исправленным всеми поправками и приведенным к одному моменту и месту значением навигационного параметра (U_i) и его вероятнейшим (U_B) значением, то есть:

$$v = U_i - U_B \quad (18.3)$$

Теперь можно сказать, что любой измеренный навигационный параметр есть величина случайная и лишь с какой-то степенью достоверности соответствующая его истинному (U_0) или вероятнейшему (U_B) значению.

Все погрешности измерений делятся на 3 вида:

1. случайные; 2. систематические; 3. грубые (промахи).

I. Случайные погрешности – это погрешности, величина и знак которых случайно изменяются от измерения к измерению одного и того же навигационного параметра в данном комплексе измерений (рассеивание пуль при стрельбе по мишени, «разброс» пеленгов при пеленговании ориентира и др.).

Появление и величина случайных погрешностей зависит от опыта наблюдателя, от качества измерительных приборов и от условий измерения навигационного параметра.

Случайные погрешности обладают следующими основными свойствами:

1. → вероятнейшее значение измеряемого навигационного параметра (U_B) приближается к истинному его значению (U_0) по мере увеличения количества его измерений (n);
2. → появление случайных погрешностей равных по величине, но противоположных по знаку равновероятно (свойство симметрии);
3. → при увеличении числа измерений (n) навигационного параметра средняя арифметическая погрешность (v_{CP}) стремится к «нулю»: ($v_{CP} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} 0$);
4. → большие по величине случайные погрешности менее вероятны, чем малые.

Неоднократные измерения одного и того же навигационного параметра (раз) и расчет среднего его значения в какой-то мере исключают влияние на конечный результат случайных погрешностей.

II. Систематические погрешности – это погрешности, которые сохраняют свой знак и величину при каждом измерении навигационного параметра или закономерно изменяются по определенному закону с изменением условий измерений (неверно определена ΔK , $\Delta L\%$ и пр.), что одинаково будет влиять на значение каждого измерения).

Появление и величина систематических погрешностей зависит от точности работы наблюдателя и правильного учета поправок приборов и инструментов, с помощью которых измеряются, вычисляются и прокладываются на карте значения навигационного параметра ($ИК$, $ИП$, $ПУ$, S_L и пр.).

Важнейшим свойством систематических погрешностей является постоянство знака и величины погрешности или конкретная определенность в характере изменения этой погрешности с течением времени.

На основании этого свойства систематические погрешности могут и должны быть определены, а затем и максимально исключены из результатов измерения навигационного параметра.

III. Грубые погрешности (промахи) – это случайные погрешности, значения которых превышают по величине допустимые пределы точности для данного вида наблюдений. Такие погрешности возникают из-за значительных нарушений правил измерения и обработки, невнимательности наблюдателя и пр.

Измерение с промахом считается недействительным и исключается из общей серии измерений.

Если систематические и грубые погрешности можно уменьшить или исключить из результатов измерений навигационного параметра, то выявить и учесть случайные погрешности невозможно и именно они преобладают во всех измерениях.

Случайные погрешности можно учесть только в среднем, а для этого надо знать и применять законы, которым подчиняются эти погрешности и улучшать условия, в которых проводятся измерения.

Основным математическим законом, которому подчиняются случайные погрешности является **закон нормального распределения случайных погрешностей** (закон Гаусса Карла Фридриха (1775÷1855)) – рис. 18.1.

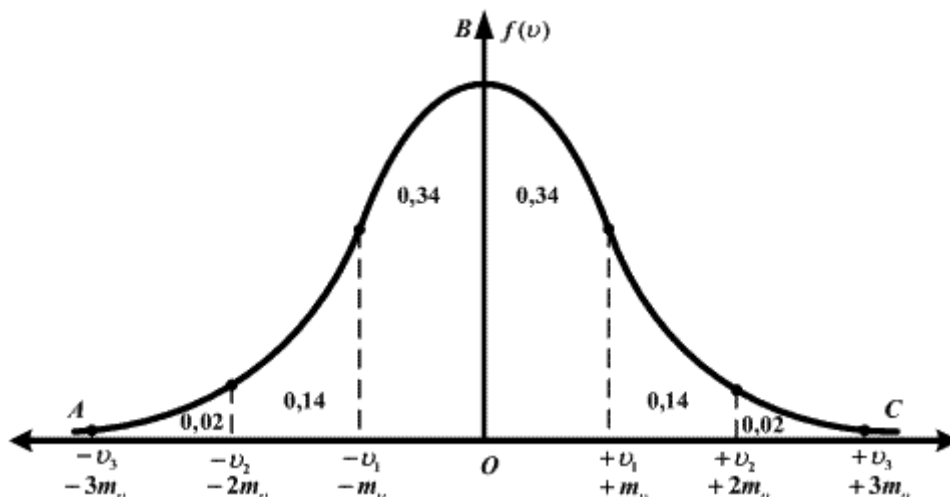


Рис. 18.1. Закон нормального распределения случайных погрешностей

Исследуя кривую погрешностей (палатка Эйлера, кривая Гаусса, нормальная кривая вероятностей) можно сделать следующие выводы:

1. → положительные и отрицательные погрешности равновероятны;
2. → положительные и отрицательные погрешности одной и той же абсолютной величины равновероятны;
3. → погрешности, малые по своей абсолютной величине, более вероятны, чем погрешности большие;
4. → по мере роста величин случайных погрешностей их вероятности уменьшаются и приближаются к нулю, но никогда его не достигают;
5. → теоретически не исключается возможность получения бесконечно больших погрешностей (кривая не пересекает ось абсцисс).

В законе нормального распределения случайных погрешностей основной характеристикой оценки точности измерения навигационного параметра является **средняя квадратическая погрешность (СКП)** – это среднее квадратическое отклонение измеренного навигационного параметра (U_i) от вероятнейшего его значения (U_B).

Значение СКП измерения навигационного параметра можно рассчитать по формуле:

$$m_U = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (U_i - U_B)^2}{n-1}}$$

$$m_U = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n U_i^2}{n-1}}$$
(18.4)

На практике СКП измерения любого навигационного параметра рассчитывается двумя способами:

1. → по отклонениям от среднего арифметического (ф. 18.4);
2. → по «размаху» измерений (менее точный).

Вероятность того, что погрешность навигационного параметра (U_i) не превосходит его СКП (m_U), равна 0,68 или 68% (рис. 18.1).

Предельную погрешность (\hat{m}_U) измерения навигационного параметра в зависимости от заданной ее вероятности (P) рассчитывают по формуле:

$$\hat{m}_U = K_{Pl} \cdot m_U$$
(18.5)

где K_{Pl} – коэффициент по заданной вероятности (см. табл. 1б «МТ-75» (с. 61) или табл. 4.7 «МТ-2000» (с. 395) «Функция Лапласа»),

то есть:

- 1) для P = 95,4% $\hat{m}_U = 2 \cdot m_U$ ($K_{Pl} = Z = 2,0$);
- 2) для P = 98,8% $\hat{m}_U = 2,5 \cdot m_U$ ($K_{Pl} = Z = 2,5$);
- 3) для P = 99,7% $\hat{m}_U = 3 \cdot m_U$ ($K_{Pl} = Z = 3,0$);
- 4) для P = 99,9% $\hat{m}_U = 3,5 \cdot m_U$ ($K_{Pl} = Z = 3,5$).

Функция Лапласа
(из табл. 1б «МТ-75» или табл. 4.7. «МТ-2000»)

Таблица 18.1

Z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,000	0,008	0,016	0,024	0,032	0,040	0,048	0,056	0,064	0,072
0,1	080	088	095	103	111	119	127	135	143	151
0,2	158	166	174	182	190	197	205	213	221	228
0,3	236	243	251	259	266	274	281	289	296	304
0,4	311	318	325	333	340	347	354	362	369	376

0,5	0,383	0,390	0,397	0,404	0,411	0,418	0,424	0,431	0,438	0,445
0,6	452	458	465	471	478	484	491	497	504	510
0,7	516	522	528	535	541	547	553	559	564	570
0,8	576	582	588	594	599	605	610	616	621	626
0,9	632	637	642	648	653	658	663	668	673	678
1,0	0,683	0,688	0,692	0,697	0,702	0,706	0,711	0,715	0,720	0,724
1,1	729	733	737	742	746	750	754	758	762	766
1,2	770	774	777	781	785	789	792	796	799	803
1,3	806	810	813	816	820	823	826	829	832	836
1,4	838	842	844	847	850	853	856	858	861	864
1,5	0,866	0,869	0,871	0,874	0,876	0,879	0,881	0,884	0,886	0,888
1,6	890	893	895	897	899	901	903	905	907	909
1,7	911	913	915	916	918	920	922	923	925	927
1,8	928	930	931	933	934	936	937	938	940	941
1,9	943	944	945	946	948	949	950	951	952	953
2,0	<u>0,954</u>	0,956	0,957	0,958	0,959	0,960	0,961	0,962	0,962	0,963
2,1	964	965	966	967	968	968	969	970	971	972
2,2	972	973	974	974	975	976	976	977	977	978
2,3	979	979	980	980	981	981	982	982	983	983
2,4	984	984	984	985	985	986	986	986	987	987
2,5	<u>0,988</u>	0,988	0,988	0,989	0,989	0,989	0,990	0,990	0,990	0,990
3,0	<u>997</u>	997	997	998	998	998	998	998	998	998
3,5	<u>1,000</u>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Вероятность нахождения нормальной случайной величины (X) в интервале от «а» до «δ» определяется по формуле:

$$P = \frac{1}{2} \left[\Phi\left(\frac{\delta - x}{m}\right) - \Phi\left(\frac{a - x}{m}\right) \right] \quad (18.6)$$

Задача 1: Определить вероятность измерения расстояния с погрешностью, не превосходящей по абсолютной величине 150м, если систематическая погрешность измерения расстояния равна 50м в сторону уменьшения расстояния. Случайные погрешности подчиняются нормальному закону и имеют СКП $m = 100$ м.

Решение: 1) По ф. 18.6:

$$P = \frac{1}{2} \left[\Phi\left(\frac{150 + 50}{100}\right) - \Phi\left(\frac{-150 + 50}{100}\right) \right] = \frac{1}{2} [\Phi(2) + \Phi(1)].$$

2) Из табл. 18.1: $\Phi(2) = 0,954$, $\Phi(1) = 0,683$

$$3) P(|x| < 150 \text{ м}) = \frac{0,954 + 0,683}{2} = 0,818 = 81,8\%$$

Задача 2: Рассчитать погрешность в измерении пеленга (v_n), соответствующую $P = 95\%$, если СКП измерения пеленга $m_n = \pm 0,3^\circ$.

Решение: 1) Из табл. 18.1. обратным входом по $P = 0,95$ выбираем величину $Z = 1,96$.
2) Рассчитываем $v_n = 1,96 \cdot 0,3^\circ \approx \pm 0,6^\circ$.

Задача 3: Определить вероятность появления погрешности в пеленге, не превышающей $\pm 0,5^\circ$, если СКП компасного пеленга $m = \pm 0,2^\circ$

Решение: 1) Вычисляем $Z = \frac{v_{зад}}{m} = \frac{0,5}{0,2} = 2,5$.

2) Из табл. 18.1 по аргументу $Z = 2,5$ находим искомую вероятность $P = 0,988$.

Задача 4: Определить пределы, в которых находится погрешность измерения расстояния с $P_{зад} = 0,866$, если СКП измерения расстояния $m_D = \pm 0,5$ кб.

Решение: 1) Из табл. 18.1 по аргументу $P = 0,866$ определяем $Z = 1,5$.
 2) Вычисляем искомые пределы погрешности
 $v_D = 1,5 \cdot 0,5 = \pm 0,75 \text{ кб.}$

Задача 5: Определить вероятность того, что действительное расстояние до ориентира не выйдет за пределы 105÷108кб, если среднее арифметическое (вероятнейшее) расстояние до ориентира $D = 106 \text{ кб.}$, а СКП измерения расстояния $m_D = \pm 2 \text{ кб.}$

Решение: 1) Рассчитываем аргументы функции Лапласа для случайных величин:

$$Z_1 = \frac{105-106}{2} = -0,5 \quad \text{и} \quad Z_2 = \frac{108-106}{2} = 1.$$

2) Из табл.18.1 по аргументам Z_1 и Z_2 выбираем значения вероятностей: $P_1 = 0,383$ и $P_2 = 0,683$

3) Вычисляем искомую вероятность $P = 0,5 (0,683 + 0,383) = 0,533$. (т.к. « Z_1 » величина отрицательная, то функции Лапласа складываются).

18.2. Оценка точности счисления координат судна

Современный уровень штурманской техники все еще не позволяет перейти к **обсервационному** способу судовождения, то есть судовождению на основе непрерывного определения места судна по внешним ориентирам. Поэтому **основой** выработки текущих (счислимых) координат места судна является **счисление** его пути, на основе которого получают (графически, аналитически, графо-аналитически) текущие координаты (счислимое место судна) на любой момент времени.

Счислимое место судна на любой момент времени определяется точкой пересечения двух линий (рис. 18.2.):

- линии пути судна;
- дуги окружности, проведенной из исходной точки плавания, радиусом, равным пройденному судном расстоянию.

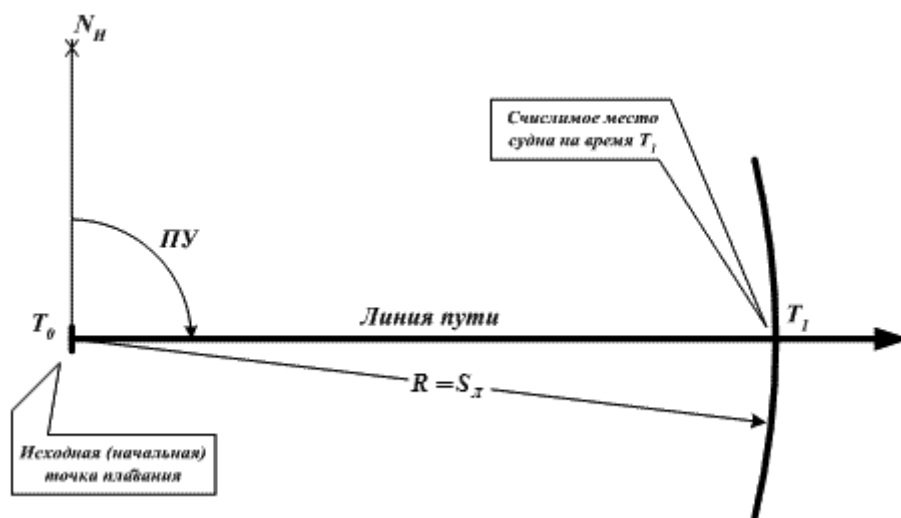


Рис. 18.2. Счислимое место судна

В результате неточного учета (или их изменения со временем) таких элементов, как поправка курсоуказателя (ΔK), величина угла дрейфа (α°), направление учитываемого течения (K_T) и его скорости (v_T) и пр. – путевой угол (ПУ) будет отличаться от расчетного на некоторую величину ($\Delta \text{ПУ}$).

В результате же неточного учета (или их изменения со временем) таких элементов, как поправка лага ($\Delta \text{Л\%}$), скорость учитываемого течения (v_T) и пр. – пройденное судном расстояние ($S_{\text{л}}$) будет отличаться от расчетного на некоторую величину (ΔS).

Учтя все погрешности, влияющие на путевой угол и все погрешности, влияющие на пройденное судном расстояние (см. табл. 12.1.), можно получить СКП путевого угла ($m_{ПУ}$) и СКП пройденного судном расстояния (m_S).

Под воздействием этих погрешностей ($m_{ПУ}$ и m_S) счислимое место судна на какой-то момент времени T_1 (рис. 18.3) будет располагаться не в конкретной точке (т. a), а в пределах некоторой площади (на рис. 18.3 – заштриховано), но где именно – заранее не известно.

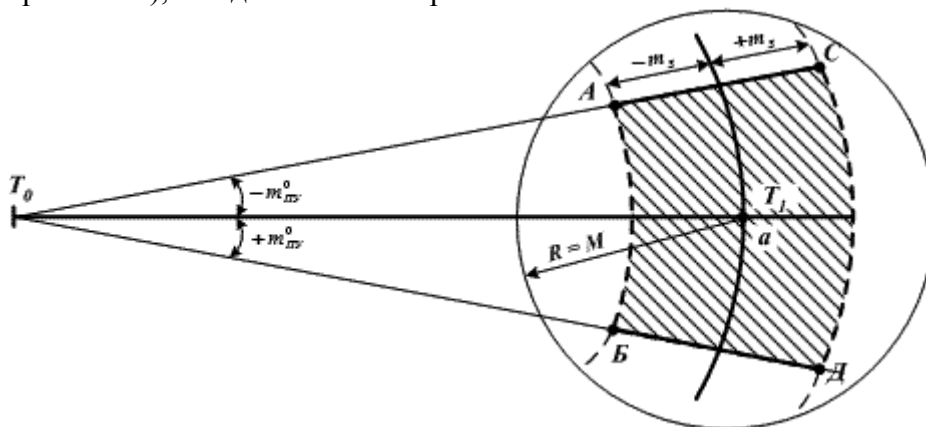


Рис. 18.3. Погрешность счисления пути судна

Это объясняется тем, что величина и знак абсолютного изменения путевого угла ($ПУ$) и пройденного расстояния (ΔS) проявляются как случайные величины.

Ссылаясь на теорию погрешности можно оценить вероятность нахождения счислимого места на время T_1 в «заштрихованной» (рис. 18.3) фигуре погрешности величиной $P = 46\%$ (0,46).

Если в эту фигуру вписать эллипс на полуосях

$$\left. \begin{aligned} \epsilon &= \frac{m_{ПУ} \cdot S}{57,3^\circ} \\ a &= m_S \end{aligned} \right\} \quad (18.7)$$

то вероятность нахождения счислимого места на время T_1 в эллипсе оценится в $P \approx 39\%$ (0,39). → рис. 18.11.

В практике судовождения точность места принято оценивать **радиальной или круговой среднеквадратической погрешностью**

$$M = \sqrt{a^2 + \epsilon^2} \quad (18.8)$$

Зная значение M из т. a проведем окружность радиусом $R = M$. Вероятность нахождения счислимого места в круге, радиусом $R = M$, составит $63 \div 68\%$ (0,63 ÷ 0,68) в зависимости от соотношения полуосей эллипса (a и ϵ).

Как видно из рис. 18.3 величина радиуса $R = M$ будет увеличиваться постоянно с увеличением пройденного судном расстояния (S).

На основании многолетних наблюдений получены следующие приближенные значения радиуса $R = M$ для нормальных условий плавания в зависимости от пройденного расстояния:

- **без ветра и течения:** $M \approx 0,02 \cdot S$ → если $S = 100$ миль, то $M = 2$ мили;
- **с учетом дрейфа от ветра:** $M \approx 0,03 \cdot S$ → если $S = 100$ миль, то $M = 3$ мили;
- **с учетом дрейфа от ветра и течения:** $M \approx 0,03 \div 0,07 \cdot S$ → если $S = 100$ миль, то $M = 3 \div 7$ миль.

Для конкретного проекта (типа) судна для конкретного района плавания (Черное море, Средиземное море и др.) нужно знать значение радиальной СКП счисления (M_C), чтобы иметь возможность в любое время оценить навигационную безопасность плавания.

Величина M_C зависит от пройденного судном расстояния, то есть от времени плавания по счислению. Осталось выяснить «скорость» увеличения M_C , то есть знать величину – **коэффициента точности счисления** (K_C).

Вероятность радиальной погрешности
(из табл. 1в «МТ-75» и табл. 4.13 «МТ-2000»)

Таблица 18.2.

$\frac{R_p}{M}$	Отношение полуосей эллипса погрешностей $e = b/a$										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
0,1	0,080	0,045	0,025	0,018	0,014	0,012	0,011	0,011	0,010	0,010	0,010
0,2	159	135	092	068	056	048	044	042	040	039	039
0,3	236	223	179	142	119	105	096	091	088	086	086
0,4	311	303	270	229	198	177	164	156	151	149	148
0,5	383	377	356	319	285	260	243	232	225	222	221
0,6	452	448	434	406	374	347	328	315	307	304	302
0,7	516	514	505	486	459	434	415	401	393	389	387
0,8	576	575	570	558	539	517	499	487	478	474	473
0,9	632	631	629	623	610	594	579	568	560	556	555
1,0	0,683	0,683	0,682	0,680	0,674	0,663	0,652	0,643	0,636	0,633	0,632
1,1	729	729	730	731	729	723	716	710	705	703	702
1,2	770	771	772	775	776	775	772	768	765	764	763
1,3	806	807	810	814	817	819	819	818	817	816	815
1,4	838	840	842	847	852	856	858	859	859	859	859
1,5	866	868	870	875	881	886	890	892	894	894	895
1,6	890	891	895	899	905	911	916	919	921	922	923
1,7	911	912	915	919	925	931	936	940	943	944	944
1,8	928	929	932	936	942	947	952	956	959	960	961
1,9	943	944	946	950	955	960	965	968	971	972	973
2,0	0,954	0,955	0,958	0,961	0,965	0,970	0,974	0,978	0,980	0,981	0,982
2,1	964	965	967	970	974	978	981	984	986	987	988
2,2	972	973	975	977	980	984	987	989	991	992	992
2,3	979	979	981	983	985	988	990	992	994	995	995
2,4	984	984	985	987	989	991	993	995	996	997	997
2,5	988	988	989	990	992	994	995	997	998	998	998
2,6	991	991	992	993	994	996	997	998	998	999	999
2,7	993	993	994	995	996	997	998	999	999	999	999
2,8	995	995	996	996	997	998	999	999	999	999	1,000
2,9	996	996	997	997	998	999	999	999	1,000	1,000	1,000
3,0	0,997	0,997	0,998	0,998	0,999	0,999	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000

$K_p = R_p / M \rightarrow$ коэффициент (нормированная радиальная погрешность), равный заданной радиальной погрешности (R_p) в долях радиальной СКП места (M).

Если « a » и « b » неизвестны, то выборки по $b/a = 1$.

Задача: Определить вероятность нахождения места судна в круге радиуса $M = \sqrt{a^2 + b^2}$ и круге радиуса $R_p = 2,9$ мили, если полуоси эллипса погрешностей: $a = 1,8$ мили, $b = 0,7$ мили.

Решение: 1) рассчитываем отношение полуосей эллипса: $e = b/a = 0,7/1,8 = 0,4$.
2) вычисляем радиальную СКП места судна:

$$M = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{(1,8)^2 + (0,7)^2} = 1,93 \text{ мили.}$$

3) из табл. 18.2 по $K_p = 1$ (для радиальной СКП $R_p = M$) и $e = 0,4$ выбираем $P = 0,674$ (67,4%)

4) из табл. 18.2 по $K_p = \frac{R_p}{M} = \frac{2,9}{1,93} = 1,5$ и $e = 0,4$ выбираем $P = 0,881$ (88,1%).

Вероятность радиальной погрешности при круговом распределении мест
(из табл. 4.15 «МТ-2000»)

Таблица 18.3.

$K_p = \frac{R_p}{M}$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,1	0,010	0,012	0,014	0,017	0,019	0,022	0,025	0,028	0,032	0,035
0,2	039	043	047	052	056	061	065	070	075	081
0,3	086	092	097	103	109	115	122	128	134	141
0,4	148	155	162	169	176	183	191	198	206	213
0,5	221	229	237	245	253	261	269	277	286	294
0,6	302	311	319	328	336	345	353	362	370	379
0,7	387	396	405	413	422	430	439	447	456	464
0,8	473	481	490	499	506	514	523	531	539	547
0,9	555	563	571	579	587	594	602	610	617	625
1,0	0,632	0,639	0,647	0,654	0,661	0,668	0,675	0,682	0,689	0,695
1,1	702	708	715	721	727	734	740	746	752	757
1,2	763	769	774	780	785	790	796	801	806	811
1,3	815	820	825	829	834	838	843	847	851	855
1,4	859	863	867	871	874	878	881	885	888	891
1,5	895	898	901	904	907	910	912	915	918	920
1,6	923	925	928	930	932	934	936	939	941	943
1,7	944	946	948	950	952	953	955	956	958	959
1,8	961	962	964	965	966	968	969	970	971	972
1,9	973	974	975	976	977	978	979	979	980	981
2,0	0,982	0,982	0,983	0,984	0,984	0,985	0,986	0,986	0,987	0,987
2,1	988	988	989	989	990	990	991	991	991	992
2,2	992	992	993	993	993	994	994	994	994	995
2,3	995	995	995	996	996	996	996	996	997	997
2,4	997	997	997	997	997	998	998	998	998	998
2,5	998	998	998	998	998	998	999	999	999	999
2,6	999	999	999	999	999	999	999	999	999	999
2,7	999	999	999	999	999	999	1,000	1,000	1,000	1,000
2,8	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

$K_p = \frac{R_p}{M}$ – отношение заданной радиальной погрешности (R_p) к радиальной СКП места (M) при $b/a = 1$.

Задача 1: Определить вероятность нахождения действительного места судна в круге радиуса $R_p = 1,2$ мили, если радиальная СКП при круговом распределении мест судна $M = 0,6$ мили.

Решение:

из табл. 18.3 по коэффициенту $K_p = \frac{R_p}{M} = \frac{1,2}{0,6} = 2,0$ выбираем значение $P = 0,982$ (98,2%).

Задача 2: Определить радиальную погрешность для вероятности $P_{зад} = 0,95$ (95%), если радиальная СКП при круговом распределении мест судна $M = 0,8$ мили.

Решение:

из табл. 18.3 по $P_{зад} = 0,95$ (95%) выбираем $K_p = 1,73$ следовательно: $R_{0,95} = 1,73 \cdot 0,8$ мили = 1,4 мили.

18.3. Коэффициент точности счисления и его расчет

Выявление погрешностей счисления производится посредством обсерваций (определением мест по внешним ориентирам). И хотя каждая обсервация содержит собственные погрешности, их совокупность позволяет выявить закон вероятных погрешностей счисления по времени.

Если в процессе плавания в данном районе (по данному маршруту) регулярно определялось место судна, и были получены величины невязок (разность в милях между счислимым и обсервованным местами на один и тот же момент времени) (рис. 18.4).

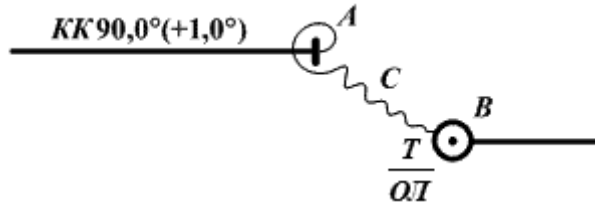


Рис. 18.4. Невязка счисления

т. *A* – счислимое место на время *T*,

т. *B* – обсервованное место на это же время,

C – расстояние в милях между т. *A* и т. *B* (величина невязки).

И если по значениям этих невязок (не < 13 невязок) построить график погрешностей счисления в зависимости от времени (рис. 18.5), то осреднение всех полученных на графике точек позволит получить «картину» изменения СКП счисления (M_c) по времени плавания по счислению (*t*).

Вид экспериментально полученной кривой зависимости величины $M_{C(t)}$ от времени плавания по счислению *t* (рис. 18.5) показывает, что в пределах 2-х часового интервала скорость изменения погрешности счислимого места подчиняется линейному закону, то есть погрешность счисления нарастает равномерно, после чего кривая приближается к параболе, а зависимость становится квадратической.

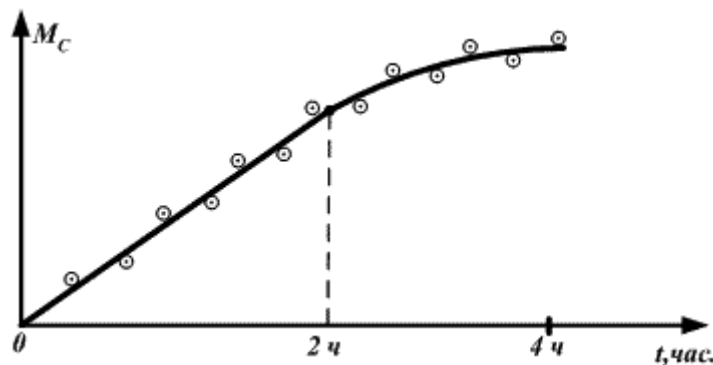


Рис. 18.5. График погрешности в счислении пути судна

Таким образом, погрешность счисления можно рассчитать на любой момент времени (T_1), опираясь на две основные величины:

1. ⇒ **продолжительность плавания по счислению (*t*)**, то есть время плавания судна от исходной (начальной) точки (T_0) до настоящего счислимого места (T_1) – $t = T_1 - T_0$;
2. ⇒ **коэффициент точности счисления (K_c)**, который характеризует скорость нарастания погрешности счисления по времени плавания по счислению.

Математически величина СКП счисления ($M_{C(t)}$) описывается следующими формулами:

$$M_{C \leq 2ч} = 0,7 \cdot K_c \cdot t_{час} \text{ (мили)} \text{ – при } t \leq 2 \text{ часа} \quad (18.9)$$

$$M_{C > 2ч} = K_c \cdot \sqrt{t_{час}}, \text{ (мили)} \text{ – при } t > 2 \text{ часа} \quad (18.10)$$

Величина K_c – коэффициент точности счисления.

Рассчитывается по специальной методике для каждого района (моря) плавания судна анализом полученных (не < 13) обсерваций.

Общая формула расчета при $t > 2ч$:

$$K_c = 1,13 \cdot \frac{\sum_1^n C_i \sqrt{t_i}}{\sum_1^n t_i} \quad (18.11)$$

Расчет значения K_c рассмотрим на примере:

Судно, выполняя плавание в Черном море, с момента выхода из порта до возвращения в него имело 13 определений места. Результаты определений сведены в таблицу 18.4.

Таблица 18.4.

№№ п/п	Величина каждой невязки счисления C_i (мили)	Время плавания по счислению между обсервациями (часы)	$\sqrt{t_i}$	$C_i \cdot \sqrt{t_i}$
1	1,7	6,2	2,50	4,23
2	1,4	8,0	2,84	3,96
3	1,4	4,4	2,10	2,94
4	0,3	3,1	1,76	0,53
5	2,0	3,0	1,73	3,47
6	0,8	8,2	2,87	2,29
7	0,8	3,5	1,88	1,60
8	2,5	2,5	1,58	3,96
9	2,1	6,1	2,47	5,19
10	0,9	6,4	2,54	2,28
11	2,0	4,0	2,00	4,00
12	1,5	7,1	2,66	4,00
13	2,2	8,1	2,85	6,26
		$\Sigma t_i = 70,6$		44,61

По формуле (18.11) рассчитываем:

$$K_c = 1,13 \cdot \frac{44,61}{70,60} \approx 0,7.$$

K_c по невязкам в счислении рассчитывается для отдельных маршрутов плавания или для района плавания с учетом гидрометеоусловий для каждого проекта (типа) судна и его штурманского вооружения.

Полученные величины K_c каждым судном осредняются для данного района и данного проекта.

Эти средние значения K_c являются исходными для нового судна этого типа.

Примечание:

Метод расчета K_c по погрешностям в элементах счисления более сложен и в практике применяется редко.

Из опыта плавания:

Таблица 18.5.

Для транспортных судов	K_c
1. Автоматическое счисление (АПИ РНС, НАК) с:	
• абсолютным лагом	0,4
• относительным лагом	0,6
2. Ручное графическое счисление:	
• закрытые моря со слабыми течениями	0,9 ÷ 1,2
• моря с сильными переменными течениями	1,5 ÷ 1,8
• моря с сильными постоянными течениями	2,0 ÷ 2,4
• океаны при нормальной погоде	1,8 ÷ 2,4
• океаны при штормовой погоде	3 ÷ 4

18.4. Средняя квадратическая погрешность линии положения

Для большинства навигационных параметров навигационные изолинии являются кривыми линиями, построение которых на карте вызывает определенную трудность.

В этих случаях навигационная изолиния может быть заменена небольшим по длине отрезком прямой линии, касательным к изолинии вблизи счислимого места судна (рис. 18.6).

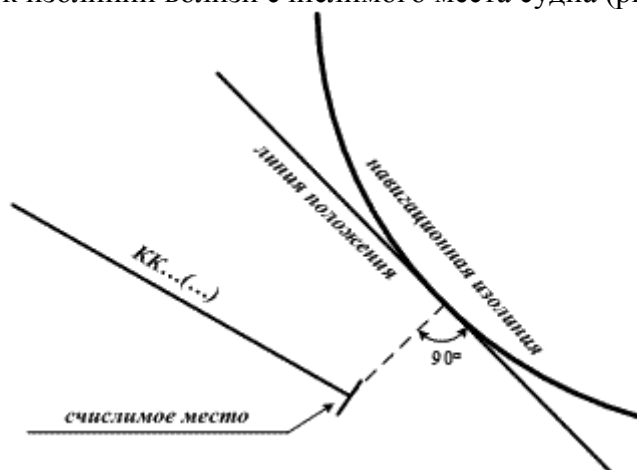


Рис. 18.6. Навигационная изолиния и линия положения

Эти прямые линии, которые заменяют навигационные изолинии, называются **линиями положения** → отрезки прямых линий, касательные к навигационным изолиниям вблизи счислимого места судна.

Замена навигационных изолиний линиями положения позволяет простыми приемами находить обследованное место судна на карте и производить оценку его точности.

Линия положения (ЛП) характеризуется следующими **свойствами** (рис. 18.7):

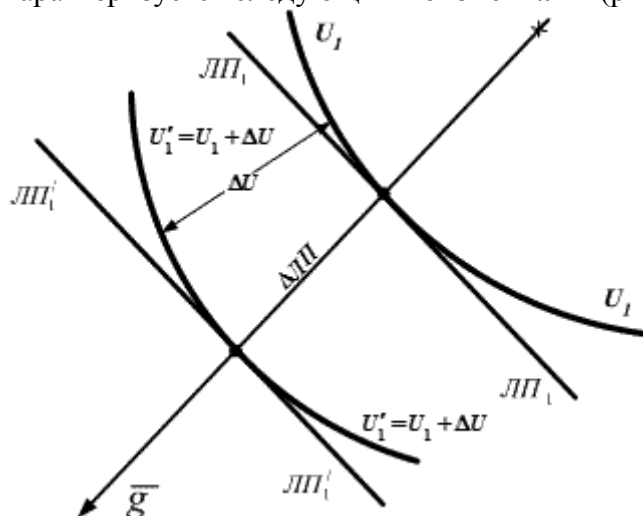


Рис. 18.7. Свойства навигационной линии положения

1. При малом изменении величины навигационного параметра ΔU линии положения смещаются параллельно друг другу ($ЛП', \parallel ЛП$).
2. Величина параллельного смещения линии положения $\Delta ЛП$ находится в пропорциональной зависимости от величины изменения навигационного параметра (ΔU).

Математически это свойство выражается формулой

$$\Delta ЛП = \frac{\Delta U}{g}, \quad (18.12)$$

где $\Delta ЛП$ – линейное смещение линии положения в единицах длины (мили);

ΔU – изменение навигационного параметра в его единицах;

g – градиент навигационного параметра (его численное значение).

Неизбежные случайные погрешности, допускаемые при измерениях навигационных параметров (пеленгов, расстояний и пр.) вызывают погрешность и линии положения.

Рассмотрим, каковы будут эти погрешности в зависимости от значений градиентов (g) и погрешностей измерения навигационного параметра (m_U).

Допустим, что в результате измерения какого-то навигационного параметра была получена навигационная изолиния, которая в общем случае выражается как:

$$U = f(x, y) \quad (18.13)$$

Заменим вблизи счислимого места навигационную изолинию отрезком прямой ей касательным – линией положения (рис. 18.8).

Пусть при измерении навигационного параметра была допущена случайная погрешность ΔU . В результате этой погрешности линия положения сместится по нормали на некоторое расстояние $\Delta \text{ЛП}$.

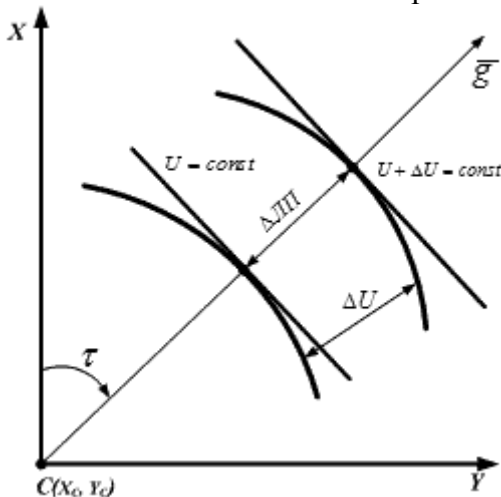


Рис. 18.8. Свойства навигационной линии положения

Величина смещения линии положения в зависимости от погрешности навигационного параметра (ΔU) и его градиента (\bar{g}) найдется по формуле (18.12), то есть $\Delta \text{ЛП} = \frac{\Delta U}{\bar{g}}$ (2-е свойство линии положения).

Градиент навигационного параметра (g) для данной точки – величина постоянная.

Учитывая то, что «...квадрат средней квадратической погрешности функции равен сумме квадратов произведений частных производных функций по каждому аргументу на среднюю квадратическую погрешность соответствующего аргумента...» формула СКП линии положения ($m_{\text{ЛП}}$) применительно к изолинии, выражаемой линейным уравнением $U = f(x, y)$, будет иметь вид

$$m_{\text{ЛП}} = \frac{m_U}{g}, \quad (18.14)$$

где $m_{\text{ЛП}}$ – СКП линии положения (мили);

m_U – СКП измерения навигационного параметра;

g – градиент навигационного параметра.

Значение градиента навигационного параметра означает: на какую величину нужно ошибиться в получении (измерений) навигационного параметра, чтобы линия положения сместилась точно на одну милю.

$$\bar{g} = \frac{\Delta U}{\Delta \text{ЛП} = 1 \text{ миля}} \quad (18.15)$$

Если с РЛС мы сняли расстояние до ориентира с ошибкой в 1 милю, значит, и линия положения сместится тоже на 1 милю. Из этого следует, что градиент расстояния равен единице, то есть:

$$g_D = 1 \quad (18.16)$$

Если до берегового ориентира расстояние $D = 1$ миля, то для смещения линии положения тоже на 1 милю мы должны снять пеленг на этот ориентир с ошибкой в 1 радиан = $57,3^\circ$ (если до маяка $D = 57,3$ мили \rightarrow ошибка в пеленге = 1°).

Значит, для пеленга:

$$g_{\Pi}^{\circ} = \frac{57,3^{\circ}}{D \text{ мили}} \quad (18.17)$$

Значения градиентов навигационных параметров используемых в судовождении известны и приведены в табл. 5.47 «МТ-2000» (с. 470÷482).

Графически СКП линии положения можно пояснить следующим образом (рис. 18.9).

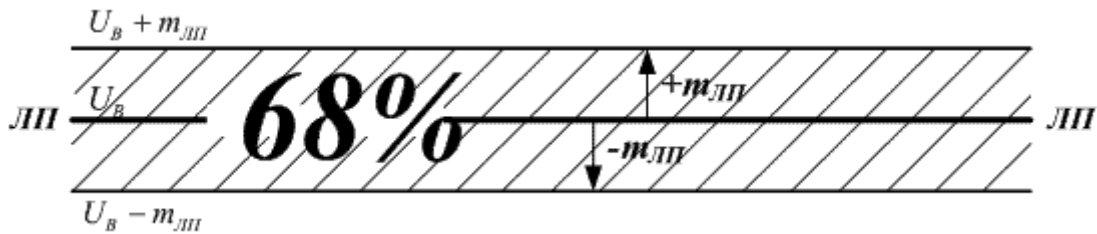


Рис. 18.9. Среднеквадратическая погрешность линии положения

Если проложить на карте навигационную изолинию или линию положения, то при анализе погрешности определения места следует считать, что судно находится в полосе шириной $\pm m_{ЛП}$, а не точно на проведенной линии (ЛП).

Так как $m_{ЛП}$ является СКП, то вероятность нахождения судна в полосе $\pm m_{ЛП}$ равна $\approx 68\%$.

Можно сказать и так, что «... вероятнейшее значение навигационного параметра (U_B), соответствующее данной линии положения (навигационной изолинии), находится в полосе $\pm m_{ЛП}$ с вероятностью $P = 0,68$ ».

Пример расчета СКП линии положения ($m_{ЛП}$).

На 2 ориентира измерены визуальные пеленги с СКП $m^{\circ}_{\Pi} = \pm 0,8^{\circ}$. Расстояния от obserвованного места судна до ориентиров соответственно равны: $D_1 = 8,2 \text{ мили}$ и $D_2 = 14,2 \text{ мили}$.

Рассчитать: СКП линий положения ($m_{ЛП1}$ и $m_{ЛП2}$).

Решение.

- По формуле (18.17) $g_{\Pi}^{\circ} = \frac{57,3^{\circ}}{D \text{ мили}}$ рассчитываем значения градиента навигационного параметра (пеленга) для obserвованной точки:
 $g^{\circ}_{\Pi 1} = 57,3^{\circ} / 8,2 \text{ мили} = 7,0$; $g^{\circ}_{\Pi 2} = 57,3^{\circ} / 14,2 \text{ мили} = 4,0$.

- По формуле (18.14) $m_{ЛП} = \frac{m_{\Pi}}{g}$ рассчитываем СКП линий положения:
 $m_{ЛП 1} = \frac{\pm 0,8^{\circ}}{7,0} = \pm 0,12 \text{ мили}$; $m_{ЛП 2} = \frac{\pm 0,8^{\circ}}{4,0} = \pm 0,2 \text{ мили}$.

Таким образом, получили значения полуширины полос в пределах которых obserвованное место судна находится с вероятностью $\approx 68\%$ ($P = 0,68$).

18.5. Радиальная (круговая) СКП obserвованного места судна

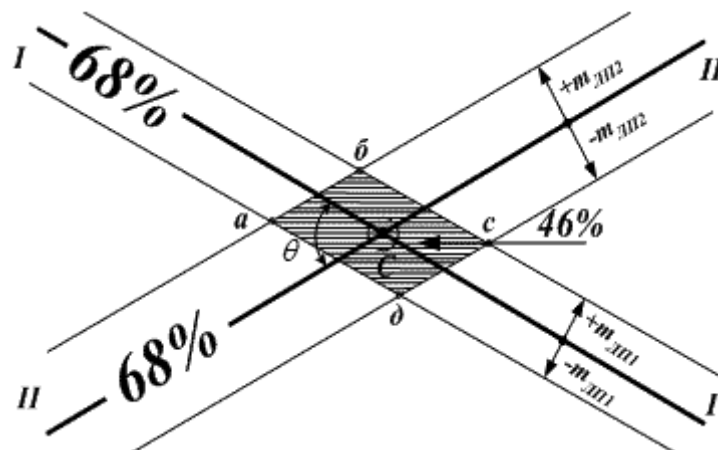


Рис. 18.10. Погрешность obserвованного места судна

Поскольку obserвованное место судна образуется пересечением минимум двух линий положения, а, значит, и двух полюс, то на путево й карте мы получим не точку C (рис. 18.10), а так называемую **фигуру погрешностей «abcd»**. Размеры этой фигуры при неизменных $m_{лп1}$ будут зависеть, прежде всего, от угла пересечения линий положения – угла θ .

При $\angle\theta = 90^\circ$ площадь фигуры погрешностей наименьшая, а при $m_{лп1} = m_{лп2}$ – квадрат. Но, чем меньше будет этот $\angle\theta$, тем больше будет площадь фигуры погрешностей «abcd».

Вероятность нахождения obserвованного места судна в этой фигуре погрешностей равна произведению вероятностей нахождения места судна в каждой из полос, то есть: $P = 0,68 \cdot 0,68 \approx 0,46$ (46%).

Однако, точность места судна принято оценивать не параллелограммом «abcd» (ромбом, квадратом) погрешностей, а **эллипсом**, вписанным в этот параллелограмм (рис. 18.11).

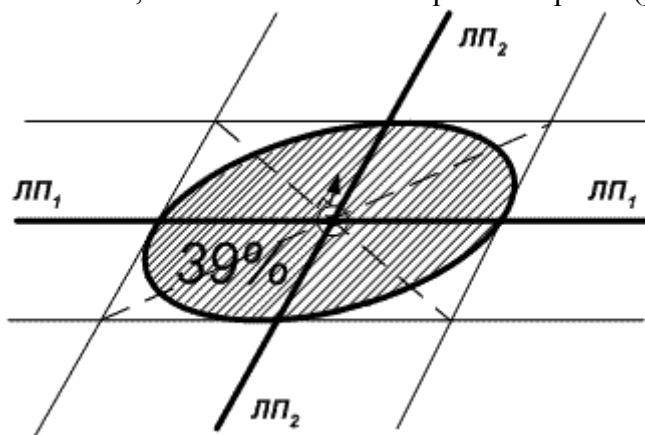


Рис. 18.11. Эллиптическая погрешность obserвованного места судна

Эллипс погрешностей обладает следующими свойствами:

1. Размеры и ориентировка эллипса погрешностей дают наглядное представление о точности определения места по различным направлениям.
2. Вероятность того, что случайная погрешность не выйдет за пределы эллипса погрешностей больше, чем для любой другой фигуры погрешности, имеющей такую же площадь.
3. Среди всех фигур, в пределах которых, вероятность нахождения судна одинакова, эллипс погрешностей имеет наименьшую площадь.

Вероятность нахождения места судна в эллипсе погрешностей равна $P = 0,39$ (39%).

Но эллипс погрешностей, из-за сложности его построения, применяют только при решении специальных задач судовождения.

В повседневной практике используют более грубую, но более простую оценку точности места судна – через **радиальную (круговую) СКП – M_0** .

Радиальная (круговая) СКП obserвованного места (M_0) построена на полуосях эллипса погрешностей (рис. 18.12).

$$R = M_0 = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (18.18)$$

Вероятность нахождения obserвованного места судна в круге радиусом $R = M_0$ зависит от соотношения полуосей эллипса погрешностей.

Например:
$$\begin{cases} \text{при } \frac{b}{a} = 0,1 & P = 68\%; \\ \text{при } \frac{b}{a} = 1,0 & P = 63\%. \end{cases}$$

В общем случае, вероятность нахождения места судна в круге радиусом $R = M_0$ принимается равной **63% (0,63)**, так как в большинстве случаев соотношение полуосей эллипса b/a близко к 1.

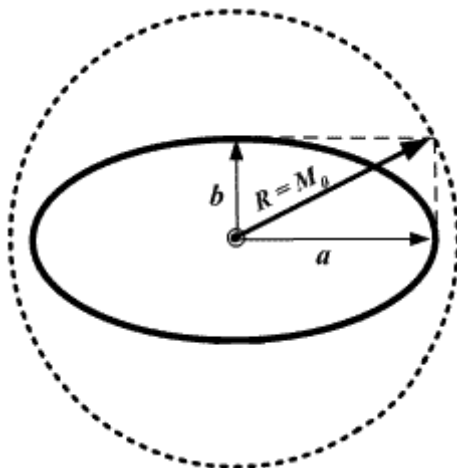


Рис. 18.12. Радиальная (круговая) СКП места судна

Как видно из рис. 18.13 при $\theta = 90^\circ$ ($\sin \theta = 1$) полуоси эллипса погрешностей численно равны по своей величине СКП линий положения ($a = m_{ЛП1}$, $b = m_{ЛП2}$) и формулу (18.18) для этого случая можно записать как:

$$R = M_0 = \sqrt{m_{ЛП1}^2 + m_{ЛП2}^2} \quad (18.19)$$

Для общего же случая (когда $\theta \neq 90^\circ$ и $\sin \theta < 1$) радиальная (круговая) СКП obserвованного места судна M_0 в зависимости от СКП линий положения ($m_{ЛП1}$ и $m_{ЛП2}$) и угла их пересечения θ определяется по общей формуле (18.20):

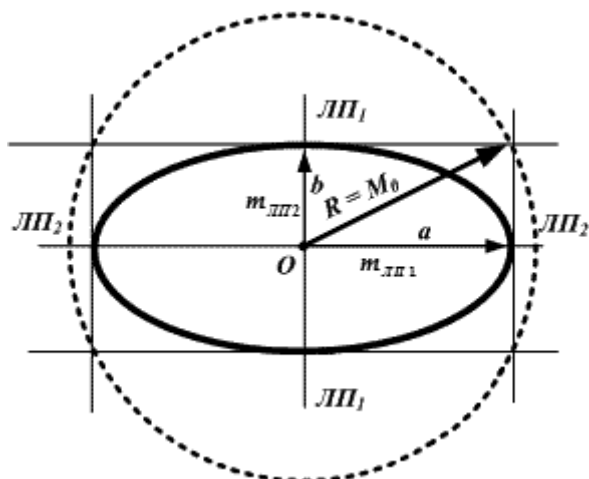


Рис. 18.13. Радиальная (круговая) СКП obserвованного места судна

$$M_0 = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{m_{ЛП1}^2 + m_{ЛП2}^2} \quad (18.20)$$

Эта формула является основной для расчета величины радиальной (круговой) СКП места судна, определенного по двум любым линиям положения.

При равноточных наблюдениях, то есть когда $m_{ЛП1} = m_{ЛП2}$ формула (18.20) примет вид:

$$M_0 = \frac{m_{ЛП} \cdot \sqrt{2}}{\sin \theta} \approx 1,4 \cdot m_{ЛП} \cdot \operatorname{cosec} \theta \quad (18.21)$$

Решим задачу расчета M_0 на примере:

Дано: $m_{ЛП1} = \pm 2,5$ мили; $m_{ЛП2} = \pm 1,0$ мили; $\theta = 43^\circ$; $M_0 - ?$

Решение: по формуле (18.20) $M_0 = \frac{1}{\sin 43^\circ} \sqrt{(2,5)^2 + (1,0)^2} = \frac{1}{0,68} \cdot \sqrt{7,3} = 4,0$ мили.

Если теперь из obserвованного места судна на путевой карте провести окружность радиусом $R = M_0 = 4,0$ мили, то можно сказать, что фактическое место судна находится в пределах площади этой окружности с вероятностью $P = 63\%$ (0,63).

18.6. Оценка и анализ точности счислимого места судна

18.6.1. Средняя квадратическая и предельная погрешности счислимого места судна

Радиальная (круговая) СКП счисления (M_{Ct}) характеризует счислимое место судна на какой-то момент времени только для случая, когда исходное (начальное) место судна имело погрешность, равную нулю.

В практике такого не бывает. Ведь даже место причала или швартовной бочки нанесено на карте с какой-то погрешностью.

А как же определяется СКП счислимого места на любой момент времени (M_{Ct}), если исходной точкой было место с начальной погрешностью M_0 ?

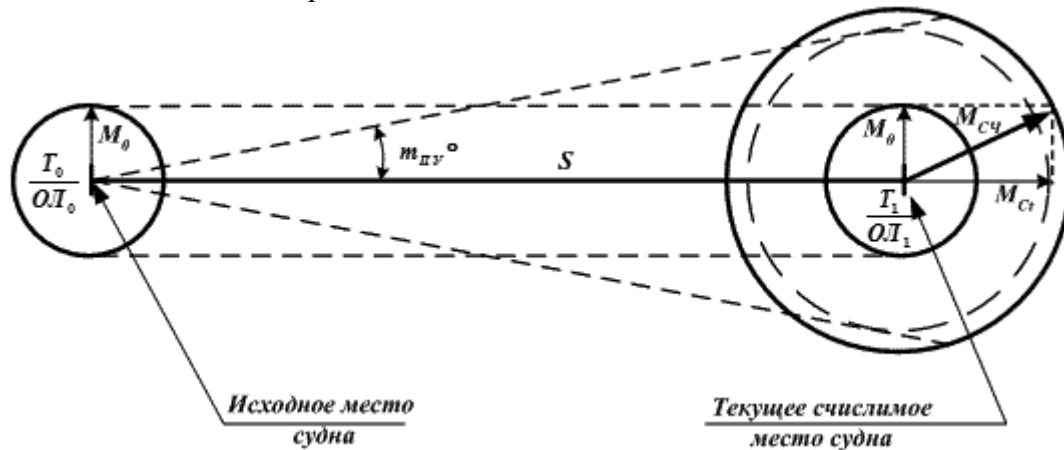


Рис. 18.14. Радиальная (круговая) СКП счислимого места судна

Погрешность счислимого (текущего) места судна складывается квадратически (рис. 18.14) из погрешности исходной обсервации (M_0) или исходной точки и погрешности счисления (M_{Ct}) за время

плавания от исходной точки $\left(\frac{T_0}{OЛ_0}\right)$ до счислимого места $\left(\frac{T_1}{OЛ_1}\right) - t = T_1 - T_0$.

Математически радиальная (круговая) СКП счислимого места (M_{Ct}) выражается формулой:

$$M_{Ct} = \sqrt{M_0^2 + M_{Ct}^2} \text{ (мили)} \quad (18.22)$$

Рассчитанная по формуле (18.22) СКП счислимого места (M_{Ct}) имеет вероятность $P \approx 63\%$ (0,63). В некоторых же случаях необходимо иметь более высокую вероятность счислимого места, то есть знать радиус круга, внутри которого фактическое место судна находится с $P > 63\%$ (0,63).

Требуется **знать предельную погрешность** счислимого места с заданной вероятностью (P).

Предельная погрешность (\hat{M}) математически выражается общей формулой:

$$\hat{M} = M \cdot K_p \quad (18.23)$$

где M – радиальная (круговая) СКП места судна;

K_p – коэффициент по заданной вероятности ($P = 90\% - K_p = 1,5$; $P = 95\% - K_p = 1,73$; $P = 98\% - K_p = 2,0$; $P = 99\% - K_p = 2,15$; $P = 99,9\% - K_p = 2,7$).

См. табл. 1в «МТ-75» (с. 61) или табл. 4.13 «МТ-2000» (с. 406) «Вероятность радиальной погрешности» для соотношения полуосей эллипса погрешностей $e = b / a = 1,0$. или табл. 4.15 «МТ-2000» (с. 407) «Вероятность радиальной погрешности при круговом распределении мест» см. табл. 18.2 и 18.3.

Точность счислимого места судна обязательно рассчитывается:

1. → в часы, кратные 4-м, при плавании по счислению;
2. → при передаче штурманской вахты;
3. → с прибытием по счислению в назначенную точку встречи (район);
4. → при подходе к побережью или к навигационной опасности и других случаях, по указанию капитана.

Для определения возможности входа по счислению в узкость, на фарватер, в назначенную полосу движения и др. точность текущего места следует оценивать предельной погрешностью ($\hat{M}_{сч}$) с вероятностью $P = 0,99$ (99%).

18.6.2. Выбор безопасного пути судна с учетом точности его плавания

При плавании судна в море возникает необходимость рассчитать – на каком расстоянии следует пройти (обойти) навигационную опасность, чтобы безопасно «разойтись» с ней с заданной вероятностью ($P_{зад}$).

Рассмотрим это на примере (рис. 18.15).

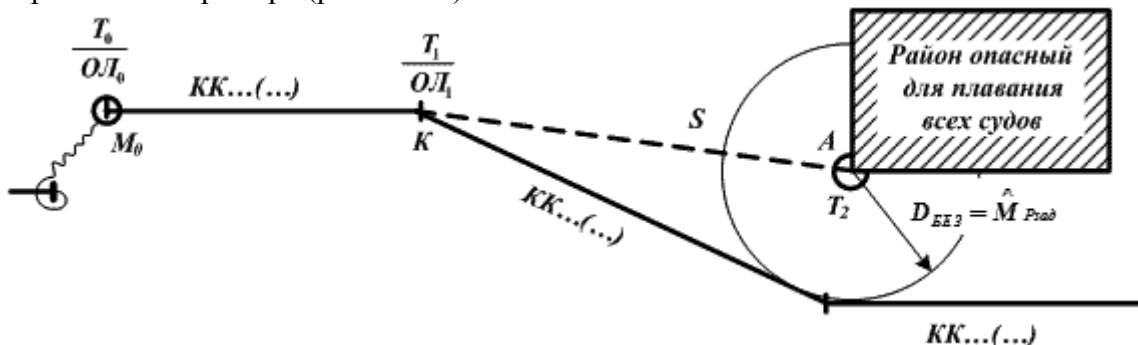


Рис. 18.15. Выбор безопасного пути судна с учетом точности его плавания

Задача: исключить вхождение в «Район опасный для плавания всех судов» с $P_{зад}$.

Для решения этой задачи необходимо:

1. → исходную (упреждающую) точку, в которой будет изменен курс судна (т. K), соединить с навигационной опасностью (т. A);
2. → снять расстояние (S) между этими точками (т. K и т. A);
3. → рассчитать, сколько потребуется времени, чтобы судно прошло это расстояние с заданной

$$\text{скоростью} \rightarrow t_1 = \frac{S(\text{мили})}{V_{л} \text{ уз.}};$$

4. → рассчитать судовое время «прихода» в т. $A \rightarrow T_2 = T_1 + t_1$;
5. → рассчитать время плавания по счислению $t = T_2 - T_0$ (последний расчет СКП (M_0) был в т.

$$\left(\frac{T_0}{OL_0} \right);$$

6. → по формуле (18.9) или (18.10) по K_C и t рассчитать $M_{сч}$;
7. → по формуле (18.22) рассчитать $M_{сч}$;
8. → по формуле (18.23) по $M_{сч}$ и $P_{зад}$ рассчитать $\hat{M}_{сч}$;
9. → от т. A (навигационной опасности) провести дугу окружности радиусом $R = \hat{M}_{сч_{риск}} = D_{БЕЗ}$;
10. → из исходной точки (т. K) провести касательную к данной дуге и снять ее направление – искомая линия пути, следуя по которой судно пройдет навигационную опасность в $D_{БЕЗ} = \hat{M}_{риск}$.

18.6.3. Задачи по расчету точности места судна ($M_0, M_{сч}, M_{сч}, \hat{M}_{сч}$ с $P_{зад}$)

№ зад.	Условие					Ответ				
	для расчета M_0 по 2-м ЛПП				K_C	Время на которое рассчитывается $M_{сч}$	M_0 (мили)	$M_{сч}$ (мили)	$M_{сч}$ (мили)	$\hat{M}_{сч}$ для $P = 95\%$ (мили)
	T_0 (час)	$m_{лп1}$ (мили)	$m_{лп2}$ (мили)	θ°						
1	09.00	± 0,2	± 0,9	30°	0,5	12.00	1,84	0,87	2,04	3,53
2	10.00	± 0,3	± 0,8	35°	0,6	12.00	1,49	0,84	1,71	2,96
3	11.00	± 0,4	± 0,7	40°	0,7	12.00	1,26	0,49	1,35	2,34
4	12.00	± 0,5	± 0,6	45°	0,8	16.00	1,10	1,60	1,94	3,36
5	13.00	± 0,6	± 0,5	50°	0,9	16.00	1,01	1,56	1,86	3,22
6	14.00	± 0,7	± 0,4	55°	1,1	16.00	0,98	1,54	1,83	3,17
7	15.00	± 0,8	± 0,3	60°	1,2	16.00	0,98	0,84	1,29	2,23
8	16.00	± 0,9	± 0,2	65°	1,3	20.00	1,01	2,60	2,79	4,83
9	17.00	± 0,8	± 0,3	70°	1,4	20.00	0,91	2,42	2,59	4,48
10	18.00	± 0,7	± 0,4	75°	1,5	20.00	0,83	2,10	2,26	3,91

Выводы

1. Любой измеренный навигационный параметр есть величина случайная и лишь с какой-то степенью достоверности соответствующая его истинному значению.
2. Все погрешности измерений делятся на 3 вида:
 - случайные;
 - систематические;
 - грубые (промахи).
3. Случайные погрешности подчиняются закону нормального распределения (закону Гаусса).
4. Основной характеристикой оценки точности измерения навигационного параметра является СКП – средняя квадратическая погрешность.
5. Точность счислимого места принято оценивать радиальной или круговой СКП ($M_{CЧ}$).
6. Вероятность нахождения счислимого места судна в круге, радиусом $R = M$ составляет $0,63 \div 0,68$ ($63 \div 68\%$).
7. Коэффициент точности счисления (K_C) характеризует скорость нарастания погрешности счисления по времени плавания по счислению.
8. Вероятнейшее значение навигационного параметра (U_B) соответствующего данной линии положения (навигационной изолинии), находится в полосе $\pm m_{ЛП}$ с вероятностью $P = 0,68$ (68%).
9. Радиальная (круговая) СКП обсервованного места судна (M_0) построена на полуосях эллипса погрешностей, а ее величина определяется по формуле:

$$M_0 = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{m_{ЛП1}^2 + m_{ЛП2}^2}, (\text{мили})$$

10. Погрешность счислимого (текущего) места судна складывается квадратически из погрешности исходной точки и погрешности счисления за время плавания от исходной точки до счислимого (текущего) места.
11. Учет погрешности счислимого (текущего) места судна – одна из важнейших гарантий его безопасного плавания.

ГЛАВА 19. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА СУДНА ПО РАДИОПЕЛЕНГАМ НА КРУГОВЫЕ РАДИОМАЯКИ

19.1. Принцип радиопеленгования

Для решения задачи определения места судна в море по радиопеленгам на береговые радиомаяки необходимы, как минимум, два условия:

- → наличие на берегу двух (или более) морских радиомаяков кругового излучения (КРМК), находящихся в зоне плавания судна;
- → наличие радиопеленгатора на судне.

Радиопеленгатор → судовой прибор, предназначенный для определения направления на источники излучения электромагнитных колебаний (КРМК^К).

Современные судовые радиопеленгаторы можно классифицировать **по способу индикации** искомого направления на радиомаяк и **по способу его работы**.

По способу индикации искомого направления судовые радиопеленгаторы разделяются на **слуховые** и **визуальные**.

В **слуховых радиопеленгаторах** направление определяется на слух по громкости принимаемого сигнала. Они могут быть с поворотной или неподвижной рамочной антенной. В радиопеленгаторах с неподвижной рамочной антенной применяется гониометрическое устройство. К слуховым РП можно отнести радиопеленгаторы типа «Рыбка», «Баркас».

В **визуальных радиопеленгаторах** для индикации направления применяются стрелочные индикаторы (АРП) и электронно-лучевые трубки («Румб»).

По способу работы радиопеленгаторы делятся на неавтоматические и автоматические (АРП).

В современных судовых радиопеленгаторах применяется равносигнальный способ определения направления и способ пеленгования по минимуму принимаемого сигнала.

Основные тактико-технологические характеристики судовых радиопеленгаторов приведены в таблице 19.1.

Основные тактико-технологические характеристики радиопеленгаторов

Таблица 19.1.

Характеристика	АРП-50 (50Р, 53, 53Р, 85)	АРП-58 СВ	ДВРП «Румб»
Диапазон частот (кГц)	187,5 ÷ 750,0	120 ÷ 1340	250 ÷ 545 1600 ÷ 2800
Точность радиопеленгования (СКП): – в автоматическом режиме – в слуховом режиме	± 1,0° ÷ ± 1,5° ± 0,75° ÷ ± 1,0°	± 2,0° ± 1,5°	± 1,0° –
Электропитание	127В, 50Гц	400-500 кГц, 115(220) В и пост. 24В	127 (220)В, 50Гц
Особенности конструкции	Гониометр	Поворотная рамка	2-х канальный с коммутацией каналов

Морской радиомаяк → устройство, имеющее фиксированное, известное мореплавателю, положение и передающее специальные радиосигналы в определенном порядке и по определенному расписанию и на известной мореплавателю частоте.

Морской радиомаяк кругового излучения (КРМК^К) снабжен антенными устройствами, создающими во всех направлениях по горизонту на равных удалениях одинаковую напряженность электромагнитного поля, что и позволяет пеленговать его с помощью судового радиопеленгатора (РП), обладающего свойством направленного приема, то есть определять направление на источник излучения (КРМК^К).

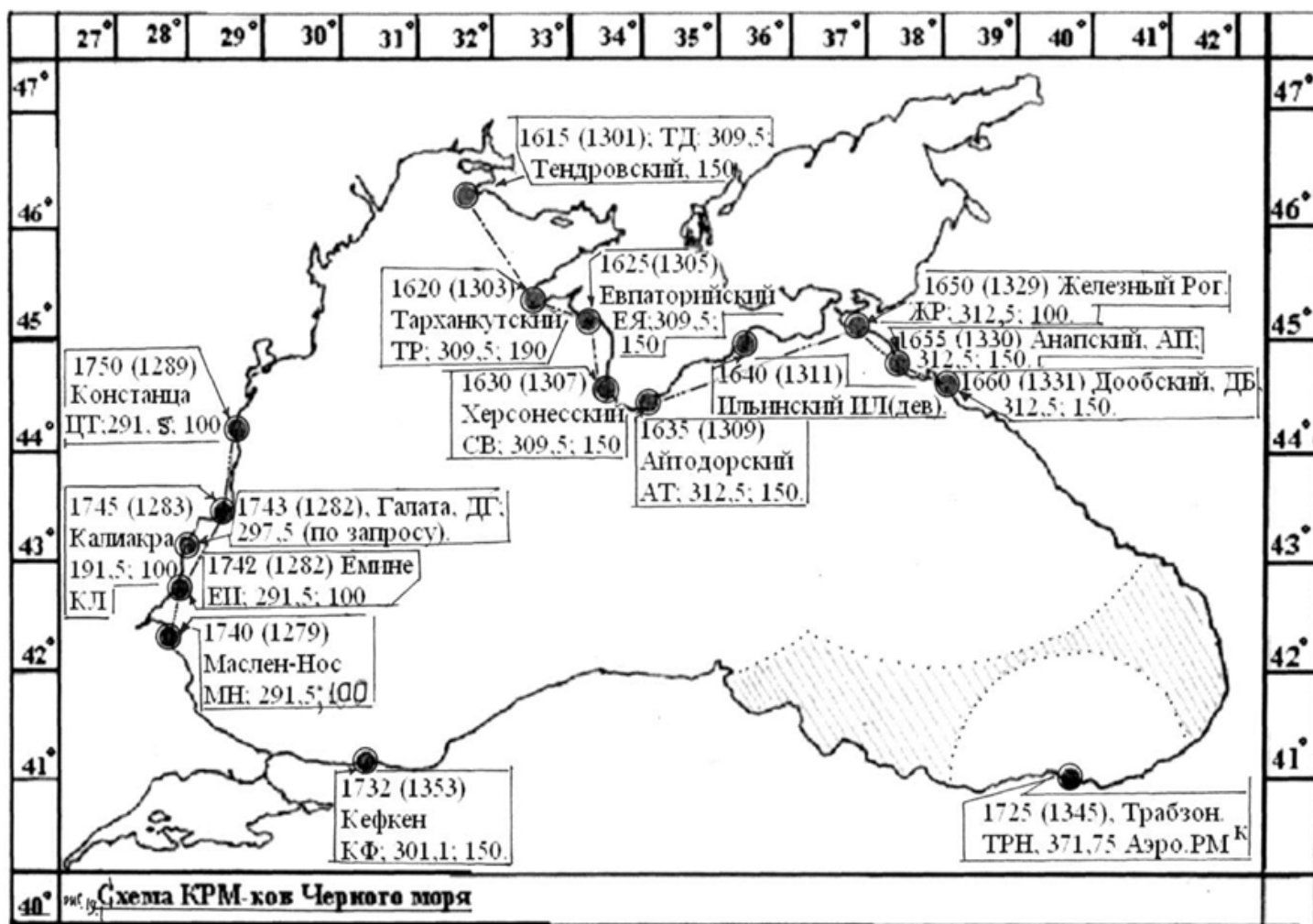


Рис. 19.1. Схема КРМ-ков Черного моря

КРМ-ки работают в диапазоне частот 285-325 кГц (длина волны 1056-936м) колебаниями класса А1А или А2А.

Для улучшения условий использования и уменьшения взаимных помех КРМ-ки объединяются в группы по 2-6 маяков в каждой и работают на излучение поочередно по расписанию на одной несущей частоте (длине волны), а их сигналы отличаются друг от друга только позывными и частотой тона (тональной модуляции). Такой порядок работы позволяет получать направления на несколько КРМ-ков, не перестраивая радиопеленгатор на другую частоту.

Необходимая информация о морских радиомаяках и аэрорадиомаяках приведена в навигационном руководстве «Радиотехнические средства навигационного оборудования (РТСНО)».

Для Северного Ледовитого и Атлантического океанов → см. отдел III «РТСНО» Адм. № 3001 (с. 67÷156).

На побережье Мирового океана установлено более 1.000 радиомаяков и аэрорадиомаяков, которые могут использоваться судоводителями для определения по ним своего места в море.

Для Черного моря на рис. 19.1 «Схема КРМ-ков» приведена информация о радиомаяках и аэрорадиомаяках (русский и международный номер, название, позывной, рабочая частота, дальность действия).

Только незначительная часть акватории Черного моря (на рис. 19.1. заштрихована) не охвачена рабочими зонами действующих радиомаяков.

Радиопеленгование → процесс определения направления распространения электромагнитной волны (ЭМВ) от радиомаяка на судне (определение направления на передающую радиостанцию радиотехническим методом).

Типовой судовой автоматический радиопеленгатор (АРП) работает в двух режимах: **1.** ⇒ *слуховой* и **2.** ⇒ *автоматический*.

При слуховом радиопеленговании направление на КРМ^К определяется по интенсивности слышимости принимаемого радиосигнала (по его «**минимуму**»).

В автоматическом режиме направление на КРМ^К определяется автоматически после настройки АРП на частоту КРМ^{КА}.

Для определения направления распространения ЭМВ применяется рамочная антенна, представляющая собой катушку индуктивности, состоящую из нескольких витков изолированного провода, помещенную в металлический экран. Периметр катушки рамочной антенны может быть любой формы (круг, квадрат, ромб и др.).

Если плоскость рамки совпадает с направлением распространения ЭМВ, то результирующая наведенная э.д.с. в вертикальных витках рамки будет иметь максимальное значение.

Если же плоскость рамки поставить перпендикулярно к направлению на КРМ^К, то в вертикальных проводниках наведутся э.д.с., равные по величине и противоположно направленные, поэтому результирующая их величина будет равна «нулю».

Величина результирующей э.д.с. в рамке зависит от положения плоскости рамки относительно распространения ЭМВ (направления на КРМ^К).

Таким образом, поворачивая рамку относительно направления распространения ЭМВ (направления на КРМ^К), можно изменять величину э.д.с., наводимой в рамке.

При этом, при развороте рамки на 360° результирующая э.д.с. имеет 2 минимума и 2 максимума.

Теоретически направление на КРМ^К можно определить по «максимуму» или «минимуму» слышимости сигнала. Однако в практике используется способ пеленгования по «**минимуму**» как более точный, чем по «максимуму».

В современных АРП для определения направления на КРМ^К поворотные рамки не применяются. Для этой цели используется более совершенная конструкция, состоящая из 2-х взаимно перпендикулярных и неподвижных рамок и гониометра.

Гониометр → устройство, вмонтированное в приемник АРП и предназначенное для определения и снятия отсчета направления распространения ЭМВ (направления на КРМ^К) и подачи напряжения в схему АРП.

Гониометр состоит из 2-х **полевых катушек**, электрически соединенных с рамками АРП и **искательной катушки**.

Полевые катушки, будучи соединенными с рамкой, создают внутри гониометра магнитное поле, вектор напряженности которого относительно полевых катушек направлен так же, как направлена ЭМВ относительно неподвижных рамок АРП.

Искательная катушка предназначена для определения направления вектора напряженности магнитного поля полевых катушек гониометра, а, следовательно, и направления на КРМ^К.

Именно она выполняет роль поворотной рамки в АРП с гониометром.

Характеристика направленности приема искательной катушки точно такая, как и рамки («**восьмерка**»), и поэтому при пеленговании по «минимуму» в определении направления на КРМ^К может возникнуть ошибка на 180°, так как положению рамки (или искательной катушки), когда она перпендикулярна к направлению на КРМ^К, соответствует два «минимума», отличающиеся друг от друга на 180°. Исключение этой ошибки достигается путем использования в АРП комбинированной антенны (сочетание рамки и вертикальной антенны).

Характеристикой направленности приема вертикальной антенны является **окружность** (рис. 19.2), то есть величина и знак индуктируемого в ней напряжения не зависят от направления распространения ЭМВ.

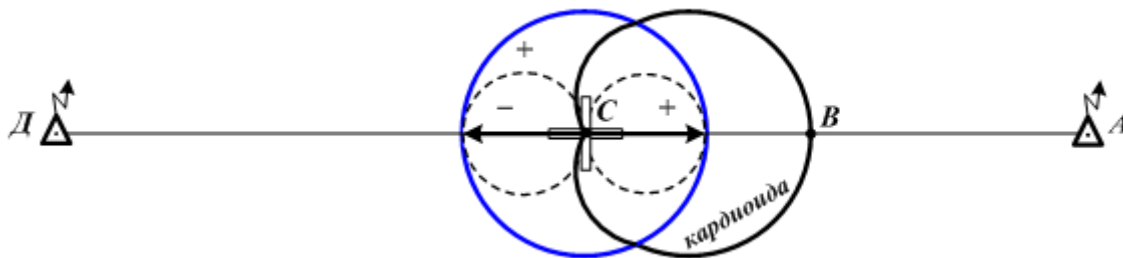


Рис. 19.2. Характеристика направленности приема антенн судового радиопеленгатора

Если предположить, что ЭМВ приходит от КРМ^{КА} А (рис. 19.2) и наводит э.д.с., равные по величине и по знаку как в вертикальной антенне, так и в искательной катушке, то произойдет сложение этих э.д.с., ибо обе они имеют знак «+».

В том же случае, если ЭМВ приходит от КРМ^{КА} Д, то произойдет вычитание э.д.с., так как левая часть «восьмерки» характеристики имеет знак «-», а знак э.д.с. вертикальной антенны остается прежним, то есть «+».

Кардиоида → результирующая диаграммы направленности – показывает, что при повороте искательной катушки на 360° получается один «максимум» (т. В) и один «минимум» (т. С) напряжения, а значит, и слышимости.

Такая диаграмма направленности позволяет при слуховом пеленговании получать однозначное направление на КРМ^К.

Гониометрическое устройство АРП имеет **2 шкалы**:

⇒ **Подвижная** (связанная с репитером курса) шкала – для снятия значения **ОРП** (отсчета радиопеленга) на КРМ^К (0°÷360°).

⇒ **Неподвижная** шкала – для снятия значения **ОРКУ** (отсчета радиокурсового угла) на КРМ^К (0°÷360°).

19.2. Исправление и расчет радиопеленгов

Радиопеленги (отсчет радиопеленга с подвижной шкалы – ОРП), полученные с помощью АРП, прежде чем проложить их на карте, необходимо исправить поправками:

1. → поправкой курсоуказателя (ΔK);
2. → поправкой за радиодевiation (f);
3. → ортодромической поправкой (ψ).

19.2.1. Радиодевiation

При прохождении ЭМВ во всех металлических частях судна, представляющих собой замкнутые и разомкнутые контуры, индуктируются токи высокой частоты, которые создают свои магнитные и электрические поля, взаимодействующие с основными полями радиоволны, приходящей от КРМ^{КА}.

Поэтому приемное устройство АРП, определяющее направление суммарного вектора этих полей, дает искаженное направление на КРМ^К.

Радиодевiation (f) – угол, образованный истинным направлением распространяющейся радиоволны и ее направлением, которое определено АРП на судне (рис. 19.3).

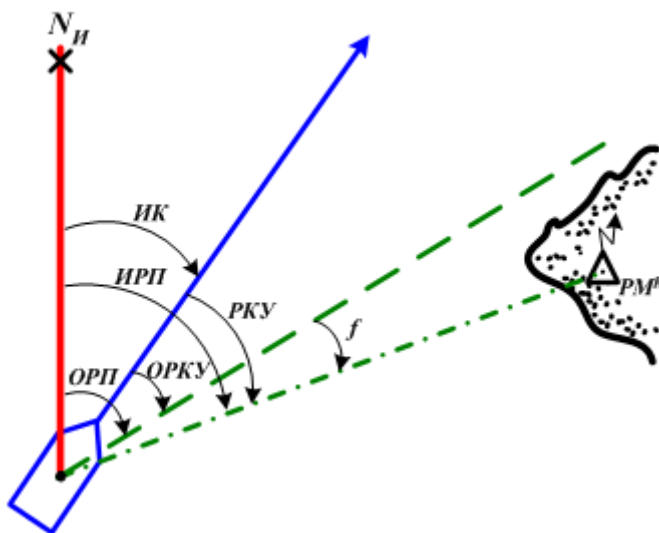


Рис. 19.3. Радиодевiation

ОРП – отсчет радиопеленга с подвижной (связанной с курсоуказателем) шкалы АРП.

ОРКУ – отсчет радиокурсового угла с неподвижной шкалы АРП.

ИК – значение истинного курса судна в момент снятия радиопеленга на КРМ^К.

$$ИК = КК + \Delta K \quad (19.1)$$

РКУ – радиокурсовой угол, отсчитывается от носовой части ДП судна (продольной оси судна) по часовой стрелке от 0° до 360°.

$$PKU = OPKU + f \quad (19.2)$$

ИРП – истинный радиопеленг – угол между северной частью истинного меридиана и направлением распространения радиоволн (направлением на КРМ^К).

$$ИРП = ИК + РКУ \quad (19.3)$$

или
$$ИРП = КК + \Delta К + ОРКУ + f \quad (19.4)$$

или
$$ИРП = ОРП + \Delta К + f \quad (19.5)$$

$$ИРП = Орт. П, \quad (19.6)$$

(ортодромический пеленг), так как он определяет направление дуги большого круга (ДБК).

Радиодевияция (ее значение) зависит от PKU , длины проходящей волны, осадки судна, изменения положения грузовых стрел и грузов. Для уменьшения величины радиодевияции антенна устанавливается, возможно, выше, а в АРП предусмотрены механические и электрические компенсаторы.

Остаточная радиодевияция АРП периодически определяется на специальном радиодевиационном полигоне по сличению одновременно взятых: 1) \Rightarrow ОРП с подвижной шкалы АРП и 2) \Rightarrow визуальным пеленгом на КРМ^К ($ИП = КП + \Delta К$)

$$f = ИП - ОРП \quad (19.7)$$

Такое сличение показаний производится на курсовых углах от 0° до 360° через каждые 10° (15°). Рассчитанные (определенные) значения остаточной радиодевияции заносятся в таблицу радиодевияции (см. РТШ – рабочие таблицы штурмана) \rightarrow см. табл. 19.2.

Грузовые суда, как правило, определяют остаточную радиодевияцию для различных осадок (в «полном грузу» и в «балласте»).

Рекомендуется иметь значения остаточной радиодевияции для следующих длин волн:

1. \rightarrow 600 м – волна сигналов бедствий;
2. \rightarrow 800 м – волна судовых радиостанций;
3. \rightarrow 1000 м – волна КРМ^{КОВ}.

Радиодевияция (учебная)

Таблица 19.2.

ОРКУ°	f°	ОРКУ°	f°	ОРКУ°	f°	ОРКУ°	f°
0	+ 2,0	90	+ 6,0	180	0	270	- 3,5
10	+ 3,2	100	+ 5,7	190	- 1,2	280	- 3,0
20	+ 4,0	110	+ 5,5	200	- 2,2	290	- 2,5
30	+ 4,8	120	+ 5,0	210	- 3,0	300	- 2,0
40	+ 5,3	130	+ 4,5	220	- 3,5	310	- 1,5
50	+ 5,7	140	+ 4,0	230	- 3,8	320	- 0,5
60	+ 6,0	150	+ 3,0	240	- 4,0	330	+ 0,2
70	+ 6,0	160	+ 2,0	250	- 4,0	340	+ 1,0
80	+ 6,0	170	+ 1,0	260	- 3,7	350	+ 1,5
90	+ 6,0	180	0	270	- 3,5	360	+ 2,0

Пример: 1. Для $ОРКУ = 165^\circ \rightarrow f = + 1,5^\circ$;

2. Для $ОРКУ = 235^\circ > f = - 3,9^\circ$.

19.2.2. Ортодромическая поправка

ЭМВ, принимаемая АРП, проходит путь от КРМ^{КА} до судна по ДБК (ортодромии) как кратчайшему расстоянию между ними. Поэтому, на судне с помощью АРП определяют ортодромический пеленг ($Орт. П = ИРП$) на КРМ^К, который на карте в меркаторской проекции изображается кривой линией и с помощью прокладочного инструмента не может быть проложен.

Для прокладки радиопеленгов на морской карте в проекции Меркатора возникает необходимость перехода от ортодромических к локсодромическим пеленгам, которые изображаются на такой карте прямыми линиями. Этот переход осуществляется с помощью, так называемой **ортодромической поправки** (рис. 19.4).

Судно, находясь в т. K взяло радиопеленг на КРМ^К (т. P), расположенный на берегу.

ЭМВ КРМ^{КА}, распространяясь кратчайшим путем (по ортодромии), придет на судно (в т. К) по направлению СК, которое определяется углом $\angle SKN_{II}$, равным *Орт. П (ИРП)*.

Если этот пеленг проложить на меркаторской карте, то он не пройдет через место КРМ^{КА} (т. Р).

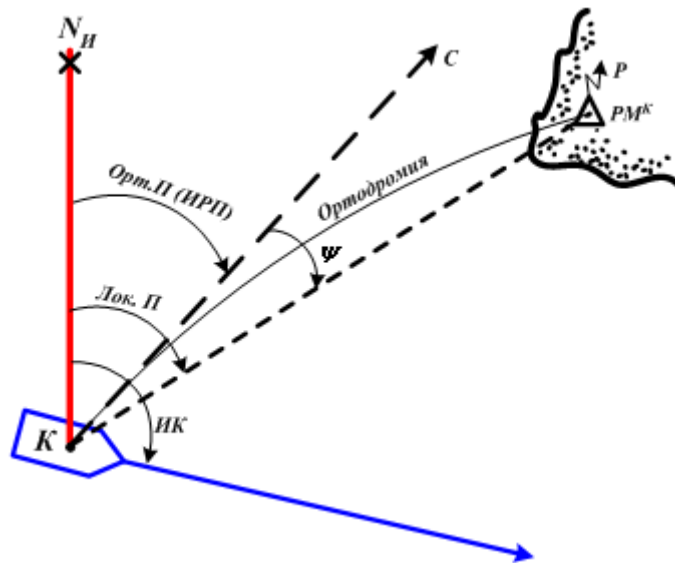


Рис. 19.4. Ортодромическая поправка

Чтобы прямая линия *Орт. П (ИРП)*, проложенная на меркаторской карте, проходила через точки Р и К, необходимо *Орт. П (ИРП)* перевести в лохсодромический пеленг (*Лок. П*), изменив направление *Орт. П (ИРП)* на угол $\angle СКР$, то есть

$$\text{Лок. П} = \text{Орт. П (ИРП)} + \psi \quad (19.8)$$

Ортодромическая поправка (ψ – «пси») – разность между направлениями ортодромического и лохсодромического пеленгов в данной точке (т. К). Величина ψ рассчитывается по приближенной формуле:

$$\psi = \frac{1}{2} PД \cdot \sin \varphi_m \quad (19.9)$$

где *РД* – разность долгот места КРМ^{КА} и счислимого места судна;

φ_m – средняя широта тех же точек.

Значение ψ можно выбрать из табл. 23а «МТ-75» (с. 249) или табл. 2.12 «МТ-2000» (с. 271), рассчитанной по формуле (19.9) > см. табл. 19.3.

Пример: 1. Для $\varphi_{cp} = 45^\circ$ и $\Delta\lambda = 15'$ > $\psi = 0,1^\circ$;

2. Для $\varphi_{cp} = 55^\circ$ и $\Delta\lambda = 3,5'$ > $\psi = 1,4^\circ$.

По формуле (19.9) ψ рассчитывается, когда расстояние до КРМ^{КА} небольшое. Если до КРМ^{КА} несколько сотен миль, то ψ рассчитывается по более точным формулам. **Точное значение ψ** можно найти с помощью табл. 23б «МТ-75» (с. 249).

Средняя широта ($\varphi_{ср}$)	Разность долгот ($\Delta\lambda$)										
	0,0°	0,5°	1,0°	1,5°	2,0°	2,5°	3,0°	3,5°	4,0°	4,5°	5,0°
2°	0,0°	0,0°	0,0°	0,0°	0,0°	0,0°	0,1°	0,1°	0,1°	0,1°	0,1°
...
10°	0,0°	0,0°	0,1°	0,1°	0,1°	0,2°	0,2°	0,3°	0,4°	0,4°	0,4°
...
20°	0,0°	0,1°	0,2°	0,2°	0,3°	0,4°	0,5°	0,6°	0,7°	0,8°	0,9°
...
30°	0,0°	0,1°	0,2°	0,4°	0,5°	0,6°	0,8°	0,9°	1,0°	1,1°	1,3°
...
40°	0,0°	0,2°	0,3°	0,5°	0,6°	0,8°	1,0°	1,1°	1,3°	1,4°	1,6°
42°	0,0°	0,2°	0,3°	0,5°	0,7°	0,8°	1,0°	1,2°	1,3°	1,5°	1,7°
43°	0,0°	0,2°	0,3°	0,5°	0,7°	0,8°	1,0°	1,2°	1,4°	1,5°	1,7°
44°	0,0°	0,2°	0,4°	0,5°	0,7°	0,9°	1,1°	1,2°	1,4°	1,6°	1,7°
46°	0,0°	0,2°	0,4°	0,5°	0,7°	0,9°	1,1°	1,3°	1,4°	1,6°	1,8°
47°	0,0°	0,2°	0,4°	0,6°	0,7°	0,9°	1,1°	1,3°	1,5°	1,7°	1,8°
...
50°	0,0°	0,2°	0,4°	0,6°	0,8°	1,0°	1,1°	1,3°	1,5°	1,7°	1,9°
...
60°	0,0°	0,2°	0,4°	0,6°	0,9°	1,1°	1,3°	1,5°	1,7°	2,0°	2,2°
...
70°	0,0°	0,2°	0,5°	0,7°	0,9°	1,2°	1,4°	1,6°	1,9°	2,1°	2,3°
...
85°	0,0°	0,2°	0,5°	0,7°	1,0°	1,2°	1,5°	1,7°	2,0°	2,2°	2,2°

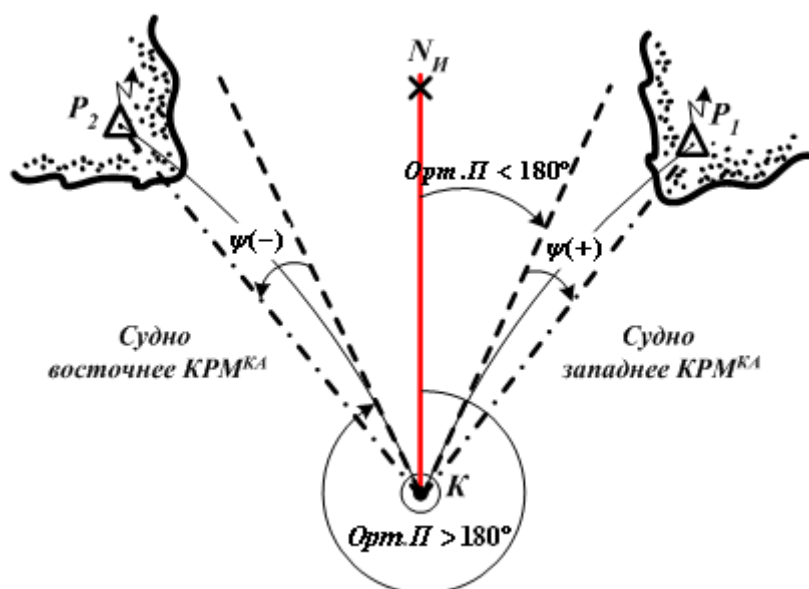


Рис. 19.5. Правило определения знака ортодромической поправки

Ортодромическую поправку (ψ) следует учитывать во всех случаях, когда ее величина больше значений случайных погрешностей прокладки ($> \pm 0,2^\circ$).

Знак ψ зависит от взаимного расположения судна и КРМ^{КА} и определяется для северного полушария по правилу (рис. 19.5):

- если **Орт. П (ИРП) < 180°** (судно западнее КРМ^{КА}), то знак ψ положительный («+») – для КРМ^{КА} в т. P_1 ;
- если **Орт. П (ИРП) > 180°** (судно восточнее КРМ^{КА}), то знак ψ отрицательный («-») – для КРМ^{КА} в т. P_2 .

Для южного полушария наоборот, то есть:

- → при *Орт. П (ИРП)* < 180° – «-ψ»;
- → при *Орт. П (ИРП)* > 180° – «+ψ».

19.3. Определение места судна по радиопеленгам на круговые радиомаяки

19.3.1. Последовательность действий при определении места судна по радиопеленгам на КРМ^{КИ}

КРМ^{КИ} для удобства их использования при определении по ним места судна **объединяются** в навигационные **группы** – (по 2÷6). Все КРМ^{КИ} данной группы работают **на одной** несущей частоте, что позволяет их пеленгование не меняя настройки радиопеленгатора (АРП). Работа каждого КРМ^{КА} в группе строго регламентирована по времени (один работает 1 мин., другие «молчат»).

В течении 1 мин. каждый КРМ^К (последовательно один за другим) посылает в эфир позывные (по азбуке Морзе) и длинное «тире» для пеленгования.

Для определения места судна по радиопеленгам КРМ^{КОВ} необходимо:

- → по навигационной карте и «РТСНО» театра, подобрать навигационную группу КРМ^{КОВ} находящихся в зоне плавания судна (выписать их позывные, несущую частоту);
- → включить АРП, подготовить его к работе, проверить согласованность курса, настроить АРП на несущую частоту выбранной группы радиомаяков (на частоту КРМ^{КА});
- → последовательно запеленговать 2 или 3 КРМ^{КА}.

При пеленговании каждого КРМ^{КА} заметить (записать) время (*T*) и отсчет лага (*ОЛ*), а с АРП снять и записать значения:

- а) ОРП – отсчет радиопеленга с подвижной (внутренней) шкалы гониометра АРП;
- б) ОРКУ – отсчет радиокурсового угла с неподвижной (внешней) шкалы гониометра АРП;

- → рассчитать значение локсодромического пеленга (*Лок. П*) для каждого пеленгуемого КРМ^{КА} по схеме:

$$\left. \begin{aligned}
 &+ \text{ОРП} = \dots \text{ (отсчет с подвижной шкалы гониометра АРП)} \\
 &+ f = \dots \text{ (из табл. радиодевииации РТШ по значению ОРКУ)} \\
 &+ \Delta K = \dots \text{ (поправк курсоуказа теля, от которого транслируется курс на АРП).} \\
 &+ (\text{Орт. П}) \text{ ИРП} = \dots \\
 &+ \psi = \dots \text{ (из ттабл 23а "МТ -75" на с. 249, или из ттабл 2.12 "МТ -2000" на с. 271)} \\
 &\text{Лок. П} = \dots
 \end{aligned} \right\} \quad (19.10)$$

Поскольку КРМ^{КИ} работают в группе по расписанию в строгой последовательности, то исключается возможность быстрого взятия радиопеленгов.

Поэтому, для получения обсервованного места, **необходимо привести радиопеленги к одному моменту** (обычно к моменту взятия последнего радиопеленга).

Приведение радиопеленгов к одному моменту производится **графически** на путевой карте, и сущность его состоит в том, что радиопеленги смещаются параллельно самим себе на величину плавания судна за время между их измерением.

Для этого следует (рис. 19.6):

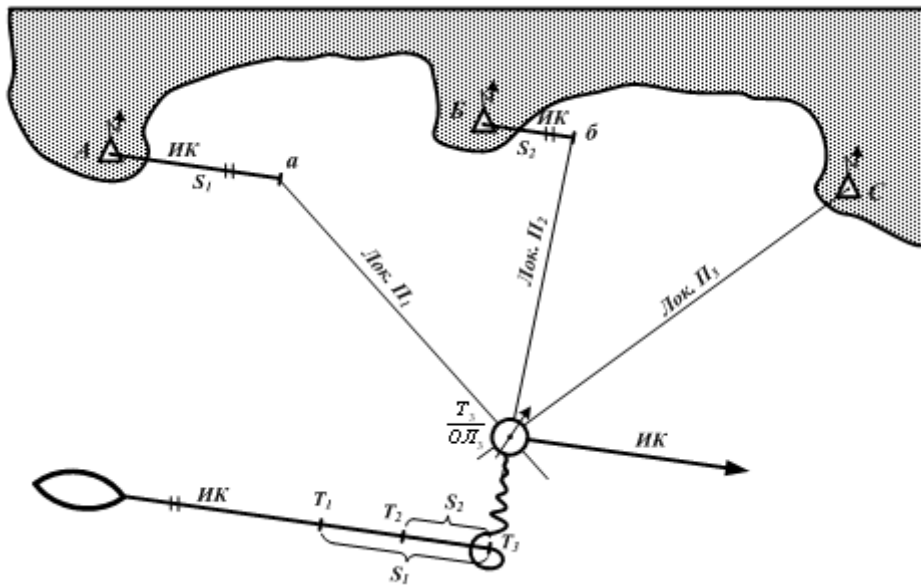


Рис. 19.6. Приведение радиопеленгов к одному моменту

- От места 1-го КРМ^{КА} (т. А) проложить линию ИК (ПУ) и отложить по ней расстояние (S_1) пройденное судном за время между взятием 1-го и 3-го радиопеленга:

$$S_1 = (ОЛ_3 - ОЛ_1) \cdot K_{Л} \quad \text{или} \quad S_1 = V \cdot (T_3 - T_1).$$

- От полученной точки (т. а) провести первый локсодромический пеленг (Лок. П₁).
- От места 2-го КРМ^{КА} (т. Б) проложить линию ИК (ПУ) и отложить по ней расстояние (S_2) пройденное судном за время между взятием 2-го и 3-го радиопеленга:

$$S_2 = (ОЛ_3 - ОЛ_2) \cdot K_{Л} \quad \text{или} \quad S_2 = V \cdot (T_3 - T_2).$$

- От полученной точки (т. б) провести второй локсодромический пеленг (Лок. П₂).
- Третий локсодромический пеленг (Лок. П₃) проложить непосредственно от места 3-го КРМ^{КА} (т. С).

Точка пересечения 3-х локсодромических пеленгов и будет obserвованным местом судна у

которого подписывается время и отсчет лага $\left(\frac{T_3}{ОЛ_3} \right)$

Если 3 радиопеленга не пересекаются в одной точке и образуют треугольник погрешности, то это указывает на то, что измеренные пеленги содержат случайные погрешности.

При малых размерах треугольника погрешности (сторона до $1 \div 1,5 \text{ см}$ ^{≤0,5 мм}) obserвованное место судна принимается в центре треугольника.

Если сторона треугольника превышает $1 \div 1,5 \text{ см}$ ^{≤0,5 мм} необходимо тщательно проверить расчеты и построения на навигационной карте, повторить измерения радиопеленгов. Наличие повторного большого треугольника говорит о том, что измерения содержат и систематическую погрешность, которая должна быть определена и исключена.

В этом случае для нахождения вероятнейшего места судна применяются те же способы, что и при определении места по визуальным пеленгам.

При определении места судна по 2-м радиопеленгам 1-й радиопеленг приводится к моменту 2-го и obserвованное место получается в точке пересечения двух локсодромических пеленгов.

После нанесения obserвованного места на карту, обозначается невязка, снимается ее направление и величина, рассчитывается радиальная (круговая) средняя квадратическая погрешность (M_0) obserвованного места, производится анализ obserвации и выполняется установленная запись в судовой журнал.

19.3.2. Расчет СКП определения места (M_0) по радиопеленгам на два КРМ^{КА}

При определении места судна по радиопеленгам на КРМ^{КИ} расчет СКП обсервованного места производится по тем же формулам, что и для визуальных пеленгов.

Точность определения места судна по радиопеленгам зависит, главным образом, от суммарной СКП измерения радиопеленга ($m_{РП}^\circ$) и от расстояний до КРМ^{КОВ}.

Радиальная СКП обсервованного места по 2-м радиопеленгам рассчитывается по формуле:

$$M_0 = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{m_{\text{ШП}_1}^2 + m_{\text{ШП}_2}^2} \text{ (мили)} \quad (19.11)$$

где $m_{\text{ШП}_1} = \frac{m_{РП}^\circ}{57,3^\circ} \cdot D_1$, $m_{\text{ШП}_2} = \frac{m_{РП}^\circ}{57,3^\circ} \cdot D_2$ – СКП 1-й и 2-й линии положения;
 D_1 , D_2 – расстояния от обсервованного места до КРМ^{КОВ}, (в милях);
 θ – угол пересечения линий положения ($\leq 90^\circ$), в градусах.

При равноточных измерениях $m_{РП1}^\circ = m_{РП2}^\circ = m_{РП}^\circ$ и тогда:

$$M_0 = \frac{m_{РП}^\circ}{57,3^\circ \cdot \sin \theta} \sqrt{D_1^2 + D_2^2} \text{ (мили)} \quad (19.12)$$

Учитывая то, что суммарная СКП радиопеленга ($m_{РП}^\circ$) современных АРП достигает значений:

0,9° ÷ 2,2° днем и 1,1° ÷ 6,0° ночью

то радиальная СКП обсервованного места (при расстоянии до КРМ^{КОВ} 150 ÷ 200 миль) может достигать значений **более 7 ÷ 10 миль.**

Задача: Рассчитать радиальную (круговую) СКП обсервованного места судна (M_0) по радиопеленгам на два КРМ^{КА}, если:

1) $m_{РП1}^\circ = m_{РП2}^\circ = \pm 2,0^\circ$; 2) $D_1 = 100$ миль; 3) $D_2 = 150$ миль; 4) $\theta = 60^\circ$.

Решение:

- Рассчитываем СКП линии положения для первого радиопеленга:

$$m_{\text{ШП}_1} = \frac{\pm 2,0^\circ \cdot 100 \text{ миль}}{57,3^\circ} = \pm 3,49 \text{ мили}$$

- Рассчитываем СКП линии положения для второго радиопеленга:

$$m_{\text{ШП}_2} = \frac{\pm 2,0^\circ \cdot 150 \text{ миль}}{57,3^\circ} = \pm 5,24 \text{ мили}$$

- Рассчитываем радиальную (круговую) СКП обсервованного места судна (M_0) по радиопеленгам на два КРМ^{КА}

$$M_0 = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{m_{\text{ШП}_1}^2 + m_{\text{ШП}_2}^2} = \frac{1}{\sin 60^\circ} \cdot \sqrt{(3,49)^2 + (5,24)^2} = \frac{\sqrt{39,64}}{0,87} = \frac{6,3}{0,87} \approx 7,3 \text{ мили}$$

Ответ: $M_0 \approx 7,3$ мили

Примечание:

Если место судна определено по радиопеленгам на три КРМ^{КА} то:

$$M_{03РП} \approx 0,8 \cdot M_{02РП} \quad (19.13)$$

где $M_{2РП}$ – радиальная (круговая) СКП обсервованного места судна по радиопеленгам на два (из трех) КРМ^{КА}, угол пересечения (θ) которых ближе всего к 90° .
 Для нашей задачи: $M_{03РП} \approx 0,8 \cdot 7,3 \text{ мили} \approx 5,9 \text{ мили}$

19.4. Прокладка радиопеленга на КРМ^К, находящийся за рамкой карты

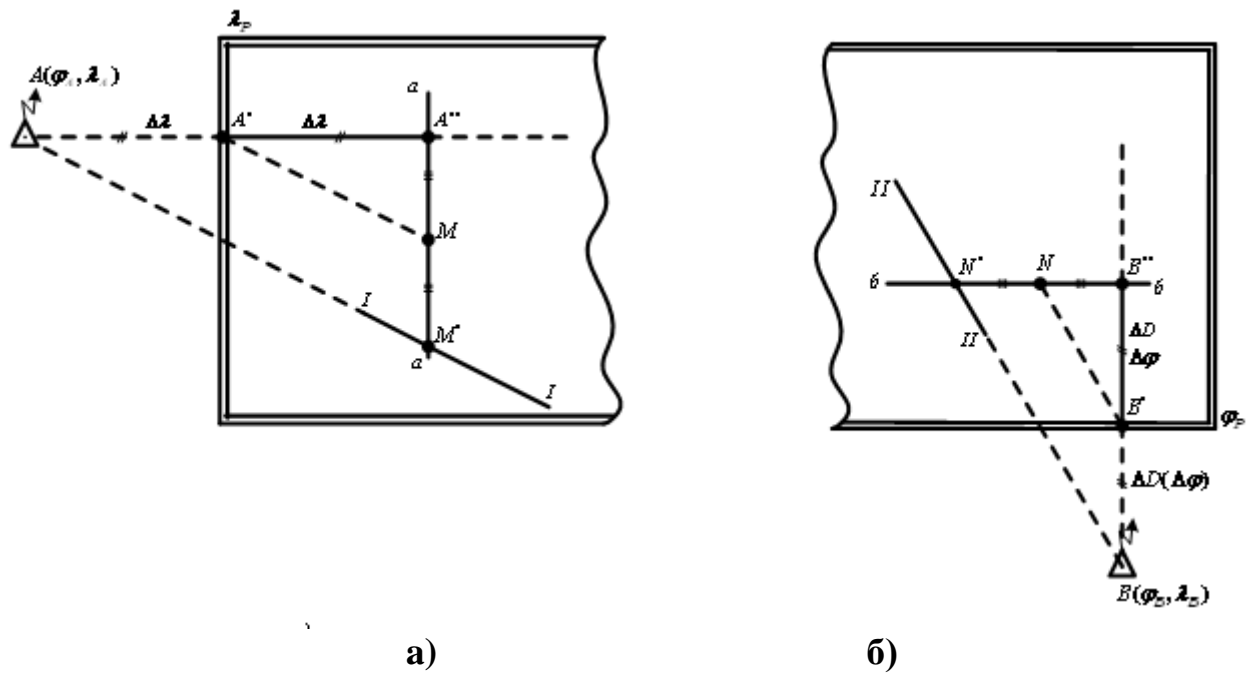


Рис. 19.7. Прокладка радиопеленга на КРМ^К, находящийся за рамкой карты

19.4.1. КРМ^К не вмещается на карте по долготe (рис. 19.7а)

Для нахождения положения определяющей точки (т. M') через которую будет проведен радиопеленг на КРМ^К (т. A), необходимо:

- 1) → из «РТСНО» выписать координаты КРМ^{КА} (φ_A, λ_A);
- 2) → рассчитать значение $\Delta\lambda = \lambda_P - \lambda_A$, где λ_P – долгота боковой рамки карты;
- 3) → провести на карте параллель КРМ^{КА} (φ_A – из «РТСНО») и отложить отрезок $\overline{A'A''} = \overline{AA'} = \Delta\lambda$;
- 4) → через т. A'' провести дополнительный меридиан aa ;
- 5) → от т. A' провести Лок. П КРМ^{КА} A до пересечения с aa – т. M ;
- 6) → от т. M по aa отложить отрезок $\overline{MM'} = \overline{A'M}$ и через полученную точку M' провести радиопеленг на КРМ^К A → это и будет искомая линия положения ($I-I$).

19.4.2. КРМ^К не вмещается на карте по широте (рис. 19.7б)

Для нахождения положения определяющей точки (т. N'), через которую будет проведен радиопеленг на КРМ^К (т. B), необходимо:

- 1) → из «РТСНО» выписать координаты КРМ^{КА} (φ_B, λ_B);
- 2) → рассчитать значение РМЧ (ΔD), а для небольших удалений – $\Delta\varphi = \varphi_P - \varphi_B$, где φ_P – широта нижней (или верхней) рамки карты;
- 3) → провести меридиан КРМ^{КА} B (λ_B – из «РТСНО») и отложить на нем отрезок $\overline{B'B''} = \overline{BB'} = \text{РМЧ}(\Delta D)$ или $\Delta\varphi$;
- 4) → через т. B'' провести дополнительную параллель bb ;
- 5) → от т. B'' провести Лок. П КРМ^{КА} B до пересечения с bb – т. N ;
- 6) → от т. N по bb отложить отрезок $\overline{NN'} = \overline{B'N}$ и через полученную точку N' провести радиопеленг на КРМ^К B → это и будет искомая линия положения ($II-II$).

19.4.3. КРМ^К не вмещается на карте и по долготе и по широте

Для прокладки радиопеленга (Лок. II) от КРМ^{КА}, который не вмещается на путевой МНК и по долготе и по широте, необходимо (рис. 19.8):

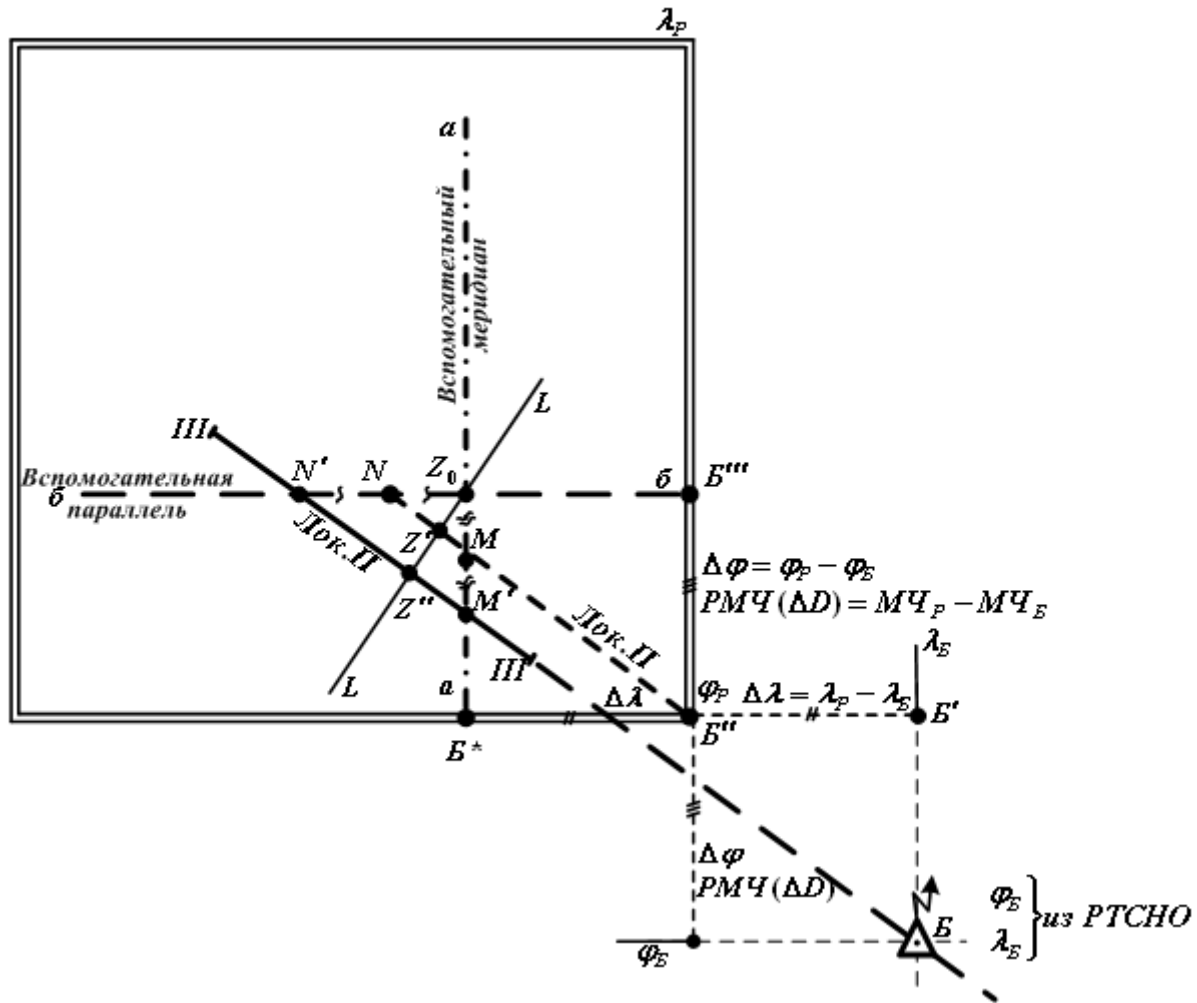


Рис. 19.8. Прокладка радиопеленга на КРМ^К, находящийся за рамкой карты

- 1) → из «РТСНО» выписать координаты этого КРМ^{КА} (φ_B, λ_B);
- 2) → рассчитать значения: $\Delta\varphi = \varphi_P - \varphi_E$ или $PMЧ(\Delta D) = MЧ_P - MЧ_E$ и $\Delta\lambda = \lambda_P - \lambda_E$, где φ_P, λ_P – координаты рамки МНК (для рис. 19.8 – нижней $-\varphi_P$ и правой $-\lambda_P$);
- 3) → от угла МНК (т. B'') отложить по боковой рамке МНК значение РМЧ (или $\Delta\varphi$) – т. B''' и провести вспомогательную параллель bb ;
- 4) → от угла МНК (т. B'') отложить по нижней рамке МНК значение $\Delta\lambda$ – т. B^* и провести вспомогательный меридиан aa ; точка пересечения параллели bb и меридиана aa – т. Z_0 ;
- 5) → от угла МНК (т. B'') провести рассчитанное направление на КРМ^К

$$\text{Лок. II} = \text{ОРП} + \Delta\Gamma\text{К} + f + \psi;$$

- 6) → через точку Z_0 провести вспомогательную линию $L-L$ под (примерно) прямым углом к проведенной из т. B'' линии Лок. II;
- 7) → от точки Z' по линии $L-L$ отложить расстояние $Z'Z''$, равное расстоянию Z_0Z' ;
- 8) → через полученную точку Z'' провести линию направлением Лок. II на КРМ^К B – искомая линия положения (III–III);
- 9) → для контроля правильности построений, убедиться в равенстве отрезков: $Z_0M = MM'$ и $Z_0N = NN'$.

19.4.4. Задачи на определение места судна по радиопеленгам на круговые РМ-ки
(для МНК № 32105 или 3206)

№ зад.	Условие	Ответ φ_0, λ_0 С = ...° – ... мили
1	$\frac{10.10}{40.5}$ $\varphi_c = 44^\circ 51,6'N, \lambda_c = 36^\circ 52,6'E$. РМК Анапский: ОРП = 88,4° (ОРКУ = 288°), ГКК = 158,0°; $\Delta GK = -2,0^\circ$; $V = 18$ уз. $\frac{10.15}{42.0}$ РМК Железный Рог: ОРП = 338,1° (ОРКУ = 180°)	$\varphi_0 = 44^\circ 50,1'N$ $\lambda_0 = 36^\circ 55,0'E$ С = 96° – 1,1 мили
2	$\frac{12.35}{61.5}$ $\varphi_c = 44^\circ 53,6'N, \lambda_c = 36^\circ 42,9'E$. РМК Железный Рог: ОРП = 7,8° (ОРКУ = 330°), ГКК = 38,0°; $\Delta GK = -2,0^\circ$; $V = 18$ уз. $\frac{13.00}{63.0}$ РМК Анапский: ОРП = 89,9° (ОРКУ = 58°)	$\varphi_0 = 44^\circ 54,8'N$ $\lambda_0 = 35^\circ 43,8'E$ С = 3° – 2,6 мили
3	$\frac{13.50}{70.2}$ $\varphi_c = 44^\circ 55,4'N, \lambda_c = 36^\circ 53,2'E$. РМК Железный Рог: ОРП = 340,9° (ОРКУ = 230°), ГКК = 107,0°; $\Delta GK = -2,0^\circ$; $V = 9$ уз. $\frac{14.00}{71.7}$ РМК Анапский: ОРП = 100,1°; (ОРКУ = 355°)	$\varphi_0 = 44^\circ 56,4'N$ $\lambda_0 = 36^\circ 53,0'E$ С = 312° – 2,1 мили
4	$\frac{10.10}{20.8}$ $\varphi_c = 44^\circ 28,2'N, \lambda_c = 35^\circ 44,4'E$. РМК Ильинский: ОРП = 341,0° (ОРКУ = 284°), ГКК = 54,0°; $\Delta GK = -2,0^\circ$; $V = 9$ уз. $\frac{10.20}{22.3}$ РМК Къз-Аульский: ОРП = 36,6° (ОРКУ = 344°)	$\varphi_0 = 44^\circ 29,4'N$ $\lambda_0 = 35^\circ 47,2'E$ С = 73° – 0,8 мили
5	$\frac{10.10}{30.8}$ $\varphi_c = 44^\circ 28,3'N, \lambda_c = 35^\circ 56,0'E$. РМК Къз-Аульский: ОРП = 22,8° (ОРКУ = 81°), ГКК = 308,0°; $\Delta GK = -1,0^\circ$; $V = 9$ уз. $\frac{10.20}{32.3}$ РМК Ильинский: ОРП = 325,1° (ОРКУ = 21°)	$\varphi_0 = 44^\circ 28,4'N$ $\lambda_0 = 35^\circ 53,7'E$ С = 208° – 0,8 мили

Выводы

- Радиопеленгование** – это процесс определения направления распространения электромагнитной волны от радиомаяка на судне.
- Кардиоиды** – результирующая диаграмма направленности образующаяся из сложения диаграмм направленности рамочной и «вертикальной» антенн радиопеленгатора.
- Со шкал судового радиопеленгатора снимаются значения:**
 - отсчета радиопеленга (ОРП) – с внутренней (подвижной);
 - отсчет радиокурсового угла (ОРКУ) – с внешней (неподвижной).
- Значение радиопеленга, снятое со шкал радиопеленгатора, для прокладки его на МНК должно быть исправлено поправками:
 - поправкой Δ курсоуказателя (К);
 - поправкой за радиодевiation (f);
 - ортодромической поправкой (ψ);

$$\text{Лок. П} = \text{ОРП} + \Delta K + f + \psi .$$

5. **Радиодевиация** – угол, образованный истинным направлением распространяющейся радиоволны и ее направлением, которое определено радиопеленгатором на судне

$$f = \text{ИРП (Орт. П)} - \text{ОРП} \quad \text{или} \quad f = \text{РКУ} - \text{ОРКУ}.$$

6. **Ортодромическая поправка** – угол для перехода от ортодромических к локсодромическим пеленгам

$$\psi = \text{Лок. П} - \text{Орт. П (ИРП)}; \quad \psi = \frac{1}{2} \text{РД} \cdot \sin \varphi_{\text{ж}}$$

7. При определении места судна по радиопеленгам на круговые радиомаяки все они (пеленги) **приводятся к одному (последнему) моменту.**
8. **Лучше всего** (по точности) место **по КРМ^{КАМ} определять днем;** и не следует использовать этот способ в период восхода (захода) Солнца.
9. Для прокладки направления на КРМ^К, находящийся за рамкой карты, применяется геометрический **«способ смещения».**

ГЛАВА 20. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОМАЯКОВ В СУДОВОЖДЕНИИ

20.1. Радиостанции, работающие по запросу для пеленгования

А. Общие положения

Для определения местоположения судна, кроме штатных круговых радиомаяков, могут быть использованы некоторые радиостанции, несущие так называемую ЩТГ – службу (QTG service). Эти радиостанции имеют строго фиксированное географическое положение и наносятся на морские навигационные карты. По запросам судов они передают сигналы для пеленгования. Обычно за такое обслуживание с судов взимается плата.

Описание каждой радиостанции дается в виде таблицы, состоящей из **5-ти граф (см. табл. 20.1)**:

Графа 1 → присвоенный номер, под которым курсивом указан ее международный номер;

Графа 2 → название радиостанции и в скобках оригинальное его написание, номенклатурный термин, приближенные координаты;

Графа 3 → позывной сигнал радиостанции дается буквами русского алфавита (иногда совместно с арабскими цифрами);

Графа 4 → взимаемая с судов плата за обслуживание;

Графа 5 → дополнительные сведения (о временном прекращении работы и др.).

Таблица 20.1.

№ п/п	Название, номенклатурный термин, координаты	Позывной сигнал	Плата за обслуживание	Дополнительные сведения
1	2	3	4	5
СЕНЕГАЛ				
3165 1645	Дакар (Dakar) Р (тр) 14°45'N, 17°17'W	6ЖА	3 франка (золотом) за передачу	–
ГВИНЕЯ				
3170 1655	Конакри (Conakry) (ТР) 9°31'N, 13°43'W	3бЦ	–	–

Б. Порядок пользования радиостанциями, работающими по запросу для пеленгования

1. Судно вызывает радиостанцию, передает условный сигнал ЩТГ? (QTG?) и, если необходимо, указывает частоту, на которой радиостанция должна работать для пеленгования. Для некоторой части радиостанций эта частота дается в «РТСНО».

2. Свое согласие работать для пеленгования радиостанция подтверждает условным сигналом ЩТГ (QTG) (без вопросительного знака). После этого она передает сигнал для пеленгования в комбинации со своим позывным сигналом в течение времени, достаточного для определения пеленга (обычно передаются два тире продолжительностью по 10 с, сопровождающиеся позывными сигналами радиостанции).

Суда вызывают радиостанцию на частотах 500, 2182 кГц или на любой из рабочих частот радиостанции.

20.2. Радиопеленгаторные станции

А. Общие сведения

Для радиопеленгаторных станций (РПС) приняты следующие условные обозначения частоты:

А → дежурная частота, т.е. частота, на которой производится вызов радиопеленгаторной станции или специальной радиостанции, осуществляющей связь между радиопеленгаторной станцией и судами (так называемой «станции вызова»);

В → частота, на которой должна работать судовая радиостанция во время радиопеленгования;

С → частота передачи результатов радиопеленгования.

Радиопеленги, сообщаемые радиопеленгаторными станциями, исправлены всеми поправками, кроме ортодромической. Значения ортодромических поправок приведены в табл. 19.3. В таблице 20.2 приведены значения предельных расстояний (в милях) при которых можно производить прокладку радиопеленгов без учета ортодромических поправок. Исправлены значения полученных радиопеленгов прокладываются на МНК от точки расположения РПС.

Таблица предельных расстояний, при которых можно производить прокладку радиопеленгов без учета ортодромических поправок (в милях)

Таблица 20.2.

Направление на пеленгуемый радиомаяк				Средняя широта																
				80°	75°	70°	65°	60°	55°	50°	45°	40°	35°	30°	25°	20°	15°	10°	5°	
0°		180°		∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
10°	170°	190°	350°	30	46	63	81	100	121	145	173	206	247	299	370	475	645	980	1915	
20°	160°	200°	340°	15	24	32	41	51	61	74	88	105	125	152	188	241	327	497	1003	
30°	150°	210°	330°	11	16	22	28	35	42	50	60	72	86	104	129	165	224	340	686	
40°	140°	220°	320°	8	13	17	22	27	33	39	47	56	67	81	100	128	174	265	533	
50°	130°	230°	310°	7	10	14	18	23	27	33	39	47	56	68	84	108	146	222	448	
60°	120°	240°	300°	6	9	13	16	20	24	29	35	41	49	60	74	95	129	196	396	
70°	110°	250°	290°	6	9	12	15	19	22	27	32	38	46	55	68	88	119	181	365	
80°	100°	260°	280°	5	8	11	14	18	21	26	30	36	44	53	65	84	114	173	348	
	90°		270°	5	8	11	14	17	21	25	30	36	43	52	64	82	112	170	343	

Б. Порядок получения результатов пеленгования от одиночной радиопеленгаторной станции

1. Судно вызывает радиопеленгаторную станцию (непосредственно или через станцию вызова) на частоте, указанной в описании, передает условный сигнал ЩТЕ (QTE) и, если необходимо, сообщает частоту, на которой будет работать для определения радиопеленга.

При отсутствии сведений о режиме работы радиопеленгаторных станций вызов производится на частоте 500 кГц A1A, A2A.

2. Вызываемая радиопеленгаторная станция предлагает судну начать передачу сигнала для пеленгования и указывает в случае необходимости частоту и количество повторений передачи.

3. Судно передает сигнал для пеленгования в комбинации со своим позывным сигналом в течение времени, достаточного для того, чтобы определить пеленг (обычно передаются два тире продолжительностью по 10 с, сопровождающиеся позывными сигналами судна).

4. Радиопеленгаторная станция определяет радиопеленг и передает на судно результаты пеленгования в следующем порядке:

- a. сигнал ЩТЕ (QTE);
- b. истинный радиопеленг со станции на судно;
- c. класс точности радиопеленга;
- d. время наблюдения.

По точности радиопеленги классифицируются следующим образом:

класс А – погрешность $\pm 2^\circ$

класс В – погрешность $\pm 5^\circ$

класс С – погрешность $\pm 10^\circ$

класс Д – погрешность более $\pm 10^\circ$.

Если радиопеленгаторная станция не удовлетворена работой, она просит судно повторить сигнал для пеленгования с целью повторного определения радиопеленга.

5. После того как судно приняло результат пеленгования, оно повторяет его радиопеленгаторной станцией, которая затем подтверждает, что повторение было правильным, или в случае необходимости исправляет его, повторяя сообщение снова.

Когда радиопеленгаторная станция уверена в том, что судно правильно приняло сообщение, она передает сигнал «конец работы». Этот сигнал, повторенный судном, означает, что работа окончена.

В. Порядок получения результатов пеленгования от группы радиопеленгаторных станций

Если судно желает определить свое место с помощью группы радиопеленгаторных станций, управляемых одной станцией, то оно вызывает главную станцию или станцию вызова, как было указано выше, и передает условный сигнал ЩТФ (QTF), если необходимо получить координаты места судна, или сигнал ЩТЕ (QTE), если судно желает получить радиопеленги.

Главная станция отвечает на вызов и, когда радиопеленгаторные станции группы будут готовы к работе, предлагает судну начать передачу сигнала для пеленгования.

Определив координаты судна, главная станция (станция вызова) передает ему полученный результат в порядке, указанном выше, предваряя сообщение условным сигналом ЦТФ (QTF).

По точности результаты определения места судна классифицируются следующим образом:

класс А – погрешность до 5 миль

класс В – погрешность до 20 миль

класс С – погрешность до 50 миль

класс Д – погрешность 50 и более миль

В случае, если главная станция сообщает судну радиопеленги с управляемых ею станций, то порядок передачи остается без изменений, но вместо сигнала ЦТФ (QTF) передается сигнал ЦТЕ (QTE), а вместо координат – радиопеленги, полученные каждой станцией, входящей в состав группы. Передаче пеленга предшествуют позывные сигналы станции, определившей этот пеленг.

Таблица 20.3.

		ШВЕЦИЯ			
7910	Гётеборг (Goteborg) САГ			57°25'N	
				11°56'E	
0665				Приемник – 11°56'E	
				Передатчик – 57°28'N	
				11°56'E	
Режим работы					
A	500			A2	
	2037, 2182			A3	
B	410, 500			A2	
	1605-3800			} A3	
	(предпочтительно 2182 339°-165°)				
C	450,	500	A2		2 кВт
	1785, 2182		A3		
Надежный сектор 339°-165°.					
Во время пеленгования судно должно передавать свой позывной сигнал в течение 50 с с последующим тире продолжительностью 10 с.					
Плата за обслуживание 3 франка 50 сантимов (золотом).					

Г. Радиопеленгаторные станции на УКВ

В некоторых странах действуют радиопеленгаторные станции (РПС) на ультракоротких волнах (УКВ).

Обслуживание производится только в случае крайней необходимости.

Приемная вахта несется на канале «16».

В Великобритании и Ирландии УКВ РПС находятся в ведении Морских спасательных координационных центров (МСКЦ) или Морских спасательных подцентров (МСПЦ).

В случае бедствия запрос с судна и пеленг от УКВ РПС передается на канале «16», в остальных случаях на канале «11» или «67».

Направление пеленга – от УКВ РПС (с берега).

Во Франции служба предназначена для обслуживания судов, терпящих бедствие.

Каждая УКВ РПС имеет дистанционное управление из Оперативного регионального центра поисково-спасательной службы (CROSS), либо с сигнальной станции, или с военно-морской наблюдательной станции. Станции CROSS несут вахту на каналах «16», «11», «67».

При проведении спасательной операции всегда переходят на канал «11».

Сигнальные и наблюдательные станции преимущественно несут вахту на канале «16».

Также могут быть использованы 7 дополнительных частот, заложенных в запоминающем устройстве (сканирующая развертка).

Судно передает свой сигнал на канале «16» (только в случае бедствия) или на канале «11» для того, чтобы наблюдательная станция могла его запеленговать.

Пеленг судна передается станцией на канале «16» (только сигнал бедствия) или на канале «11».

Таблица 20.4.

№	Название, номенклатурный термин, координаты	Позывной сигнал, частота, класс излучения	Дальность и сектор действия, время работы	Дополнительные сведения
3375 0001	Лизард (Lizard) УКВ РПС 49°58'N 5°12'W	Великобритания канал 16	По запросу в случае бедствия	МСПЦ Фалмут
...	...	канал 67	По запросу	
...
3515 0815	Булонь (Boulonge) УКВ РПС 50°44'N 1°36'E	Франция канал 16	По запросу в случае бедствия	Сигнальная станция
...	...	канал 11	По запросу НЛ	
...

20.3. Радиолокационные маяки-ответчики

Радиолокационные маяки-ответчики представляют собой устройства с фиксированным и известным мореплавателю положением, которые излучают кодированную группу высокочастотных электромагнитных импульсов в трехсантиметровом и (или) десятисантиметровом диапазонах частот судовых радиолокационных станций.

Импульсы, излучаемые радиолокационными маяками-ответчиками [РЛМ^к (отв)], создают на экранах судовых РЛС характерные изображения, благодаря которым предоставляется возможность определять местоположение судна более уверенно, чем по обычному радиолокационному изображению.

Радиолокационные маяки бывают двух типов: РЛМ^к отв (Ракон) – радиолокационный маяк-ответчик и РЛМ^к (Рамарк) – радиолокационный маяк с непрерывным излучением.

РЛМ^к отв (Ракон) в отличие от РЛМ^{кА} (Рамарк) имеет два режима работы: режим ожидания и режим излучения. В режиме ожидания РЛМ^к отв никаких сигналов не передает, но несет автоматическую приемную вахту. Как только на маяке будет принят сигнал от работающей РЛС, произойдет автоматическое переключение маяка на работу в режиме излучения и он начнет передавать собственные импульсы. Каждый РЛМ^к отв излучает присвоенный ему опознавательный сигнал. Изображение этого сигнала на индикаторе кругового обзора РЛС имеет вид непрерывной или прерывистой линии, расположенной радиально (как правило, соответствующей определенному буквенному сочетанию точек и тире).

При помощи РЛМ^{кА} отв можно определить пеленг на маяк и расстояние до него. Расстояние от судна до РЛМ^к отв соответствует расстоянию от центра развертки до точки, в которой начинается излучение РЛМ^{кА} отв (отображение его сигнала), но полученное значение будет на несколько кб. больше из-за некоторой задержки ответного сигнала в аппаратуре РЛМ^{кА} отв.

Влияние помех на распознавание сигнала РЛМ^к отв и дальность его действия сказывается меньше, чем на радиолокационное изображение окружающей обстановки, так как мощность ответного сигнала РЛМ^к отв превышает мощность отраженного сигнала. На близких расстояниях от РЛМ^к отв возможно пропадание их сигналов за счет интерференции при отражениях радиоволн от морской поверхности. Протяженность мертвых зон по расстоянию и их расположение зависят от волнения моря и высот антенн РЛМ^к отв и РЛС, а поэтому различны в каждом конкретном случае.

В условиях ненормального распространения радиоволн на расстояниях, значительно превышающих объявленную дальность действия РЛМ^к отв, можно получить ложный сигнал независимо от дальности действия судовой РЛС. Поэтому полагаться следует только на устойчивый сигнал и только в пределах объявленной дальности действия РЛМ^к отв.

РЛМ^к (Рамарк) работает самостоятельно, без сигнала с судовых РЛС. В остальном он подобен РЛМ^к отв, но по сигналу РЛМ^к нельзя судить о расстоянии до него, так как сигнал простирается от точки нахождения судна до окружности индикатора.

Рабочая частота радиолокационных маяков и период ее изменения. Для того чтобы обеспечить возможность широкого использования радиолокационных маяков, необходимо, чтобы они излучали свои импульсы во всем диапазоне частот судовых РЛС. С этой целью на радиолокационных маяках применяется метод «качания» частоты, т.е. передачи импульсов на частоте, плавно изменяющейся в пределах всего указанного диапазона. Сигнал на экране судовой РЛС появляется в момент, когда частота маяка совпадает с частотой, на которую настроена РЛС. За время одного периода изменения («качания») частоты такое совпадение происходит один раз, поэтому сигналы маяка появляются на экране РЛС через промежутки времени, соответствующие периоду изменения частоты.

Сектор действия. Радиолокационные маяки бывают круговые, излучающие импульсы по всему горизонту, и секторные, излучающие в пределах определенного горизонтального угла. Границы секторов действия радиолокационных маяков даются с берега (от маяка) и отсчитываются от 0° до 360°.

Дальность действия радиолокационных маяков зависит от мощности судовой РЛС, высоты установки ее антенны, а также мощности и высоты установки антенны самого радиолокационного маяка.

В опознавательных сигналах радиолокационных маяков продолжительность коротких и длинных сигналов и интервалов между ними (кроме специально оговоренных случаев) не соответствуют азбуке Морзе. Поэтому в описании приводится графическое изображение опознавательных сигналов.

Радиолокационные маяки каждой страны имеют один или несколько номеров, под которыми они значатся в английском описании. Эти номера (курсивом) помещаются в скобках после названия страны. Кроме того, для стран или географических районов, имеющих в английском описании два и больше номера, они помещаются под номером данного описания (курсивом).

Мореплаватели предупреждаются, что работа любого радиолокационного маяка может быть прервана без предварительного оповещения на различные периоды времени для ремонта и т. п.

Примечание:

Радиолокационные маяки-ответчики устанавливаются, как правило, вначале экспериментально. На постоянную работу они переводятся, когда их надежность подтверждена мореплавателями. На иностранные карты наносятся только постоянно действующие РЛМ^К отв, в извещениях мореплавателям объявляются все вновь устанавливаемые (экспериментально работающие – со специальной ссылкой).

Радиолокационные маяки-ответчики Черного моря

Таблица 20.5.

№	Название, номенклатурный термин, координаты	Опознавательный сигнал (его длина на экране РЛС) период наблюдения	Дальность и сектор действия, время работы	Дополнительные сведения
67350 70990	Тендровский (Tendrovskiy) РЛМ ^К (отв) 46°19'N 31°31'E	Украина ТД (— — ••) (1,75мили) 30 с	20 миль 360°	При маяке Тендровский
67400 70960	Светящего Буя №1 РЛМ ^К (отв) 46°08'N 31°06'E	Р (• — •) (1,5мили) 30 с	15 миль 360°	На св. бую. № 1 Одесском подходе
67450 70940	Санжейский (Sanzheyskiy)	СН (••• — •) (1,5мили) 30 с	20 миль 360°	При маяке Санжейский
67500 70900	Шаганы (Shahany) РЛМ ^К (отв) 45°40'N 29°53'E	Ш (— — — —) (1,875мили) 30 с	20 миль 360°	При св. знаке Шаганы (В) Прекратил действие (2001 г.)
67550 70860	Прорвинский (Prorvinskiy)	П (• — — •) (1,375мили) 30 с	18 миль 360°	При св. Знаке Прорвинский (В) Прекратил действие (2006 г.)

67600 71350	Терминал SPM (Terminal SPM)	Грузия		На св. буге.
67630 71400	Анадолу (Anadoly) РЛМ ^к (отв) 41°13'N 29°09'E	Турция Б (— ●●●)		При маяке Анадолу
67700 70820	Сулина (Sulina) РЛМ ^к (отв) 45°09'N 29°46'E	Румыния	5 – 25 мили	Диапазоны 3 и 10 см

20.4. Комбинированные радиомаяки

Иногда круговые радиомаяки работают синхронно со своей звукоцигнальной установкой, что позволяет наряду с радиопеленгованием производить измерение расстояния до радиомаяка. Измерение расстояния сводится к измерению разности во времени прохождения звукового сигнала и радиосигнала от маяка до судна.

Отсчет времени или непосредственно расстояния обеспечивается синхронизацией сигналов радиомаяка и звукоцигнальной установки.

Измерение расстояния при использовании комбинированных радиомаяков производится двумя методами:

1. После подачи синхронизирующего сигнала радиомаяк передает серию сигналов с интервалами, равными времени, за которое звук проходит определенное расстояние в воде или в воздухе. Отсчет сигналов, переданных радиомаяком, от синхронизирующего сигнала до момента прихода звукового сигнала показывает расстояние до звукоцигнальной установки. Подробности определения расстояния этим методом даны при описании каждого радиомаяка. Интервал между радиосигналами, равный 5,5 с, соответствует расстоянию в 1 милю.

2. Число секунд (по секундомеру), прошедших от момента начала подачи радиосигнала до момента начала слышимости звукового сигнала, дает возможность определить расстояние до звукоцигнальной установки с помощью специальной таблицы для определения расстояния по времени прохождения звука в воде и воздухе, (см. табл. 20.6).

Тип звукоцигнальной установки указывается в каждом случае, а ее координаты или положение относительно радиомаяка приводятся в тех случаях, когда они значительно отличаются от местоположения радиомаяка.

Комбинированные радиомаяки США предусматривают использование второго из описанных выше методов измерения расстояния. Синхронизация заключается в том, что одновременно с началом передачи радиомаяком тире продолжительностью 10 с звукоцигнальная установка подает сигнал продолжительностью 5 с.

Таблица для определения расстояния по времени прохождения звука в воде и воздухе

Таблица 20.6.

Время в секундах	Расстояние в милях		Время в секундах	Расстояние в милях	
	Подводный сигнал	Воздушный сигнал		Подводный сигнал	Воздушный сигнал
1	0,8	0,18	8	6,4	1,44
2	1,6	0,36	9	7,2	1,62
3	2,4	0,54	10	8,0	1,80
4	3,2	0,72	20	16,0	3,60
5	4,0	0,90	30	24,0	5,40
6	4,8	1,08	40	32,0	7,20
7	5,6	1,26	50	40,0	9,00

20.5. Радиомаяки (на плавучих маяках, створные, автоматические) и аэрорамаяки

А. Радиомаяки на плавучих маяках

Иногда круговые радиомаяки устанавливаются на плавучих маяках (буях). Если плавучий маяк не находится на своем штатном месте, радиомаяк на нем выключается. Не рекомендуется использовать радиомаяки на плавучих маяках в качестве приводных, особенно при плохой видимости. На сорванных с места буях автоматический радиомаяк может продолжать работу, что может ввести в заблуждение судоводителя.

Б. Створные радиомаяки (СРМ^{КИ})

СРМ^{КИ} предназначены для обеспечения плавания по прямолинейным фарватерам, входа в порты и выхода из них и др. Использование СРМ^{КОВ} позволяет судам с помощью обычного радиоприемника в сложных гидрометеорологических условиях днем и ночью входить и выходить из узкостей, портов и плавать по фарватерам. В СРМ^{КАХ} используется равноточный метод вождения, сущность которого состоит в том, что в пространстве создается зона равной слышимости сигналов (РСЗона). Эта зона, представляющая сектор примерно в 1°, является осью канала (фарватера или рекомендованного курса).

СРМ^{КИ} излучают переплетающиеся сигналы, которые отчетливо слышны слева и справа от РСЗоны, а когда судно находится в пределах РСЗоны (на оси канала), то слышно сплошное тире.

Например: если СРМ^К передает слева от РСЗоны сигнал $A (\cdot -)$, а справа – $H (- \cdot)$, то в РСЗоне будет приниматься сплошное «тире».

Для того, чтобы пользоваться СРМ^{КОМ}, необходимо знать: координаты СРМ^{КА} (φ , λ), длину волны, на которой он работает (частоту); направление РСЗоны; распределение сигналов относительно оси зоны (A и H или B и J или E и T).

Сигналы СРМ^{КА} можно принимать с помощью судового радиоприемника связи или радиопеленгатора, переключенного на вертикальную антенну (радиоприемник любого типа).

СРМ^{КИ} работают по вызову. Порядок вызова СРМ^{КОВ} и необходимые данные о них указаны в «РТСНО» соответствующего района плавания.

Для СРМ^{КА} «Булонь» (Франция): $\varphi = 50^{\circ}44'N$, $\lambda = 1^{\circ}36'E$, $f = 289,5$ кГц, направление РСЗоны $281,5^{\circ} \div 101,5^{\circ}$, ее угол – 5° , к северу от РСЗоны подает сигнал $A (\cdot -)$, к югу – $H (- \cdot)$.

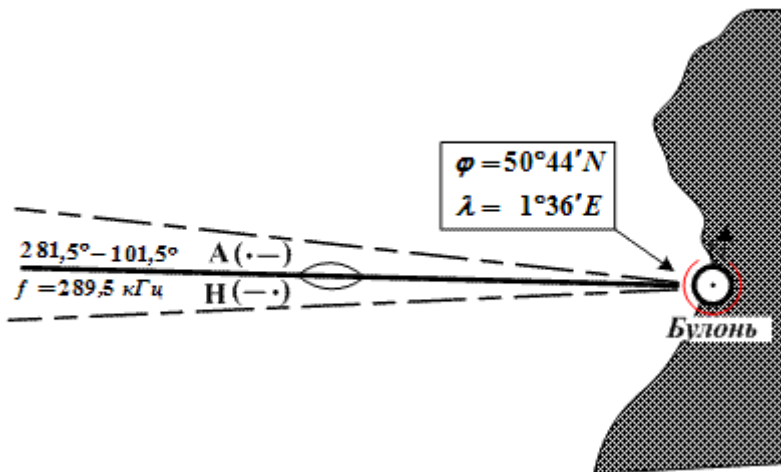


Рис. 20.1. Створный РМ^К «Булонь»

В. Автоматические радиомаяки

Дальность их действия, как правило, не превышает 10 миль, они могут не иметь опознавательного сигнала по азбуке Морзе и опознать их можно только по рабочей частоте. Автоматические радиомаяки США и Канады работают непрерывно, характер их работы следующий:

A2*	10 миль
Группа тире, каждое по 0,5	
с.....	13,5 с
Пауза	
.....	1,5 с
Период.....	15,0 с

Г. Аэрорадиомаяки

Аэрорадиомаяки устанавливаются в целях аэронавигации, но довольно большое количество аэрорадиомаяков, расположенных на побережье, может быть использовано также в целях обеспечения безопасности мореплавания.

Координаты аэрорадиомаяков даются приближенные. Степень надежности радиопеленгов, полученных при использовании аэрорадиомаяков, не очень высока.

Аэрорадиомаяки, расположенные в районах, достаточно обеспеченных морскими радиомаяками, а также расположенные далеко от береговой черты, для целей навигации не используются. В случае группового расположения аэрорадиомаяков в районе, недостаточно обеспеченном морскими радиомаяками, в описании приводятся данные только об одном аэрорадиомаяке, обладающем наибольшей дальностью действия. На схемах расположения радиомаяков из-за большой нагрузки некоторые аэрорадиомаяки не нанесены.

Аэрорадиомаяки работают непрерывно, если время их работы специально не оговорено. Следует помнить, что аэрорадиомаяки могут временно прекращать свою работу, а также изменять режим, о чем не дается никаких извещений.

Круговые аэрорадиомаяки обычно имеют характеристику радиосигналов в виде длинного тире, прерываемого опознавательным сигналом.

Створные аэрорадиомаяки обычно имеют четыре равносигнальные зоны. В пределах равносигнальной зоны слышен одинаковый по силе непрерывный звук (длинное тире), а при отклонении в ту или иную сторону от оси зоны преобладает один из двух переплетающихся сигналов A (\cdot —) или H (— \cdot). Переплетающиеся сигналы прерываются один-два раза в минуту опознавательным сигналом аэрорадиомаяка.

20.6. Девиационные радиомаяки и УКВ радиомаяки с вращающейся характеристикой направленности

А. Девиационные радиомаяки

Круговые радиомаяки могут быть использованы и для определения радиодевиации. Если радиомаяк используется только для определения радиодевиации, то в описании он называется девиационным. Если радиомаяк используется и в целях навигации, и для определения радиодевиации, он ведет в каждом случае отдельные передачи или имеет два разных передатчика.

Для определения радиодевиации радиомаяки работают со своими обычными характеристиками, если не указаны другие.

Особенности работы радиомаяков при определении радиодевиации для некоторых стран приведена в «РТСНО» (Адм. № 3001).

Правила пользования отечественными девиационными радиомаяками изложены в «Описании мерных линий, девиационных и радиодевиационных полигонов Черного и Азовского морей» (Адм. № 4246 ДСП).

Девиационные радиомаяки Черного моря

Таблица 20.7.

№№ (РФ/Междун.)	Название	Координаты	
		широта	долгота
1743 (1282)	Галата	43°10,0'N	27°57,0'E
1600 (1295)	Ильичевск	46°18,9'N	30°41,0'E
1620 (1303)	Тарханкутский	45°20,8'N	32°29,7'E
1630 (1307)	Херсонесский	44°35,0'N	33°22,8'E
1635 (1309)	Айтодорский	44°25,8'N	34°07,4'E
1640 (1311)	Ильинский	45°00,8'N	35°25,4'E
1660 (1331)	Дообский	44°37,6'N	37°54,8'E
1695 (1333)	Кодошский	44°05,8'N	39°02,2'E
1715 (1341)	Потийский	42°08,0'N	41°39,6'E
1720 (1343)	Батумский	41°39,4'N	41°38,5'E



Рис. 20.2. Девиационные радиомаяки Черного моря

Б. Ультракоротковолновые радиомаяки с вращающейся характеристикой направленности

Эти маяки создают диаграмму направленности излучения, вращающуюся в горизонтальной плоскости. Сигналы этих радиомаяков (серия точек) могут быть приняты на судне любым радиоприемником, настроенным на рабочую частоту радиомаяка и способным принимать сигналы, модулированные по частоте.

Скорость вращения диаграммы направленности постоянна. Количество слышимых точек зависит от направления на радиомаяк; точки, кратные «10», выделяются изменением тона звучания.

Для определения пеленга на радиомаяк необходимо подсчитать количество точек, принятых на судне с момента начала их приема до момента исчезновения их слышимости, и по таблице, приведенной в описании данного радиомаяка, перевести отсчет в пеленг. СКП определения пеленга не превышает $\pm 2^\circ$.

Выводы

1. Суда вызывают радиостанцию, работающую по запросу для пеленгования на частотах 500, 2182 кГц или на любой из рабочих частот этой радиостанции.
2. Радиопеленгаторная станция определяет радиопеленг и передает на судно истинный радиопеленг со станции на судно, класс точности (погрешность) радиопеленга и время наблюдения.
3. Импульсы, излучаемые радиолокационными маяками-ответчиками, создают на экранах судовых РЛС характерные изображения, благодаря которым предоставляется возможность определять место судна более уверенно, чем по обычному радиолокационному изображению.
4. Комбинированные радиомаяки позволяют, наряду с радиопеленгованием, производить и измерение расстояния до них.
5. Створные радиомаяки предназначены для обеспечения плавания по каналам, фарватерам и в узкостях, входа в порты и выхода из них по равносигнальному методу вождения.
6. В целях обеспечения безопасности мореплавания используются те азрорадиомаяки, которые расположены непосредственно на прибрежной части, а не в глубине территории.

ГЛАВА 21. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУДОВЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ НАВИГАЦИИ

21.1. Основные эксплуатационные данные судовой РЛС

21.1.1. Общие положения

Радиолокация → обнаружение и определение координат и параметров движения различных объектов (целей), отражающих, переизлучающих или излучающих радиоволны.

Радиолокационная станция (РЛС) → комплекс судовых радиотехнических устройств, решающий задачу радиолокации.

В 1950 г. первая отечественная импульсная (3-х см.) судовая навигационная РЛС (НРЛС) «Нептун» успешно прошла испытания и принята для установки на судах.

(РЛС «Миус», «Печора», «Наяда 1, 2, 3, 4» а с 1980 г. – «Океан – С»)

Судовая радиолокационная станция (РЛС) **предназначена** для обнаружения надводных объектов и берега в условиях плохой видимости, определения места судна, обеспечения плавания в узкостях, предупреждения столкновения судов.

РЛС позволяет не только определять место судна, но и, что самое главное, видеть объекты, скрытые от визуального наблюдения.

Таблица 21.1

Технические характеристики типовых судовых РЛС

Наименование параметра	Значение параметра	
Длина волны, (см)		
Ширина диаграммы направленности антенны:	10	3,2
• в вертикальной плоскости	от 18° до 22°	от 17° до 24°
• в горизонтальной плоскости	от 1,8° до 2,3°	от 0,6° до 1,8°
Частота вращения антенны (об/мин)	12 - 20	15 - 25
Импульсная мощность (кВт)	30 - 80	6 - 80
Длительность импульсов (мкс)	0,1 - 1,0	0,05 - 1,0
Частота посылки импульсов (имп./с)	850 - 4000	625 - 4000
Максимальная дальность по шкале индикатора (мили)	50 - 64	12 - 64
Минимальная шкала дальности (мили)	0,5 - 1,0	0,25 - 1,0
Диаметр экрана (см)	42 - 45	12 - 45

В судовых РЛС в качестве индикатора применяется электронно-лучевая трубка (ЭЛТ) с круговым обзором.

Индикатор кругового обзора (ИКО) РЛС дает изображения окружающей надводной обстановки и позволяет определять расстояния до объектов и направления на них.

На судах применяются ИКО с двумя видами изображения обстановки:

1. → **в относительном движении (ОД)**, то есть место своего судна на ИКО неподвижно, а эхо-сигналы объектов перемещаются на экране в сторону, обратную движению судна;
2. → **в истинном движении (ИД)**, то есть место своего судна на ИКО перемещается по экрану в направлении и со скоростью, которые соответствуют движению своего судна. Эхо-сигналы неподвижных объектов на экране остаются на месте, а подвижных – перемещаются в направлениях, соответствующих их курсу.

Изображение на ИКО может быть ориентировано:

- относительно диаметральной плоскости (ДП) судна («**по курсу**»), то есть на ИКО та же картина, как и визуально вокруг судна;
- относительно гирокомпасного меридиана («**по норду**»), то есть на ИКО видна картина, похожая на изображение местности на морской карте.

Основными эксплуатационными данными РЛС являются:

1. Максимальная дальность действия и дальность обнаружения объектов.
2. Минимальная дальность действия и мертвая зона.
3. Разрешающая способность РЛС.
4. Точность радиолокационного пеленгования.
5. Радиолокационная девиация.
6. Точность измерения расстояний.

21.1.2. Максимальная дальность действия и дальность обнаружения объектов

В современных РЛС применяются радиоволны сантиметрового диапазона, которые распространяются и отражаются по законам световых волн, но с несколько большим коэффициентом рефракции. Поэтому они проникают немного дальше за видимый горизонт, чем световые.

Максимальная дальность действия РЛС определяется радиолокационным горизонтом и может быть вычислена по формуле:

$$D_p = 2,3930 \cdot \sqrt{h_d} \approx 2,4 \cdot \sqrt{h_d} \quad (21.1)$$

где h_d – действующая высота антенны РЛС, метры;

D_p – дальность радиолокационного горизонта, мили.

Так как дальность видимого горизонта

$$D_e = 2,08 \cdot \sqrt{e_M}, \quad (21.2)$$

то $D_p > D_e$ примерно на 15%.

Дальность обнаружения отдельных объектов с помощью РЛС может быть определена по формуле:

$$D_{p.o.} = 2,4 \cdot (\sqrt{h_d} + \sqrt{h}) \quad (21.3)$$

где h — высота объекта над уровнем моря (метры);

$$\text{т.е. } D_{p.o.} \approx 1,15 D_p \quad (21.4)$$

$D_{p.o.}$ может быть и меньше, чем получена по формуле при плохой отражательной способности объекта (низкий пологий берег, а не высокий, крутой и каменистый; деревянное, а не металлическое судно и т.д.).

Для РЛС с $\lambda = 3$ см и $h_d = 15$ м $D_{p.o.}$ составляет:

- рыболовный траулер – 6÷9 миль;
- плавмаяк – 6÷10 миль;
- буй малый – 1÷2 мили;
- буй средний – 2÷3 мили;
- буй большой – 3÷4 мили;
- буй с пассивным отражателем – 6÷8 миль;
- низменный песчаный берег – 1÷5 миль;
- холмы и горы – 15÷40 миль;
- причалы, волноломы – 5÷10 миль;
- отдельно расположенные маяки – 5÷10 миль;
- мосты через реки – до 5 миль.

При плохой погоде (туман, дождь, снегопад) $D_{p.o.}$ может быть меньше на 10÷50% , так как часть электромагнитной энергии будет поглощаться частицами воды.

21.1.3. Минимальная дальность действия и мертвая зона РЛС

Минимальная дальность действия – это наименьшее расстояние, на котором объекты могут обнаруживаться. Она определяется в основном длительностью импульса (τ).

Так как в течении излучения энергии импульса, прием отраженных сигналов, невозможен, потому что антенна РЛС все это время подключена к передатчику. Поэтому:

$$D_{Pmin} \approx C \cdot \tau / 2 \quad (21.5)$$

но фактически она больше. В общем случае она определяется по формуле:

$$D_{Pmin} = \frac{C \cdot \tau}{2} + \frac{C \cdot \tau_{ПЕР}}{2} \approx C \cdot \tau \quad (21.6)$$

где $\tau_{ПЕР}$ – длительность переключения антенны ($\tau_{ПЕР} \approx \tau$).

На шкалах крупного масштаба у современных РЛС $\tau = 0,1$ мкс, что дает $D_{Pmin} \approx 30$ м.

Способность РЛС обнаруживать близкие объекты характеризуется **мертвой зоной**. Ширина диаграммы направленности антенны РЛС в вертикальной плоскости колеблется в пределах $\div 30^\circ$, поэтому объекты, находящиеся под нижней кромкой угла излучения, не будут видны. Пространство ниже этой кромки называется мертвой зоной.

Теоретически она определяется по формуле:

$$r = h_d \cdot \text{ctg} \frac{\alpha}{2} \quad (21.7)$$

где α – ширина диаграммы направленности в вертикальной плоскости.

Для РЛС «Океан» – $\alpha = 15^\circ$ и при $h_d = 15$ м $r = 114$ м.

Фактическое значение мертвой зоны определяется практически.

21.1.4. Разрешающая способность РЛС

Разрешающая способность РЛС **по расстоянию** определяется минимальным (разрешающим) расстоянием между объектами, расположенными на одном пеленге и различимыми на экране РЛС

$$\Delta D = \frac{C \cdot \tau}{2} + \frac{a}{M} \quad (21.8)$$

где a – диаметр пятна эхо-сигнала;

M – масштаб изображения.

Для РЛС «Океан»:

- на шкале 1 мили $\Delta D \approx 24$ м ($\tau = 0,1$ мкс, $M = 1:9.200$, $a = 1$ мм);
- на шкале 64 мили $\Delta D \approx 743$ м ($\tau = 1$ мкс, $M = 1:593.000$).

Разрешающая способность РЛС **по азимуту** определяется минимальным (разрешающим) углом ($\Delta\alpha$) между объектами, находящимися на одинаковом расстоянии от судна и отдельно различимыми на экране РЛС.

Величина этого угла зависит от ширины угла ($\alpha_{ГОР}$) диаграммы направленности антенны по азимуту, от диаметра пятна на ИКО и от степени усиления приемника.

$$\Delta\alpha = \alpha_{ГОР} + \frac{57,3^\circ \cdot a}{R} \quad (21.9)$$

где R – расстояние до эхо-сигнала от начала развертки.

Для РЛС «Океан» $\Delta\alpha = 1,0^\circ$ ($\alpha_{ГОР} = 0,7^\circ$, $a = 1$ мм, $R = 200$ мм).

21.1.5. Точность радиолокационного пеленгования

Точность определения радиолокационного пеленга (РЛП) на ориентир зависит от:

- | | |
|--|-------------------------|
| 1) → ширины диаграммы направленности в горизонтальной плоскости | $m_1 \approx 0,4^\circ$ |
| 2) → неточной центровки начала развертки | $m_2 \approx 0,4^\circ$ |
| 3) → неточного визирования эхо-сигнала ориентира | $m_3 \approx 0,5^\circ$ |
| 4) → погрешности нуля отсчета, вызванной сдвигом антенны относительно ДП судна | $m_4 \approx 0,3^\circ$ |
| 5) → инструментальной погрешности передачи на индикатор угла вращения антенны | $m_5 \approx 0,3^\circ$ |
| 6) → погрешности параллактического характера | $m_6 \approx 0,5^\circ$ |

Учитывая все это, получим, что средняя квадратическая погрешность (СКП) определения РЛП:

– при пеленговании «точечных» ориентиров

$$m_{РЛП} = \pm 1,0^\circ$$

– при пеленговании мысов (не «точечных» ориентиров)

$$m_{РЛП} = \pm 2,0^\circ \div 3,0^\circ$$

Для РЛС «Океан» в режиме автосопровождения при спокойном море на $\lambda = 3,2$ см, $m_{рлс} \leq \pm 0,5^\circ$; на $\lambda = 10$ см, $m_{рлс} \leq \pm 0,7^\circ$.

Точность РЛП снижается при качке судна (при $\theta = 10^\circ$ и $\psi = 8^\circ$ $m_{рлп}$ на 1° больше).

Для снижения $m_{рлп}$ следует стремиться пеленговать только «точечные» ориентиры и не пеленговать объекты, близко расположенные к центру ИКО и использовать длину волны $\lambda = 3,2$ см (а не $\lambda = 10$ см).

21.1.6. Радиолокационная девиация

Антенну РЛС трудно установить на судне так, чтобы в пространство ее облучения не попадали мачты, такелаж, другие антенны и прочие судовые устройства. При этом наблюдаются теневые секторы. Отсчеты с РЛС, взятые в этих секторах и в пределах 3° от их границ, могут содержать значительные погрешности, называемые радиолокационной девиацией.

Причиной ее появления является искажение электромагнитного поля сигнала, отраженного от объекта, полем, создаваемым на судне вторичными излучателями (мачты, трубы и пр.).

Величина (значение) радиолокационной девиации определяется экспериментально сравнением визуального и радиолокационного пеленгов на ориентир, измеренных одновременно:

$$f_{рлс} = КП - РЛП \quad (21.10)$$

Определенные значения $f_{рлс}$ сводятся в специальную таблицу для дальнейшего их учета.

21.1.7. Точность измерения расстояний

Расстояние до эхо-сигнала ориентира на экране РЛС может быть измерено с помощью неподвижных (НКД) или подвижных (ПКД) кругов дальности.

С помощью НКД расстояние до ориентира измеряется приближенно, путем глазомерной интерполяции положения эхо-сигнала между НКД. Точность измерения расстояний в этом случае можно получить по формуле:

$$m_D = \frac{D_{ш}}{3 \cdot 10N} \quad (21.11)$$

где $D_{ш}$ – шкала дальности;

N – число колец дальности.

Для РЛС «Океан» ($D_{ш} = 16$ миль, $N = 4$) $m_D = 1,3$ кб.

Более точно измеряется расстояние с помощью подвижного кольца дальности (ПКД). Точность этого измерения определяется погрешностями калибровки РЛС ($0,0$ кб.), инструментальной погрешности РЛС ($\pm 10 \div 15$ м), погрешностью измерений и погрешностью места объекта (ориентира).

Точность измерения расстояний с помощью РЛС, определенная экспериментальным путем, приводится в описании каждой РЛС и колеблется в пределах от $\pm 0,2$ до $\pm 1,0$ кб.

Исходя из приведенных значений m_D можно сделать один вывод, что **РЛС, как дальномерный прибор, имеет высокую точность измерений.**

21.2. Чтение радиолокационного изображения

Изображение местности на экране ИКО РЛС похоже на изображение на карте, но имеет целый ряд особенностей.

21.2.1. Искажение линии берегов

Изображение берега на экране ИКО РЛС соответствует не урезу воды, а некоторой приподнятой части суши. Мелкие подробности местности, особенно при значительных до них расстояниях, часто не выделяются на экране (бухточка, мелкие островки – «исчезли»).

Часть береговой черты может быть затенена и отсутствовать на экране ИКО.

Для облегчения опознавания местности и определения места судна на некоторые районы плавания издаются специальные радиолокационные карты (процесс их изготовления очень трудоемок и они широкого распространения не нашли).

На практике судоводители сами «поднимают» путевые навигационные карты в радиолокационном отношении.

21.2.2. Влияние волнения моря

Эхо-сигналы, создаваемые морскими волнами, могут значительно влиять на качество изображения, создавая в центре экрана ИКО РЛС яркое пятно радиусом до 2 миль, (в сильный шторм – до 4 миль). Пятно имеет форму овала, большая часть которого расположена с наветренной стороны. В этом пятне могут исчезнуть эхо-сигналы даже крупных объектов (судов, буев и т.п.).

В целях уменьшения влияния данного явления следует снижать чувствительность приемника РЛС в центре экрана. Пользоваться для этого регулировкой ВАРУ (временная автоматическая регулировка усиления) нужно с осторожностью, чтобы ликвидировать только сплошное пятно помех, сохранив отдельные случайные эхо-сигналы от волн.

21.2.3. Влияние метеорологических условий

В туман, дождь и при большой влажности радиолокационная дальность обнаружения ($D_{P.O.}$) уменьшается из-за рассеивания и поглощения радиоволн сантиметрового диапазона водой, находящейся в воздухе.

Степень ослабления сигналов увеличивается с уменьшением длины радиоволн.

Если холодный влажный воздух распространяется над теплой водой, то $D_{P.O.}$ будет меньше из-за пониженной рефракции (**субрефракция**). Были случаи, когда $D_{P.O.}$ небольших судов и островов сокращалась на 30÷40% и более.

В арктических плаваниях с трудом обнаруживались айсберги и громадные плавучие льдины на расстоянии менее 1 мили.

При повышенной рефракции (**сверхрефракции**) $D_{P.O.}$ может достигать нескольких сотен миль. Исключительным случаем сверхрефракции является волноводное распространение, при котором радиоволны распространяются внутри высотного атмосферного волновода на большие расстояния, следуя кривизне земной поверхности.

На экране ИКО РЛС могут появиться эхо-сигналы от облаков, полос ливня и пр.

Грозовые и дождевые тучи и сильный снегопад очень сильно засвечивают экран и среди этих пятен невозможно обнаружить нужные объекты.

21.2.4. Обнаружение льдов

Льды с помощью РЛС не всегда обнаруживаются потому, что сам лед обладает малой эффективной площадью отражения. Очень плохо обнаруживаются гладкие ледяные поля и айсберги с пологими склонами. Ровный, гладкий лед почти не виден на экране РЛС.

Наиболее сильные эхо-сигналы дает смерзшийся торосистый лед.

Льды и припай вблизи низменных берегов искажают очертания береговой линии на экране РЛС.

РЛС, что примечательно, позволяет отыскивать разводья и полыньи, даже закрытые выпавшим снегом.

21.2.5. Теневые секторы

Секторы, образованные мачтами, трубами, антеннами и другими палубными надстройками можно определить с помощью небольшого катера или шлюпки вооруженных уголкового отражателем. Такой катер (шлюпка) входит в угол судна, а на экране РЛС фиксирует теневые секторы. Схема определенных таким образом теневых секторов (их расположение) вывешивают в штурманской рубке и ходовом мостике.

Чтобы обнаружить суда и другие ориентиры, оказавшиеся в теневых секторах нужно периодически на короткое время изменить курс (при плавании в малую или плохую видимость периодическое изменение курса обязательно).

21.2.6. Ложные эхо-сигналы

Причинами появления ложных эхо-сигналов может быть несовершенство и неисправность РЛС, а также физические явления, связанные с распространением радиоволн.

Часть энергии сигнала (не > 5%) антенна излучает по боковым направлениям. Эхо-сигналы, принятые боковыми лепестками антенны, появляются в виде нескольких изображений одного и того же объекта, расположенных по дуге окружности, радиус которой равен расстоянию до объекта. Такие ложные эхо-сигналы могут быть устранены уменьшением общего усиления и применением ВАРУ.

21.3. Определение места судна с помощью РЛС

21.3.1. Опознавание береговой черты

Судовая РЛС применяется главным образом для определения места судна по измеренным до ориентиров расстояниям. При наличии точечных или имеющих характерные очертания ориентиров можно для этого использовать и радиолокационные пеленги (РЛП).

Реализация определения места судна с помощью РЛС зависит и от того, как точно опознаны те ориентиры, по которым производятся замеры расстояний (D_p) и пеленгов (РЛП).

При подходе к берегу с моря возникает задача опознавания района нахождения судна. Основными признаками для опознавания берега является конфигурация береговой черты, отдельно лежащие в море скалы, островки и т.п.

Опознавание береговых объектов для последующего определения места судна может производиться или способом веера пеленгов и расстояний, или способом траверзных расстояний.

1. Способ веера пеленгов и расстояний.

Этот способ обычно применяется при изрезанном обрывистом берегу или в том случае, когда на берегу (или в море) имеются характерные ориентиры.

Сущность способа состоит в следующем (рис. 21.1):

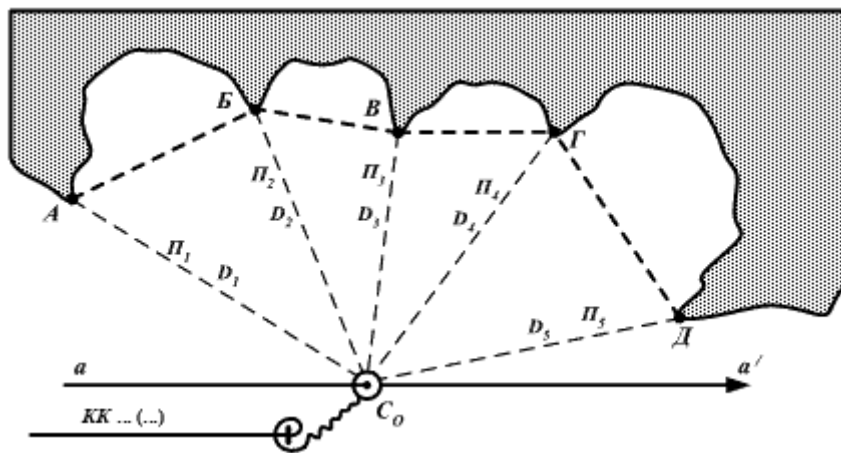


Рис. 21.1. Способ веера пеленгов и расстояний

На экране ИКО РЛС подбираются хорошо видимые и характерные объекты. Затем в быстрой последовательности измеряются РЛП и D_p до этих объектов (**Ор. А** – РЛП₁, D_{p1} ; **Ор. В** – РЛП₂, D_{p2} ; **Ор. В** – РЛП₃, D_{p3} ; **Ор. Г** – РЛП₄, D_{p4} ; **Ор. Д** – РЛП₅, D_{p5}). На момент средних наблюдений (Ор. В) замечается $\frac{T}{ОЛ}$.

На листе кальки проводится прямая $a-a'$ и на ней из произвольной точки (т. C_0) прокладываются истинные значения ($\Pi_i = РЛП_i + \Delta K$, $D_i = D_{pi} + \Delta D_p$) всех измеренных пеленгов и расстояний в масштабе путевой навигационной карты.

Соединив штриховой линией (— — —) точки пеленгов, соответствующих измеренным (и исправленным) расстояниям, получаем ломаную линию, которая и будет приближенным изображением контура берега.

Подготовленную таким образом кальку перемещают по путевой карте так, чтобы линия $a-a'$ всегда оставалась параллельной курсу судна, а ломаная (штриховая) линия в наибольшей степени совпадала бы с изображением берега на карте и чтобы большее число Π и D соответствовало характерным ориентирам на берегу, и если так, то это значит, что участок побережья опознан. В т. C_0 кальки делается укол циркулем-измерителем и эта точка (т. C_0), но уже на путевой навигационной карте, считается ориентировочным местом судна на средний момент наблюдений.

Если скорость судна при измерении радиолокационных пеленгов (РЛП) и расстояний (D_p) более 12 узлов, то время и отсчет лага $\left(\frac{T}{ОЛ}\right)$ замечаются при каждом измерении РЛП и D_p и прокладка их на кальке производится не из одной точки (т. C_0), а из точек, соответствующих месту судна в момент

каждого измерения. В дальнейшем – аналогично до укола циркулем-измерителем в точке, соответствующей последнему измерению РЛП и D_p .

Место судна этим способом опознается тем точнее, чем больше взято пеленгов и расстояний и чем характернее выражены контуры наблюдаемых ориентиров.

2. Способ траверзных расстояний (рис. 21.2).

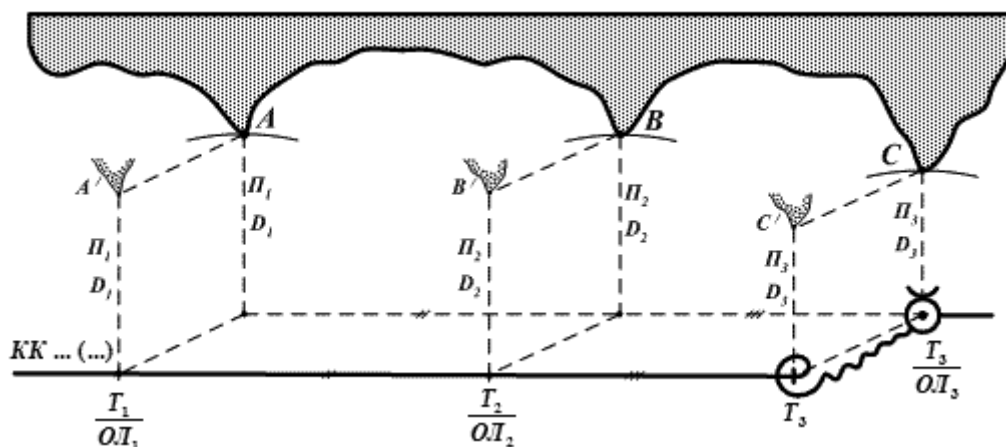


Рис. 21.2. Способ траверзных расстояний

Наблюдатель измеряет расстояния до береговых ориентиров, эхо-сигналы которых видны на экране, когда они приходят на один и тот же курсовой угол, лучше всего на траверз, и в момент

измерения расстояний замечает время и отсчет лага $\left(\frac{T}{OL}\right)$. Затем на листе кальки прокладывает линию

курса со счислимыми точками каждого измерения $\left(\frac{T_1}{OL_1}, \frac{T_2}{OL_2}, \frac{T_3}{OL_3}\right)$. Из соответствующих точек по

KU и D наносит объекты (A', B', C'). Подготовленную таким образом кальку накладывает на путевую навигационную карту и перемещает ее так, как и при первом способе. В результате совпадения ориентиров на кальке и карте наблюдатель получает уточненное положение линии пути и места судна.

21.3.2. Определение места судна по расстояниям до нескольких ориентиров

1. Расстояния измеряются до точечных ориентиров (рис. 21.3).

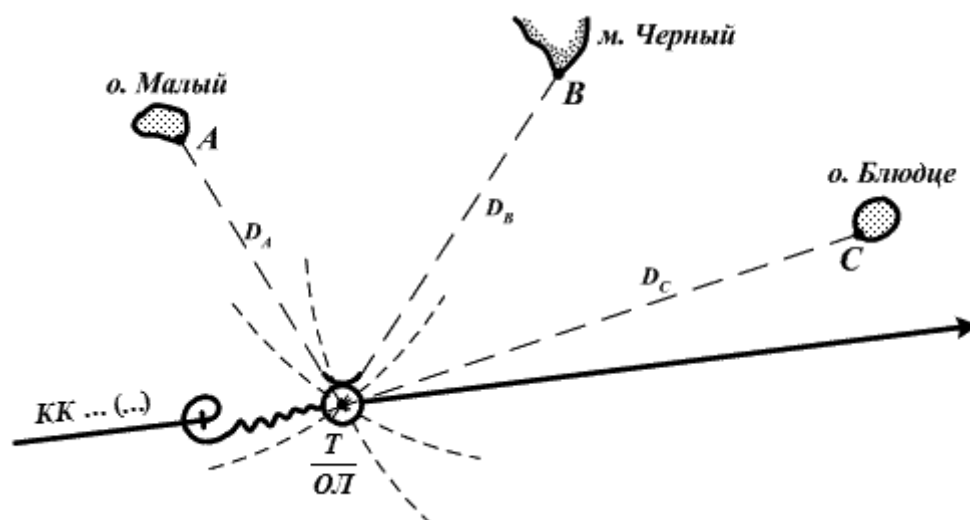


Рис. 21.3. Определение места судна по расстояниям до нескольких точечных ориентиров

Наблюдатель последовательно измеряет расстояния до нескольких ориентиров (A, B, C) с помощью подвижного кольца дальности (ПКД) РЛС (ПКД совмещают с той частью изображения, которая больше всего выступает в сторону судна).

Вначале измеряют D_p до ориентиров близких к траверзу судна; в последнюю очередь – до находящихся на острых или тупых курсовых углах (ор. C).

Если скорость хода судна более 12 узлов, измерения следует приводить к одному месту (последнему замеру D_p). По исправленным значениям расстояний ($D = D_p + \Delta D_p$) определяем на путевой навигационной карте obserвованное место судна, как точку пересечения дуг окружностей, проведенных от мест ориентиров, радиусами $R = D$ (D_A, D_B, D_C).

2. Расстояния измеряются до участка береговой черты с плавными очертаниями и «точечного» ориентира (рис. 21.4).

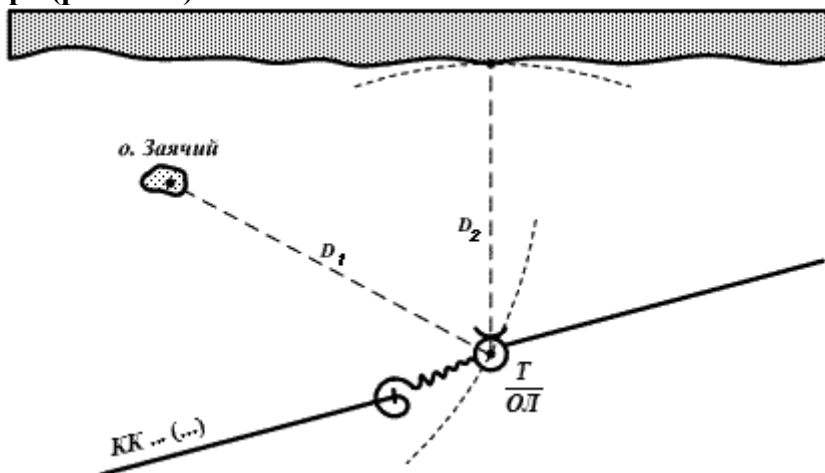


Рис. 21.4. Определение места судна по расстояниям до ориентиров

От точечного ориентира радиусом, равным измеренному и исправленному расстоянию до него проводят дугу окружности и на ней ищут место, откуда дуга, проведенная радиусом, соответствующим второму измеренному и исправленному расстоянию, касалась бы плавной береговой черты.

Положение острия циркуля будет соответствовать obserвованному месту судна.

3. Расстояния измеряются до участков береговой черты с плавными очертаниями (рис. 21.5).

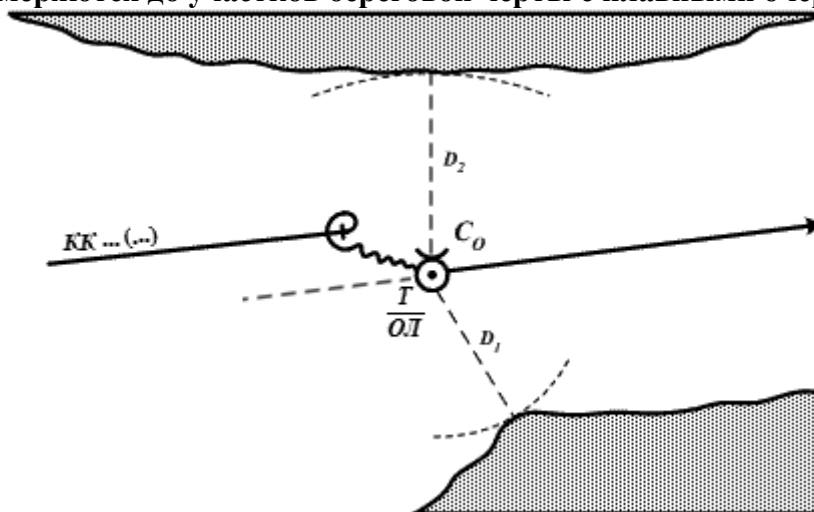


Рис. 21.5. Определение места судна по расстояниям

В этом случае нужно измерять расстояния D_{p1} и D_{p2} до ближайших к судну точек береговой черты.

Затем на кальку наносят линию курса судна и из какой-либо точки этой линии (т. C_0) проводят дуги окружностей радиусами, равными измеренным и исправленным расстояниям $D_1 = D_{p1} + \Delta D_p$ и $D_2 = D_{p2} + \Delta D_p$.

Дуги проводят примерно в районе тех курсовых углов ($KУ$), на которых были измерены эти расстояния. Кальку накладывают на карту так, чтобы общий центр дуг находился примерно в районе счислимого места. Передвигая кальку по путевой навигационной карте, находят такое ее положение, при котором дуги коснутся обоих участков берега (рис. 21.5).

Положение центра дуг в этот момент и определит obserвованное место судна.

Если участки береговой черты параллельны, место судна определить таким образом нельзя.

Если при измерении D_{p1} и D_{p2} измерялись и РЛП₁, РЛП₂, можно обойтись и без кальки.

21.3.3. Определение места судна по радиолокационному пеленгу и расстоянию до одного ориентира (рис. 21.6)

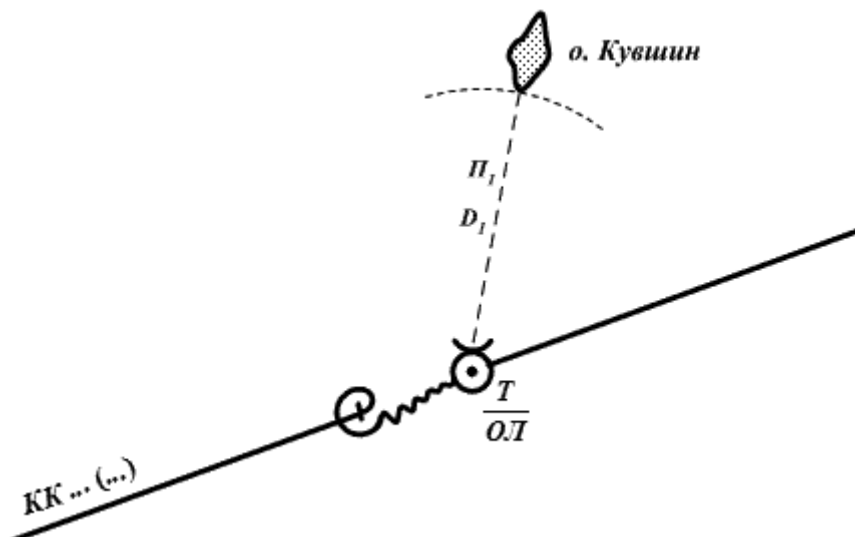


Рис. 21.6. Определение места судна по пеленгу и расстоянию до одного ориентира

Этот способ применяется тогда, когда на экране ИКО РЛС виден только один хорошо различимый, лучше всего точечный, ориентир.

Обсервованное место получают на линии пеленга на измеренном и исправленном расстоянии до ориентира.

При прокладке линии пеленга не следует забывать исправлять его значение поправкой курса $\Delta K + РЛП = ИП$, а измеренное расстояние D_p исправлять поправкой измерения дистанции (ΔD_p).

$$ИП = РЛП + \Delta K \quad (21.12)$$

$$D = D_p + \Delta D_p \quad (21.13)$$

21.4. Оценка точности obserвованного места по данным РЛС

Радиальная (круговая) СКП определения места судна по двум радиолокационным расстояниям может быть рассчитана по формуле:

$$M_{\sigma(\text{мили})} = \frac{1}{\sin \theta} \cdot \sqrt{m_{D1}^2 + m_{D2}^2} \quad (21.14)$$

где m_{D1} , m_{D2} – СКП измерения расстояния с помощью РЛС, мили.

Если точность измерения обоих расстояний одинакова (что так и есть), то $m_{D1} = m_{D2}$ и формула (21.14) примет вид:

$$M_{\sigma(\text{мили})} = \frac{1,41 \cdot m_D}{\sin \theta} = \left(\frac{m_D \cdot \sqrt{2}}{\sin \theta} \right) \quad (21.15)$$

При определении места судна по трем радиолокационным расстояниям погрешность obserвованного места может быть рассчитана по формуле:

$$M_{\sigma(\text{мили})} = \frac{m_D \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{\sum \sin^2 \theta}} \quad (21.16)$$

Радиальная (круговая) СКП в определении места судна по радиолокационному пеленгу и расстоянию до ориентиров вычисляется по формуле:

$$M_{O(\text{мили})} = \frac{1}{\sin \theta} \cdot \sqrt{\left(\frac{D_{(\text{мили})} \cdot m^{\circ}_{\text{РЛП}}}{57,3^{\circ}} \right)^2 + m_{D(\text{мили})}^2} \quad (21.17)$$

Если РЛП и D_p до одного ориентира, то $\theta = 90^{\circ}$ (рис. 21.7) и

$$M_{O(\text{мили})} = \sqrt{\left(\frac{D_{(\text{мили})} \cdot m^{\circ}_{\text{РЛП}}}{57,3^{\circ}} \right)^2 + m_{D(\text{мили})}^2} \quad (21.18)$$

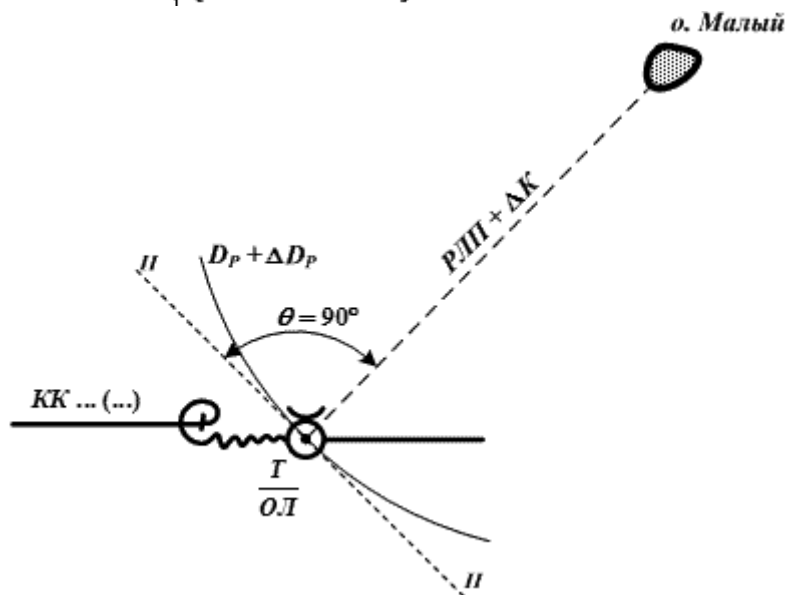


Рис. 21.7. Оценка точности obserвованного места по данным РЛС

Так как расстояние до ориентира измеряется с помощью РЛС с высокой точностью, то погрешности в определении места судна этим способом зависят главным образом от погрешностей измерения РЛП.

Для повышения точности obserвованного с помощью судовой РЛС места нужно стремиться получить не менее 3-х линий положения ($3D_p$, $2D_p$ и РЛП, $2D_p$ и визуальный пеленг и др.).

При наличии 3-х линий положения большой треугольник погрешностей укажет на погрешность или в опознавании ориентиров, или на промахи в наблюдениях.

В практике иногда встречается сложность определения угла пересечения линий положения (θ). Точно угол пересечения линий положения (θ) можно определить двояко:

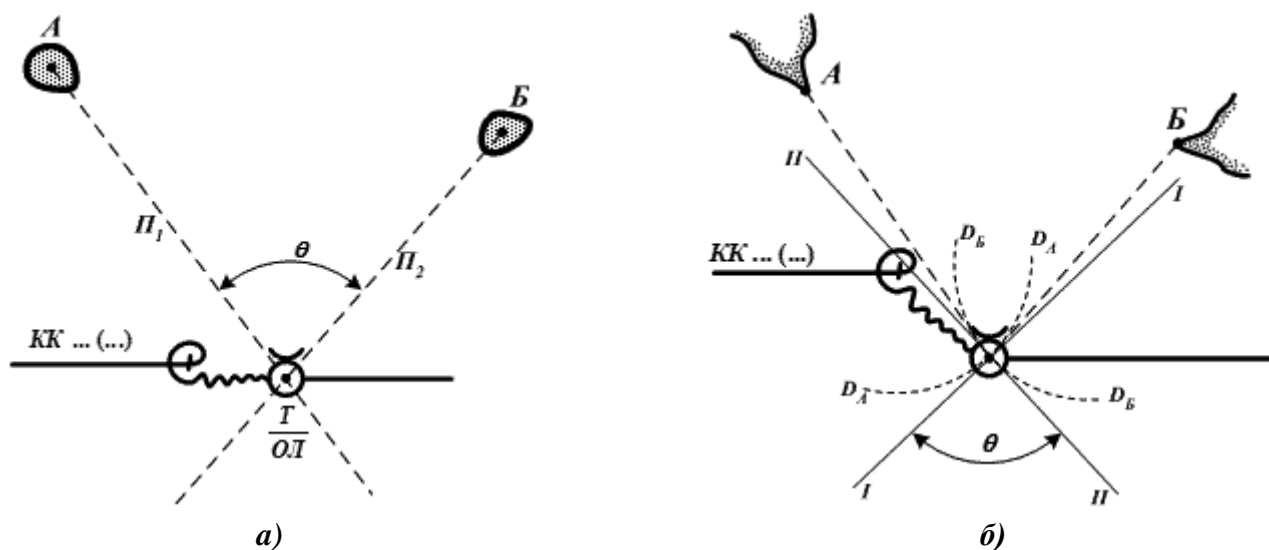


Рис. 21.8. Оценка точности obserвованного места судна

1. Соединив обсервованное место с ориентирами (рис. 21.8а), снять значения этих направлений (Π_1, Π_2) и рассчитать значение острого угла, то есть $\theta = \Pi_1 - \Pi_2$.
2. К дугам окружностей с радиусами, соответствующими измеренным и исправленным расстояниям, в точке их пересечения (обсервованное место) провести касательные (рис. 21.8б) и измерить значение острого угла θ .

21.5. Использование средств автоматической радиолокационной прокладки в навигации

Средства автоматической радиолокационной прокладки (САРП) предназначаются в основном для предупреждения столкновений судов и облегчения выбора маневра судна в сложной навигационной обстановке.

В САРП с помощью ЭВМ происходит автоматическая (или по выбору) обработка радиолокационной информации, и данные о ней в векторной форме показываются на РИС (изображение может быть ориентировано «по курсу» или «по норду»).

С помощью САРП можно **решать и ряд навигационных задач:**

1. → **определять место судна** по пеленгам и расстояниям неподвижных объектов, получая почти мгновенно необходимые данные;
2. → **определять кратчайшее расстояние ($D_{кр}$)** до неподвижных объектов около которых проложен путь судна. Непрерывно контролируя $D_{кр}$, можно заблаговременно изменить курс судна и пройти на безопасном расстоянии ($D_{без}$) от объекта;
3. → **определять свой путь и действительную скорость судна**, наблюдая неподвижные ориентиры;
4. → **плавать по изолинии;**
5. → **контролировать поворот** на новый курс.

При сопряжении САРП с автопрокладчиком реализуется графическое обсервационное счисление, что позволяет непрерывно контролировать движение судна относительно линии заданного пути.

С помощью САРП «Бриз-Е» **неизвестное течение** (суммарный снос судна) был получен с СКП = $\pm 0,15$ узла.

Так как САРП используют данные от судовой РЛС, то все ограничения РЛС действуют и в САРП. (Если РЛС не обнаруживает объекты, то и САРП не решает по ним конкретную задачу).

Умелое использование САРП для расхождения со встречными судами и решения навигационных задач способствуют снижению навигационной аварийности в целом.

21.6. Задачи на определение места судна по данным РЛС

№№ зад.	Условие задачи	Ответ ($C = \dots^\circ, \dots$, мили)
МНК № 3206 (32105)		
1.	$\varphi_C = 44^\circ 03,3'N, \lambda_C = 37^\circ 11,0'E$. М ^к Утриш: РЛП=77,0°, ДГК=-2,0°. о.Утриш: $D_p = 74$ кб. $\Delta D_p = -0,2$ мили. $C = ?$	$C = 75^\circ - 0,5$ мили.
2.	$\varphi_C = 44^\circ 45,8'N, \lambda_C = 37^\circ 07,4'E$. м. Анапский: $D_p = 101$ кб., $\Delta D_p = -0,1$ мили. о.Утриш: $D_p = 101$ кб., $\Delta D_p = -0,1$ мили. $C = ?$	$C = 90^\circ - 1,0$ мили.
3.	$\varphi_C = 44^\circ 40,0'N, \lambda_C = 37^\circ 23,5'E$. м. Утриш: $D_p = 54$ кб., м. Утришенок: $D_p = 51$ кб., $\Delta D_p = 0$. $C = ?$	$C = 270^\circ - 0,6$ мили.
4.	$\varphi_C = 44^\circ 35,0'N, \lambda_C = 37^\circ 21,4'E$. М ^к Утришенок: РЛП = 28,0°, ДГК = +2,0°, м. Утришенок: $D_p = 81$ кб., $\Delta D_p = -0,1$ мили. $C = ?$	$C = 30^\circ - 0,6$ мили.

МНК № 3207 (32106)		
5.	$\varphi_C = 44^{\circ}33,3'N$, $\lambda_C = 37^{\circ}46,3'E$. м. Мисхако: $D_p = 55$ кб., м. Тонкий: $D_p = 100$ кб., $\Delta D_p = 0$. $C = ?$	$C = 300^{\circ}—0,8$ мили.
6.	$\varphi_C = 43^{\circ}58,2'N$, $\lambda_C = 38^{\circ}55,7'E$. М ^к Кодошский: РЛП = $38,0^{\circ}$, $\Delta ГК = -3,0^{\circ}$, м. Кодош: $D_p = 95$ кб., $\Delta D_p = +0,2$ мили. $C = ?$	$C = 250^{\circ}—0,8$ мили.
7.	$\varphi_C = 44^{\circ}06,0'N$, $\lambda_C = 38^{\circ}55,9'E$. м. Кодош: $D_p = 52$ кб., м. Широкий: $D_p = 43$ кб., $\Delta D_p = -0,2$ мили. $C = ?$	$C = 300^{\circ}—0,6$ мили.
8.	$\varphi_C = 44^{\circ}32,3'N$, $\lambda_C = 37^{\circ}48,6'E$. М ^к Дообский: РЛП = $37,0^{\circ}$, $\Delta ГК = +3,0^{\circ}$, $D_p = 80$ кб., $\Delta D_p = -0,1$ мили. $C = ?$	$C = 220^{\circ}—0,5$ мили.
9.	$\varphi_C = 44^{\circ}26,1'N$, $\lambda_C = 37^{\circ}55,3'E$. М ^к Геленджикский: РЛП = $48,0^{\circ}$, $\Delta ГК = -3,0^{\circ}$, м. Толстый: $D_p = 92$ кб., $\Delta D_p = -0,1$ мили. $C = ?$	$C = 300^{\circ}—1,0$ мили.
10.	$\varphi_C = 44^{\circ}14,2'N$, $\lambda_C = 38^{\circ}35,1'E$. М ^к Джубский: РЛП = $62,0^{\circ}$, $\Delta ГК = -2,0^{\circ}$, м. Гуавга: $D_p = 113$ кб., $\Delta D_p = -0,2$ мили. $C = ?$	$C = 300^{\circ}—1,1$ мили.

Выводы

1. Судовая РЛС предназначена для обнаружения надводных объектов и берега в условиях плохой видимости, определения места судна, обеспечения плавания в узкостях, предупреждения столкновения судов в море.
2. Основными эксплуатационными данными РЛС являются дальность, разрешающая способность и точность.
3. Исправно работающая и умело используемая судовая РЛС позволяет уверенно плавать в условиях полного отсутствия видимости.
4. При использовании судовой РЛС следует учитывать влияние на ее работу волнения моря и метеорологических условий; наличие теневых секторов и мертвой зоны; появление ложных эхосигналов.
5. Опознавание береговой черты с помощью судовой РЛС производится или способом веера пеленгов и расстояний или способом траверзных расстояний.
6. Более надежно (с помощью судовой РЛС) обсервованное место по расстояниям до точечных (3-х) ориентиров; менее надежно – по радиолокационным пеленгам.
7. САРП предназначены в основном для облегчения выбора безопасного маневра судна в сложной навигационной обстановке, но с ее помощью можно решать и ряд навигационных задач (определять место, плавать по изолинии, контролировать поворот и др.).

ГЛАВА 22. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА СУДНА ПО ДАННЫМ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

22.1. Радионавигационные системы и их классификация

22.1.1. Общие положения

Радионавигационные средства – совокупность радиоэлектронной аппаратуры, предназначенной для решения навигационных задач.

С помощью радионавигационных средств (самостоятельно или в комбинации с другими техническими средствами судовождения) решаются следующие **основные задачи**:

1. → определение места судна в море;
2. → навигационное обеспечение безопасного плавания вблизи берегов, в узкостях и по фарватерам;
3. → обеспечение расхождения судов в море и регулирование движения судов на портовых акваториях;
4. → навигационное обеспечение промера, траления, определения маневренных элементов и другие задачи.

Радионавигационная система (РНС) – совокупность радиотехнических и вспомогательных устройств на судне и вне его, при помощи которых решаются указанные выше задачи.

Достоинства радионавигационных средств:

1. → независимость измерений от условий видимости;
2. → высокая точность определения радионавигационных параметров (РНП);
3. → возможность определения радионавигационных параметров на больших расстояниях;
4. → большая эффективность обеспечения плавания вблизи берегов и в узкостях (особенно в малую видимость);
5. → независимость от метеорологических условий (всепогодность) и от времени суток;
6. → сравнительно небольшое время выполнения навигационных определений.

Электромагнитные колебания (ЭМК) – волновой процесс, характеризующийся периодом (или частотой), амплитудой, фазой, скоростью перемещения фронта волны и положением плоскости поляризации.

- → **Период (T)** – время одного колебания;
- → **Частота (f)** – число периодов в секунду;
- → **Фаза (фазовый угол Φ)** – безразмерная величина, характеризующая состояние или мгновенное относительное значение колебания;
- → **Полный период колебания (θ)** – время изменения фазового угла на величину 2π ;
- → **Фазовая скорость (v)** – скорость перемещения поверхности одинаковой фазы (фронта волны);
- → **Амплитуда** – наибольшее значение периодически изменяющейся величины;
- → **Длина волны (λ)** – расстояние, проходимое электромагнитной волной за один период; или расстояние, на котором фаза волны изменится на 2π .

Радиоволна – электромагнитная волна, длина которой лежит в пределах от долей мм и приблизительно до 100 км (см. табл. 22.1).

Характеристика радиоволн

Таблица 22.1.

Диапазон радиоволн	λ (длина волны)	f (частота)
СДВ	> 10 км	< 30 кГц
ДВ	1 ÷ 10 км	300 ÷ 30 кГц
СВ	100 ÷ 1000 м	3000 ÷ 300 кГц

	КВ	$10 \div 100$ м	$30 \div 3$ мГц
УКВ {	метровые	$1 \div 10$ м	$300 \div 30$ мГц
	дециметровые	$10 \div 100$ см	$3000 \div 300$ мГц
	сантиметровые	$1 \div 10$ см	$30000 \div 3000$ мГц
	миллиметровые	$1 \div 10$ мм	300000 мГц

22.1.2. Классификация радионавигационных систем

Радионавигационные системы классифицируются:

I. По виду определяемых линий положения:

- a. → **азимутальные системы** – линии положения соответствуют равным значениям прямых или обратных пеленгов (азимутов) на опорную станцию (АРП + КРМ);
- b. → **дальномерные системы** – линии положения соответствуют равным расстояниям до опорной станции (радиодальномеры, радиолаги и пр.);
- c. → **разностно-дальномерные (гиперболические) системы** – линии положения соответствуют равным разностям расстояний до двух опорных станций (гиперболические РНС);
- d. → **азимутально-дальномерные системы** – линии положения соответствуют равным пеленгам и расстояниям до опорных станций (РЛС, БРЛС);
- e. → **высотно-азимутальные системы** – линии положения соответствуют равным значениям видимой высоты или азимута светила или космического источника радиоизлучения (радиосекстаны).

II. По физическому принципу, лежащему в основе метода измерений:

- a. → **амплитудные РНС**;
- b. → **фазовые РНС** – используют зависимость фазы несущих сигналов от расстояния;
- c. → **импульсные (временны́е) РНС** – используют зависимость продолжительности распространения радиоволн от расстояния;
- d. → **частотные РНС** – используют зависимость частоты несущих сигналов от скорости изменения расстояния;
- e. → **РНС, основанные на использовании эффекта Доплера**;
- f. → **комбинированные РНС**. Например: импульсно-фазовые (Лоран-С).

III. По дальности действия:

- a. → **РНС неограниченной дальности действия (глобальные)** – позволяют определять место судна в любой точке Мирового океана;
- b. → **РНС дальней навигации** – позволяют определять место судна на удалениях от станций до 2000 миль;
- c. → **РНС средней навигации** – для обеспечения плавания судна в открытом море на удалениях от станций до 300 миль.
- d. → **РНС ближней навигации** – для обеспечения прибрежного плавания судна на удалении от береговых станций до 100 миль.

22.1.3. Общая характеристика гиперболических РНС

Среди современных радиотехнических средств навигации (РТСН) наиболее широкое применение на судах морского флота получили гиперболические или разностно-дальномерные радионавигационные системы (РНС).

Гиперболические РНС подразделяются **по способу определения навигационного параметра** (фазовые, импульсные, частотные, комбинированные) и **по дальности их действия** (неограниченной дальности действия, дальней навигации, средней навигации, ближней навигации).

Фазовые РНС, в свою очередь, подразделяются в зависимости от вида разделения (селекции) сигналов на РНС с **частотной** (каждая станция имеет собственную несущую частоту) и на РНС с **временной** (все станции работают на одной и той же частоте, но в определенной последовательности) селекциями сигналов.

В гиперболических РНС изолинией является гипербола, в фокусах которой расположены береговые радиостанции (рис. 22.1).

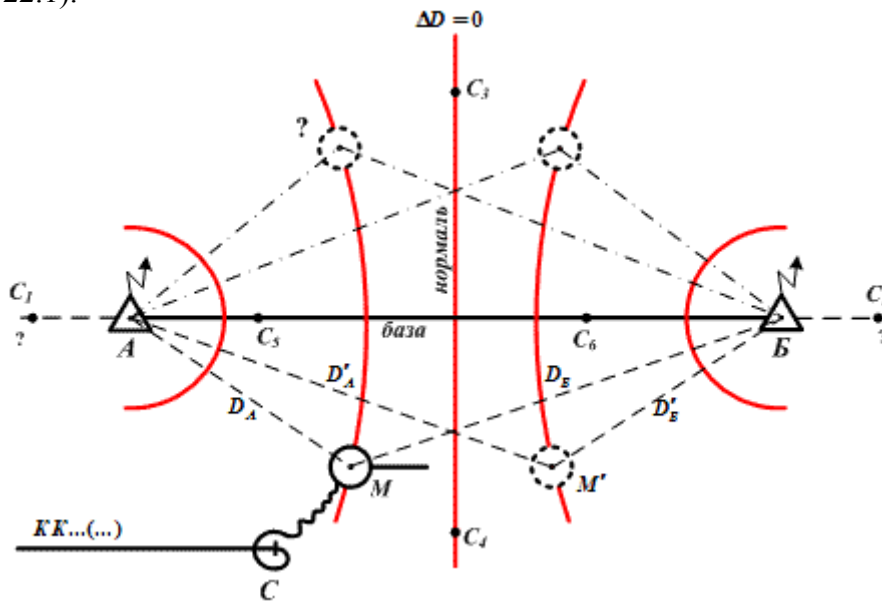


Рис. 22.1. Изолиния гиперболической РНС

Для всех точек гиперболы разность сферических расстояний

$$\Delta D = D_A - D_B = \text{const} \quad (22.1)$$

Расстояние между фокусами называется **базой**. Изолиния перпендикулярна базе в ее середине ($\Delta D = 0$) называется **нормалью**.

Гипербола является кривой, симметричной относительно базы и нормали. Поэтому одной и той же разности расстояний соответствуют 2 ветви гиперболы, то есть имеется неоднозначность в определении изолинии, которая различается с помощью счисления (рис. 22.1). Точность линии положения гиперболической РНС зависит от положения наблюдателя (судна) относительно нормали и базы. Если судно находится на продолжении базы (т. C_1 или т. C_2), то линию положения получить невозможно. Когда же судно находится на нормали к базе (т. C_3 или C_4), точность линии положения будет выше, чем в других направлениях. Наибольшая точность линии положения будет при нахождении судна на базе (т. C_5 или т. C_6).

22.2. Определение места судна с помощью фазовой РНС средней дальности

22.2.1. Фазовый метод радионавигационных определений

Этот метод разработан и применен еще в СССР (Л.И. Мандельштам, Н.Д. Папалекси, Е.Я. Щеголев) и основан на принципе измерения расстояния (D) или разности расстояний (ΔD) путем измерения фазовых углов электромагнитных колебаний (ЭМК), прошедших эти расстояния.

Физическую сущность этого метода рассмотрим на примере одного из его вариантов – способ измерения расстояний с хранением начальной фазы (рис. 22.2).

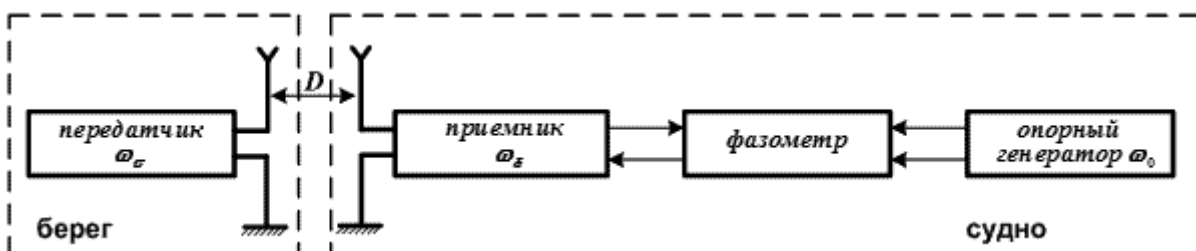


Рис. 22.2. Блок-схема фазовой РНС

В этом способе на одном конце измеряемого расстояния (опорная станция РНС) излучаются непрерывные колебания с угловой частотой ω_0 . На другом конце (судно) эти колебания принимаются и сравниваются по фазе с колебаниями опорного генератора, имеющих угловую частоту ω_0 .

Фаза опорного генератора выразится соотношением:

$$\Phi_0 = \omega_0 \cdot t + \varphi_0 \quad (22.2)$$

где Φ_0 – полный фазовый угол ЭМК опорного генератора за время t ;

φ_0 – начальная фаза ЭМК опорного генератора;

ω_0 – угловая частота колебаний опорного генератора.

А для фазы принятых электромагнитных колебаний можно записать:

$$\Phi_\sigma = \omega_\sigma \cdot t + \varphi_\sigma - \frac{\omega_\sigma \cdot D}{v_\phi} \quad (22.3)$$

где φ_σ – начальная фаза ЭМК берегового излучателя;

v_ϕ – средняя фазовая скорость радиоволн (для данной линии связи).

Измеренная фазометром разность фаз колебаний (ψ) будет:

$$\Phi_0 - \Phi_\sigma = \psi = (\omega_0 - \omega_\sigma) \cdot t + \frac{\omega_\sigma \cdot D}{v_\phi} + (\varphi_0 - \varphi_\sigma) \quad (22.4)$$

Если выполнить условия: $\omega_0 = \omega_\sigma = \omega$ и $\varphi_0 = \varphi_\sigma$, то

$$\psi = \frac{\omega \cdot D}{v_\phi} \quad (22.5)$$

откуда.

$$D = \psi \cdot \frac{v_\phi}{\omega} = \frac{\psi}{2\pi} \cdot \frac{v_\phi}{f} = \frac{\psi}{2\pi} \cdot \lambda_c \quad (22.6)$$

где λ_c – длина волны ЭМК, соответствующая угловой частоте ω .

Выражение (22.4), непосредственно связывающее измеряемое расстояние с показаниями фазометра, и есть суть фазового метода.

Длина волны, на которой производится измерение (сравнение фаз), называется **длиной волны сравнения** (λ_c), а соответствующая ей частота – **частотой сравнения** (f_c).

Из выражения (22.6) следует, что если измеряемое расстояние больше длины волны сравнения, то $\psi > 2\pi$ и фазометр покажет лишь **остаточный фазовый угол**

$$\varphi = \psi - 2\pi \cdot N \quad (22.7)$$

где N – число полных фазовых циклов.

Подставляя значение ψ из выражения (22.7) в выражение (22.6) получаем:

$$D = \left(N + \frac{\varphi}{2\pi}\right) \cdot \lambda_c \quad (22.8)$$

Следовательно, при $D > \lambda_c$, отсчет фазометра не дает однозначного определения измеряемого расстояния, а отвечает ряду значений D , отличающихся одно от другого на длину волны сравнения и для исключения этой неоднозначности требуются дополнительные измерения.

Неоднозначность результатов измерений разрешается одним из двух основных способов:

1. → непрерывным наблюдением за изменениями разности фазовых углов;
2. → введением дополнительных масштабов измерения.

Первый способ требует знания расстояния, соответствующего начальному моменту наблюдения. Последующее непрерывное наблюдение за изменением остаточного фазового угла φ , то есть фиксация приращения расстояния или разности расстояний дает возможность однозначно определять линию положения на моменты отсчетов.

Второй способ заключается в том, что измерения производятся на нескольких частотах.

22.2.2. Принцип работы фазовых РНС

Фазовыми радионавигационными системами называются такие РНС, с помощью которых место судна определяется путем измерения разности фаз, одновременно излучаемых электромагнитных колебаний. В такой РНС используется свойство радиоволн изменять свой фазовый угол по мере удаления от станции излучения.

В общем случае изменение фазового угла зависит от пройденного радиоволной расстояния, то есть изменение фазового угла является функцией расстояния

$$\Phi = f(D) \quad (22.9)$$

Следовательно, если известно изменение фазового угла на каком-то расстоянии, то возможно определить и само расстояние, проходимое радиоволной от места ее излучения до точки приема. Так, если в т. O (рис. 22.3) излучаются незатухающие колебания, то видно, что фазовому углу Φ в точке приема M соответствует расстояние $D = OM$.

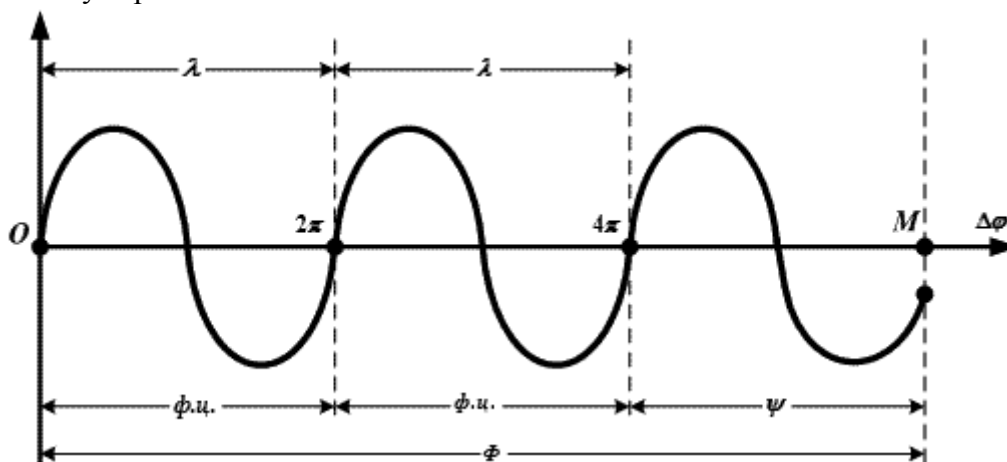


Рис. 22.3. Изменение фазового угла радиоволны

Зависимость между фазовым углом Φ и расстоянием D определяется формулой:

$$\Phi = 2\pi \frac{D}{\lambda} \quad (22.10)$$

или

$$\Phi = N\theta + \psi \quad (22.11)$$

где θ – целый фазовый цикл (ф.ц.) пропорциональный расстоянию, на котором укладывается одна длина волны (λ);

N – целое число фазовых циклов;

ψ – доля фазового цикла или конечный фазовый цикл.

Таким образом, при известной длине волны, произведя отсчет целых фазовых циклов ($N\theta$) и измерив конечный фазовый цикл (ψ), определяется фазовый угол (Φ), а затем и расстояние (D) по формуле:

$$D = \frac{\Phi}{2\pi} \cdot \lambda \quad (22.12)$$

Из формулы видно, что расстояние D может быть определено в любой момент по мере удаления (приближения) судна от (κ) станции излучения, если на судне будет производиться подсчет целых фазовых циклов (θ) и измеряться конечный фазовый цикл (ψ), то есть если будет определяться в нужный момент фазовый угол (Φ).

Фазовые РНС предназначены для определения места судна с достаточно высокой точностью. К фазовым РНС относятся РНС «Декка», «РСВТ», которые являются разностнодальномерными гиперболическими РНС.

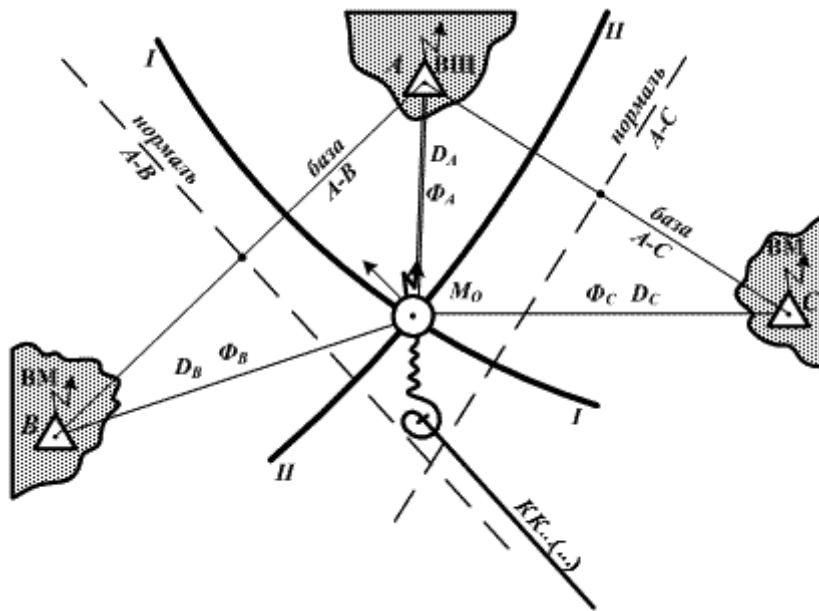


Рис. 22.4. Принцип определения места судна по фазовой РНС

Принцип работы этих РНС (рис. 22.4) состоит в том, что береговые станции (ведущая – ВЩ → т. А и ведомые – ВМ → т. В и т. С) согласованно излучают радиоволны строго стабилизированных частот, которые принимаются на судне как разность фазовых углов ведущей (ВЩ) и каждой ведомой (ВМ) станций. По измеренным разностям фаз определяются им соответствующие гиперболы, в точке пересечения которых (т. M_0) и будет обсервованное место судна.

Судну в т. M_0 расстояниям D_A , D_B , D_C соответствуют фазовые углы Φ_A , Φ_B , Φ_C . Тогда разности фаз $\Delta\Phi_1 = \Phi_A - \Phi_B$ будет соответствовать разность расстояний $\Delta D_1 = D_A - D_B$, по которой определяется 1-я гипербола I-I, как линия положения, а по разности фаз $\Delta\Phi_2 = \Phi_A - \Phi_C$ – разность расстояний $\Delta D_2 = D_A - D_C$ и 2-я гипербола II-II. В точке пересечения гипербол I-I и II-II (т. M_0) и будет находиться обсервованное место судна.

22.2.3. Определение места судна по фазовым РНС

Измерение навигационного параметра фазовых РНС производится с помощью судовых приемоиндикаторов ПИ (РНС «РСВТ» – «КПФ-1,2», РНС «Декка» – «Пирс-1,2»), которые имеют шкалы грубого (ГО) и точного (ТО) отсчетов разности фаз ведущей и ведомых станций. Один полный оборот стрелки шкалы ТО соответствует изменению показаний шкалы ГО на 1. Таким образом, если на шкале ГО будет установлен отсчет, соответствующий $N\theta$, то для снятия значения навигационного параметра нужно снять со шкалы ГО значение «грубой дорожки» ($N\theta$), а со шкалы ТО – значение «точной дорожки» (ψ).

То есть, для определения места судна при использовании фазовых РНС необходимо, прежде всего, **найти номер «грубой дорожки»**, а затем по показаниям шкалы ТО, отыскать внутри опознанной дорожки соответствующую ψ гиперболу, на которой (на момент снятия отсчета) находится судно.

Если же судовой ПИ фазовой РНС не включен постоянно, то номер «грубой дорожки» (зеленая – 20, красная – 14) определяется с помощью радионавигационной карты (рис. 22.5) нанесением на нее счислимой точки (т. С) с путевой карты по φ_C , λ_C на время замера навигационного параметра. Определенные таким образом номера (20 и 14) грубых дорожек устанавливаются по шкалам грубого отсчета вручную.

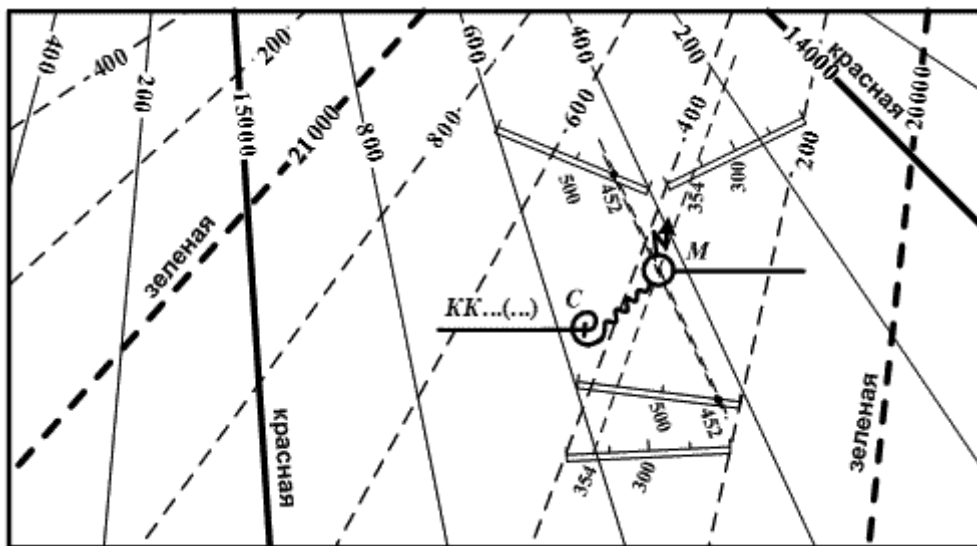


Рис. 22.5. Проведение линий положения на РНК фазовой РНС «РСВТ»

При необходимости, снятые со шкал значения навигационных параметров исправляются соответствующими поправками.

На рис. 22.5 показано определение места судна по фазовой РНС «РСВТ» по снятым с приемоиндикатора значениям навигационных параметров:

- красная – **14, 452**
- зеленая – **20, 354** (14 и 20 – со шкал ГО, 452 и 354 – со шкал ТО).

Обсервованное место судна (т. *М*) получено с помощью РНК «РСВТ».

Фазовая РНС «Декка» имеет несколько цепочек. Каждая цепочка (рис. 22.6) состоит из 3-х пар станций. Ведущая станция (ВЩ) является общей для всех пар и располагается в центре. Ведомые (ВМ) станции – расположены в вершинах приблизительно равностороннего треугольника. С помощью каждой пары определяется одна гипербола (линия положения) на карте.

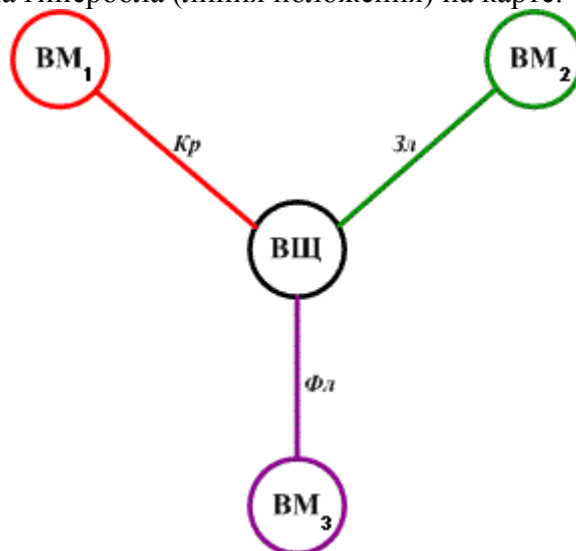


Рис. 22.6. Цепочка фазовой РНС

На судне сигналы ВЩ и 3-х ВМ станций принимают с помощью специального 4-х канального приемоиндикатора (ПИ), имеющего 3 точных (по числу пар станций) фазометра и один «грубый» фазометр для опознавания дорожек, общий для всех пар станций. Каждый из фазометров «точных» дорожек имеет буквенную шкалу зон, разбитую от *A* до *J*, и шкалу долей «точной» дорожки.

Установка литер зоны и номера дорожки производится вручную. Указатель долей «точной» дорожки работает автоматически от фазометра.

Зоны – грубые дорожки, объединяющие каждая несколько точных дорожек (A, B, C...J). Минимальная ширина зоны на базе РНС «Декка» = 10,5 км. Зона определяется по счислимому месту судна и вручную устанавливается на буквенном счетчике зон приемоиндикатора.

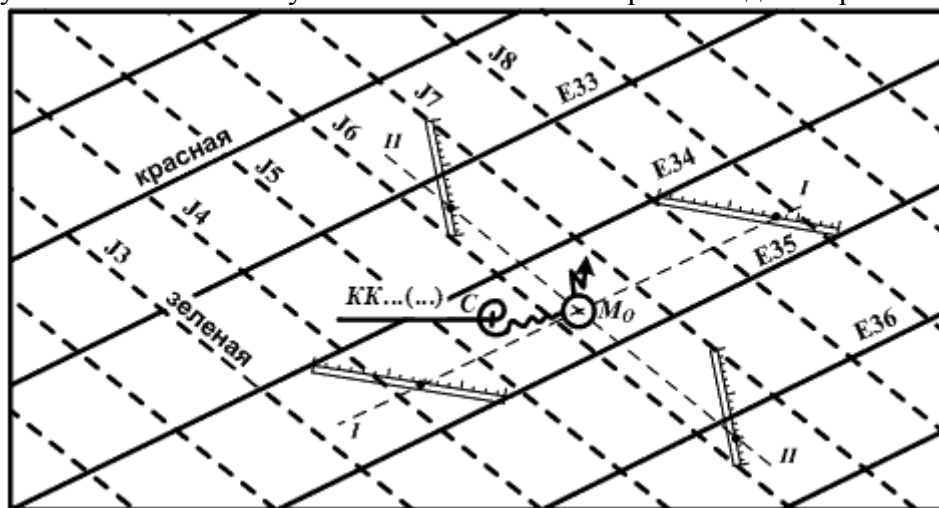


Рис. 22.7. Проведение линий положения на РНК фазовой РНС «Декка»

Отсчеты вырабатываются непрерывно фазометрами при включенном приемнике. Сняв отсчеты со шкал фазометров, необходимо найти место судна на специальной радионавигационной карте, имеющей оцифрованную сетку гипербол, как точку их пересечения, соответствующую этим отсчетам (рис. 22.7):

- красная – E 34,60
- зеленая – J 6,25.

Примечание:

на рис. 22.7 не показана третья (фиолетовая) цепочка.

22.2.4. Оценка точности obserвованного места

Точность определения навигационного параметра (разности расстояний – ΔD) зависит от точности измерения разности фаз. Опыт использования РНС «Декка» на отечественных судах показывает, что суммарная СКП измерения разности фаз может быть принята:

- днем – $m_{\Delta D} = \pm 0,05$ ф.ц. (не более $\pm 0,12$ ф.ц.);
- ночью – $m_{\Delta D} = \pm 0,10$ ф.ц. (не более $\pm 0,20$ ф.ц.).

т.е. СКП определения навигационного параметра ($m_{\Delta D}$) не будет превышать: ± 60 м – днем и ± 120 м – ночью.

Упрощенно СКП определения места судна по 2-м линиям положения определяется по формуле:

$$M_o = \frac{m_{\Delta D}}{\sin \theta} \cdot \sqrt{d_1^2 + d_2^2} \quad (22.13)$$

где $d_{1,2}$ – ширина дорожек, или по формуле

$$M_o = \frac{m_{\Delta D}}{\sin \theta} \cdot \sqrt{\left(\frac{L_1}{\Delta_1}\right)^2 + \left(\frac{L_2}{\Delta_2}\right)^2} \text{ (мили)} \quad (22.14)$$

где $m_{\Delta D}$ – СКП измерения радионавигационного параметра (ф.ц.);

Δ – разность оцифровки двух соседних гипербол на РНК, между которыми находится obserвованное место судна (ф.ц.);

L – кратчайшее расстояние между этими гиперболами (мили) в районе обсервации;

θ – угол между линиями положения ($\leq 90^\circ$) в точке их пересечения.

В среднем радиальная (круговая) СКП обсервованного места судна (M_0) не превышает: **2 кб. – днем, 4 кб. – ночью**. То есть место судна с помощью фазовой системы РНС «Декка» определяется с высокой точностью и практически непрерывно на расстояниях **250÷300 миль** от береговых станций.

22.3. Определение места судна с помощью импульсно-фазовых РНС

22.3.1. Принцип действия импульсно-фазовой РНС

На отечественных судах для определения места широко применяются импульсно-фазовые РНС «Лоран-С» (США) и РНС «Чайка» (РФ).

В основе работы этих РНС лежит и импульсный и фазовый методы измерения разности расстояний.

Сущность импульсного метода заключается в следующем. В точке приема (на судне) измеряют интервал времени

$$\Delta t = t_1 - t_2 \quad (22.15)$$

между моментами прихода двух коротких импульсов, посылаемых двумя береговыми станциями: ведущей (ВЩ) и ведомой (ВМ). Разность расстояний ΔD от места судна до береговых станций находят по формуле:

$$\Delta D = D_1 - D_2 = v \cdot \Delta t \quad (22.16)$$

где v – скорость распространения радиоволн.

Величину Δt определяют с помощью судового приемоиндикатора (ПИ).

Одной и той же разности расстояний ΔD соответствуют 2 изолинии, так как гипербола является кривой, симметричной относительно мнимой оси (рис. 22.1).

Для исключения этой неопределенности и возможности распознавания импульсов на экране индикатора ведомая станция (ВМ) передает сигналы с постоянным запаздыванием, достаточным для прохождения синхронизирующим сигналом от ведущей станции (ВЩ) длины базы и срабатывания электрических цепей ВМ станции.

Поэтому в любую точку пространства импульсы ВЩ станции будут приходить раньше, чем импульсы ВМ станции, и поэтому формула (22.16) примет вид:

$$\Delta D = v \cdot (\Delta t - t_3) \quad (22.17)$$

где t_3 – время задержки, которое определяется по формуле:

$$t_3 = t_B + t_K \quad (22.18)$$

где t_B – интервал времени для прохождения синхронизирующим сигналом длины базы;

t_K – кодовая задержка.

Каждому значению Δt будет соответствовать вполне определенная и только одна гипербола.

Для точки, находящейся на продолжении базы со стороны ВМ станции $\Delta t = t_K$.

Для точки, находящейся на продолжении базы со стороны ВЩ станции $\Delta t = 2t_B + t_K$.

Для точки, находящейся на нормали к середине базы $\Delta t = t_B + t_K = t_3$.

Таким образом, величина Δt изменяется от $\Delta t_{min} = t_K$ со стороны ВМ станции до $\Delta t_{max} = 2t_B + t_K$ – со стороны ВЩ станции.

Место судна будет находиться в точке пересечения 2-х гипербол. Вторая гипербола получается по 2-й паре станций ВЩ ↔ ВМ₂.

РНС «Лоран-С» работает на рабочей частоте $f = 100$ кГц, которой соответствует длина волны $\lambda = 3000$ м. Эти радиоволны хорошо распространяются вдоль земной поверхности. В РНС «Лоран-С» используются базы большой длины (**500÷700 миль**), что позволяет обслужить обширный район одной цепочкой.

Работа РНС «Лоран-С» основана на измерении промежутка времени между моментами прихода импульсов от ведущей (ВЩ) и ведомой (ВМ) станций и на измерении разности фаз высокочастотных колебаний, заполняющих импульс (как в РНС «Декка»). Благодаря этому может быть достигнута высокая точность определения места даже на очень больших расстояниях, так как **фазовый метод измерения разности расстояний (ΔD) во много раз точнее, чем импульсный**.

Таким образом, в РНС «Лоран-С» используются 2 метода измерения разности расстояний (ΔD):

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

Цепочка РНС «Лоран-С» состоит из одной ведущей (ВЩ) станции и 3-4 -х ведомых (ВМ) станций, расположенных в одном районе. Ведомые (ВМ) станции обозначаются буквами: W, X, Z, Y (рис. 22.8).

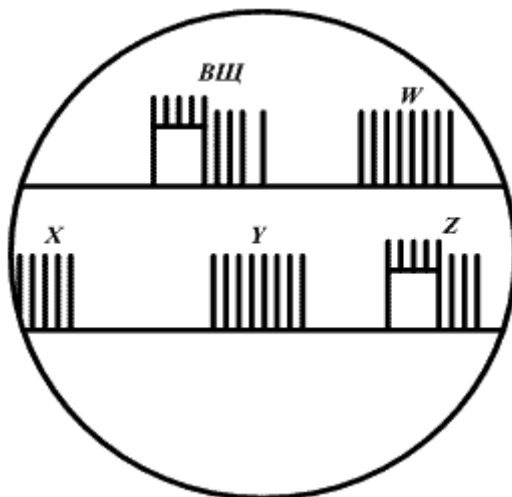


Рис. 22.8. Вид сигналов импульсно-фазовой РНС на экране судового приемоиндикатора

Береговые станции РНС работают непрерывно на одной и той же несущей частоте и никаких позывных не излучают. Ведущая (ВЩ) станция периодически, со строго синхронизированной частотой, излучает сигналы. Ведомые (ВМ) станции принимают сигналы ВЩ станции, синхронизируют по ним с высокой точностью свои задающие генераторы (ЗГ) и с некоторой, вполне определенной задержкой излучают сигналы.

Сигналы ведущей (ВЩ) станции и всех ведомых (ВМ) станций принимаются на судне с помощью специального приемоиндикатора.

Сигнал ведомой (ВМ) станции представляет собой группу (пакет) из **8 импульсов** (рис. 22.8 и 22.11) длительностью по 135 мкс с промежутками между началами импульсов в 1000 мкс. При излучении 8 импульсов общая мощность сигнала увеличивается в 4 раза по сравнению с мощностью одного импульса (как в РНС «Лоран-А»), что значительно увеличивает дальность действия РНС «Лоран-С».

Ведущая (ВЩ) станция излучает дополнительно к 8 еще один импульс, отстоящий от общей группы на 2000 мкс и хорошо заметный на экране приемоиндикатора (рис. 22.8 и 22.11).

22.3.2. Методы получения obserвованного места судна и оценка его точности

После приема сигналов РНС «Лоран-С» место судна может быть получено либо с помощью РНК «Л-С», либо с помощью специальных таблиц. В последнее время стали также применять автоматизированные ПИ, преобразующие гиперболические координаты в географические (**на выходе такого ПИ** $\rightarrow \varphi_0$ и λ_0).

РНК для РНС «Лоран-С» представляют собой (рис. 22.9) карты в проекции Меркатора с нанесенными на них сетками гипербол пар станций, сигналы которых принимаются в районе, охватываемом данной картой. Гиперболы оцифрованы в мкс и проведены через 50 или 100 мкс, в зависимости от масштаба карты.

Обсервованное место находят как точку пересечения гипербол, соответствующих измеренным значениям промежутков времени.

На рис. 22.9 нанесено obserвованное место судна по данным РНС «Лоран-С»:

1. **7970–Y–47415 мкс** и 2. **7930–W–11670 мкс**.

Обсервованное место с РНК (т. М) по координатам (φ_0 , λ_0) переносят на путевую навигационную карту.

Сигнал от береговых станций до судна может прийти вдоль поверхности Земли (поверхностная волна) или – на больших расстояниях – после отражения от слоев ионосферы (пространственная волна). Гиперболы на РНК оцифрованы для случая поверхностных волн.

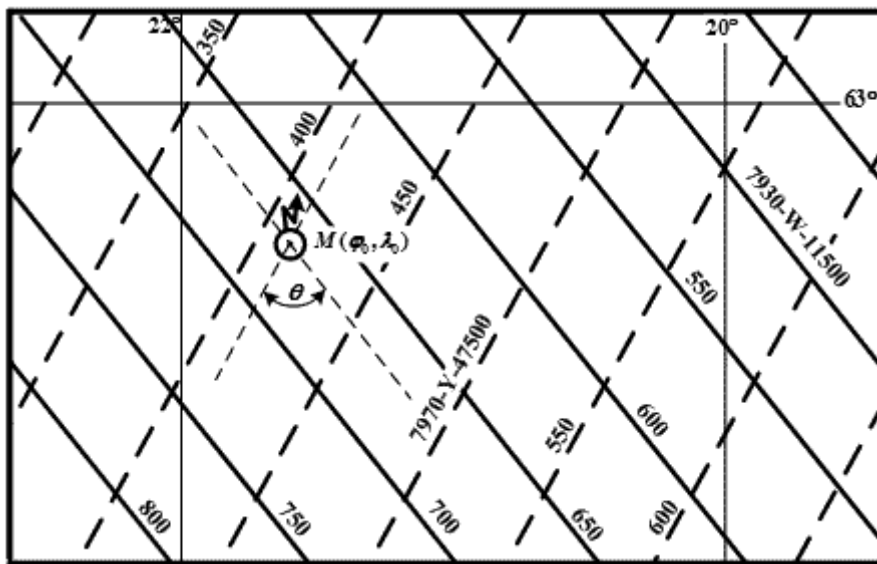


Рис. 22.9. Нанесение obserвованного по РНС «Лоран-С» места судна на РНК

Если же принят пространственный сигнал – отсчет с ПИ следует исправить поправкой, указанной на РНК (*D* – дневные и *N* – ночные).

Возможны **3 типа поправок:**

SS – оба сигнала принимаются на пространственных волнах;

GS – сигнал ведущей станции (ВЩ) – на поверхностной волне, сигнал ведомой станции (ВМ) – на пространственной волне.

SG – сигнал ведомой станции (ВМ) – на поверхностной волне, сигнал ведущей станции (ВЩ) – на пространственной волне.

Сигналу на поверхностной волне на экране приемоиндикатора на 2-й скорости развертки соответствует «правильная» синусоида. Сигналу на пространственной волне – «искаженная» синусоида с одним или несколькими «горбами».

При использовании таблиц, содержащих координаты точек пересечения гипербол с определенными меридианами и параллелями. Для получения места судна нет необходимости строить всю гиперболу, – достаточно построить часть ее в районе счислимого места судна, задаваясь двумя круглыми значениями долготы ($\lambda_1 < \lambda_c < \lambda_2$) находим соответствующие им широты (φ_1 и φ_2) на табличные значения $T (< T_{II})$.

Имея координаты 2-х точек, наносим их на путевую навигационную карту и соединяем прямой линией, которая будет заменять гиперболу 1-й пары станций (если отсчет с приемоиндикатора соответствует табличному). Аналогично поступаем и для 2-й пары станций.

Если снятый с приемоиндикатора отсчет не соответствует табличному, то строят по 2 изолинии для каждой пары станций (рис. 22.10). После чего с помощью линейной интерполяции находят obserвованное место судна, соответствующее значениям измеренных (исправленных) навигационных параметров.

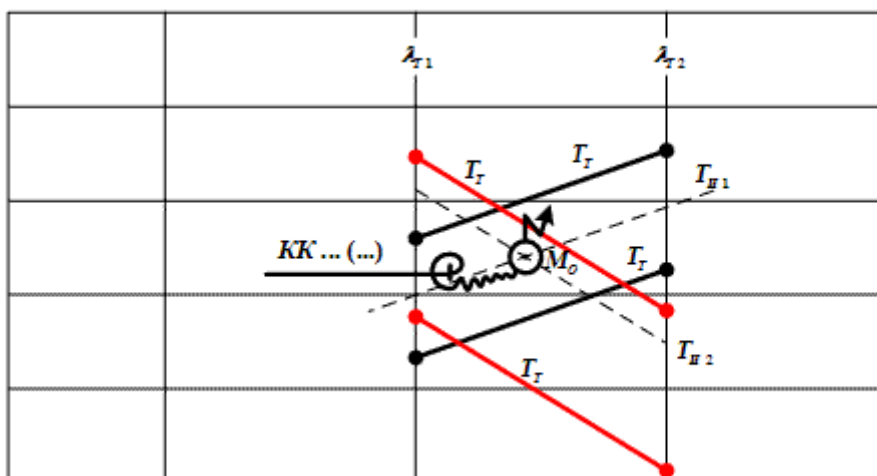


Рис. 22.10. Нанесение на путевую карту изолиний РНС с помощью специальных таблиц

Табличный способ более трудоемкий (чем с помощью РНК) и применяется крайне редко и только в случае отсутствия РНК для РНС «Лоран-С» данного района.

Точность определения места

Точность определения места судна по РНС «Лоран-С» зависит от погрешностей измерения навигационного параметра и угла пересечения линий положения (θ).

Точность измерения навигационного параметра определяется погрешностью синхронизации ведомых (ВМ) станций ($\pm 0,3$ мкс); инструментальной погрешностью ПИ ($\pm 0,5$ мкс); погрешностью отсчета интервала времени по шкале ($\pm 0,1$ мкс); погрешностью за условия распространения радиоволн (до ± 3 мкс).

Установлено, что при приеме сигналов на поверхностных волнах с фиксацией фазы в приемоиндикаторе суммарная СКП измерения навигационного параметра (НП) – $m_M = \pm 0,4 \div \pm 0,5$ мкс ($D \leq 1000$ миль); а при приеме на пространственных волнах – $\pm 2 \div \pm 3$ мкс ($D = 1500 \div 1800$ миль), то есть, – СКП измерения интервала времени импульсно-фазовым методом:

- на поверхностных волнах $m_{\Delta D} = 120 \div 150$ м;
- на пространственных волнах $m_{\Delta D} = 600 \div 900$ м.

Практика показывает, что погрешности определения места судна с помощью РНС «Лоран-С» с $P = 0,95$ (95%) составляют:

- **0,2÷0,3 мили днем** на поверхностных волнах, и
- **0,5÷1,0 мили ночью** на предельных расстояниях.

Расчет значения радиальной (круговой) СКП обсервованного места производится по формуле:

$$M_o = \frac{m_M}{\sin \theta} \cdot \sqrt{\left(\frac{d_1}{\Delta T_1}\right)^2 + \left(\frac{d_2}{\Delta T_2}\right)^2} \quad (\text{мили}) \quad (22.19)$$

где m_M – СКП измерения радионавигационного параметра (мкс);

$\Delta T_{1,2}$ – разность оцифровки двух соседних гипербол на РНК, между которыми находится обсервованное место судна (мкс);

$d_{1,2}$ – кратчайшее расстояние между этими гиперболами (мили);

θ – угол между линиями положения ($\leq 90^\circ$) в точке их пересечения.

Пример:

Место определено по РНС «Лоран-С» и φ_o , λ_o вычислены с помощью РНК:

- расстояние с РНК между оцифрованными гиперболами $d_1 = d_2 = 5$ миль;
- разность в оцифровке смежных гипербол $\Delta T_1 = \Delta T_2 = 10$ мкс, $\theta = 30^\circ$, $m_M = \pm 0,3$ мкс.

Решение:

По формуле (22.19) \rightarrow
$$M_o = \frac{0,3}{0,5} \cdot \sqrt{\left(\frac{5}{10}\right)^2 + \left(\frac{5}{10}\right)^2} \approx 0,4 \text{ мили.}$$

22.3.3. Импульсно-фазовая РНС «Лоран-С» (США) и «Чайка» (РФ)

Разностно-дальномерные РНС с синхронизацией моментов излучения и фазы импульсных сигналов, излучаемых наземными передающими станциями.

Станции всех цепей РНС работают на одной и той же рабочей частоте. Каждая цепь РНС состоит из одной ведущей (ВЦ) станции и 2-х, 3-х, 4-х и даже 5-ти ведомых (ВМ) станций, работающих с одинаковым, только этой цепи присвоенным периодом повторения серий импульсов (см. табл. 22.2).

Этот период повторения служит отличительным признаком цепи. Сигнал станции содержит серию из 8 импульсов, следующих через 1000 мкс. Ведущая станция дополнительно излучает 9-й импульс.

Ведомые станции излучают сигналы с различной задержкой – с определенным запаздыванием относительно сигналов ведущей. Задержка излучения служит отличительным признаком пары.

Для одновременного измерения не менее 2-х разностей расстояний (D) система работает по принципу синхронизированного излучения сигналов (пачек импульсов) ведущей (ВЩ) и ведомыми (ВМ) станциями на одной несущей частоте ($f = 100$ кГц) и общей для них частоте повторения.

Излучение сигналов станциями производится с таким сдвигом по времени, чтобы в любой точке зоны действия системы обеспечивалось временное разделение сигналов.

Для выполнения этого условия необходимо, чтобы любая из ведомых (ВМ) станций начинала излучение своих сигналов после прихода на эту станцию последнего импульса предыдущей (по очереди работы) ВМ станции с учетом задержки (Δ) этого импульса за счет его многократного отражения от ионосферы.

Ведущая (ВЩ) станция синхронизирует своими сигналами (как по огибающей импульса, так и по высокочастотному заполнению) работу ведомых (ВМ) станций.

Для облегчения опознавания станций число импульсов в сигналах ведущей (ВЩ) станции больше (на 1), чем в сигналах ведомых (ВМ) станций, которые опознаются по их кодовым задержкам.

Опознавание различных цепей РНС производится по частоте сигналов (пачек импульсов).

Излучение не одиночных импульсов, а пачек импульсов содействует:

- увеличению дальности действия вследствие повышения средней мощности излучаемого сигнала;
- улучшению условий разделения сигналов, распространяющихся вдоль земной поверхности и через ионосферу;
- облегчению автоматического поиска и опознавания сигналов ведущей (ВЩ) станции при высоком уровне шумов.

Пачка импульсов, излучаемых станциями РНС «Лоран-С» состоит из 8 импульсов для ведомых (ВМ) станций и 9 импульсов для ведущей (ВЩ) станции с интервалами между ними 1000 мкс.

9-й импульс ведущей (ВЩ) станции и служит для визуального опознавания ее сигналов на экране ПИ.

На судне специальным приемоиндикатором (ПИ) измеряются интервалы времени между импульсными сигналами, принятыми от ВЩ и ВМ станций (рис. 22.11).

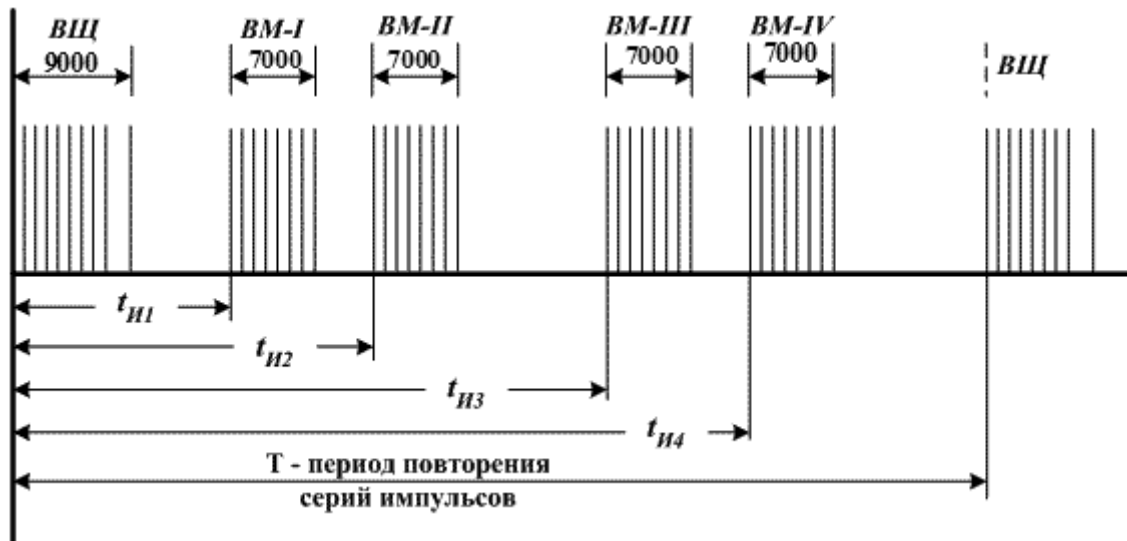


Рис. 22.11. Характеристика сигналов импульсно-фазовой РНС

Точность измерений существенно повышается, когда судовой ПИ фиксирует момент прихода импульса не только по его переднему фронту, но и по фазе рабочей частоты.

Для определения места судна с помощью этих РНС следует пользоваться РНК с сетками изолиний:

- по РНС «Лоран-С» (США) – РНК с буквами ЛС;
- по РНС «Чайка» (РФ) – РНК с буквами ДН.

Для повышения точности используются поправки за условия распространения радиоволн.

Краткие технические данные РНС «Лоран-С» («Чайка»):

1. **Дальность действия:**

- на поверхностных сигналах: 1000÷1700 км (с фиксацией фазы); 800 км (без фиксации фазы);
- на пространственных сигналах: 4000 км (с фиксацией фазы); 2500 км (без фиксации фазы).

2. **Точность измерения радионавигационных параметров:**

- на поверхностных сигналах: $m_U = \pm 90 \div 150$ м (с фиксацией фазы) и $m_U = \pm 500$ м (без фиксации фазы);
- на пространственных сигналах: $m_U = \pm 600$ м (с фиксацией фазы) и $m_U = \pm 1200$ м (без фиксации фазы).

3. **Расчетная скорость распространения радиоволн:** $v_p = 299.530$ км/с.

4. **Рабочая частота:** 100 кГц (90÷110 кГц).

5. **Задержка излучения ВМ станции** – сумма кодовой и базовой задержек этой ВМ ($t_{II} = t_\sigma + t_k$).

6. **Периоды повторения серии импульсов:** 40.000, 40.010, ... 99.980, 99.990 мкс.

Связь периода повторения серии импульсов с буквенно-цифровым обозначением (см. табл. 22.4).

Соответствие периода повторения буквенно-цифровому обозначению
РНС «Лоран-С»

Таблица 22.2.

<i>S</i>	<i>SH</i>	<i>SHL</i>	<i>SL</i>	<i>SLS</i>	<i>SS</i>	
50000	60000	70000	80000	90000	–	0
49900	59900	69900	<u>79900</u>	89900	99900	1
49800	59800	69800	79800	89800	99800	2
49700	59700	69700	79700	89700	99700	3
49600	59600	69600	79600	89600	99600	4
49500	59500	69500	79500	89500	<u>99500</u>	5
49400	59400	69400	79400	89400	99400	6
49300	59300	69300	79300	89300	99300	7

Например: 1) SL1 – 79900; 2) SS5 – 99500.

7. **Буквенное обозначение пар станций.**

Станции РНС «Лоран-С» помимо собственных названий имеют еще и буквенные обозначения. Каждая пара станций обозначается буквой *V, W, X, Y, Z*. Эти же буквы используются для обозначения ВМ станций.

Пары станций РНС «Чайка» обозначаются буквами *БА, ВА, ГА* и *ДА*, ВМ станции – буквами *Б, В, Г* и *Д*.

8. **Условные обозначения частотных параметров станций.** Условное обозначение частотного параметра каждой пары станций РНС «Лоран-С» состоит из первых 4-х цифр периода повторения импульсов в мкс. (Обозначение 7970 говорит о том, что данная пара станций работает с периодом повторения импульсов 79700 мкс – SL3).

9. **Предупреждение о неисправной работе.** Мигает 9-й сигнал ВЩ станции и 2 первых импульса.

10. **Радиальная (круговая) погрешность определения места судна ($P = 0,95$):**

- 0,2÷0,3 мили – днем на поверхностных волнах;
- 0,5÷1,0 мили – ночью на предельных расстояниях.

11. **Судовые приемоиндикаторы:**

- КПИ-5Ф (1 канал);
- КПИ-6Ф (2 канала);
- КПИ-7Ф – с встроенной ЭВМ (на выходе φ_0, λ_0).

12. **Длина базы** между станциями от 600 до 1.200 км.

13. **Излучаемая мощность** в импульсе ~ 300 кВт.

Цепи импульсно-фазовой РНС «Лоран-С» (США) и «Чайка» (РФ)

Таблица 22.3.

№ п/п	Название цепи	Частотный параметр	Кол-во ВМ станций	Длина базы ~ км	Океан	
1	Бу (1120)	Л-С	7001	2 (X, Y)	924, 619	СЛО и АО
2	Айде (1121)	Л-С	9007	4(X,Y,W,Z)	963, 1213, 630, 1094	
3	Зильт (2123)	Л-С	7499	2 (X, Y)	753, 920	
4	Лесе (2122)	Л-С	6731	3 (X,Y,Z)	698, 920, 601	
5	Ньюфаундлендская (2108)	Л-С	7270	2 (X, W)	311, 344	
6	Канадская (2104)	Л-С	5930	3 (X,Y,Z)	639, 1125, 1077	
7	Великих озер (2105)	Л-С	8970	3 (X,Y,W)	1005, 947, 1124	
8	Северо-восточная США (2106)	Л-С	9960	4(X,Y,W,Z)	838, 590, 965, 947	
9	Юго-восточная США (2107)	Л-С	7980	4(X,Y,W,Z)	542, 1331, 660, 762	
10	Восточная Европейская (2143)	Чайка	8000	4 (Б,В,Г,Д)	920, 964, 637, 881	
11	N Саудовской Аравии (4110)	Л-С	8830	4(X,Y,W,Z)	791, 942, 411, 817	ИО
12	S Саудовской Аравии (4111)	Л-С	7030	4(X,Y,W,Z)	783, 411, 1310, 485	
13	Индийская (Бомбейская) (4112)	Л-С	6042	2 (X, W)	258, 293	
14	Индийская (Калькуттская) (4113)	Л-С	5543	2 (X, W)	246, 153	
15	Русско-Американская (РАЦ) (6111)	Чайка +Л-С	5980	2 (X, Y)	1039, 1050	ТО
16	N Тихоокеанская (6112)	Л-С	9990	3 (X,Y,Z)	1161, 919, 1057	
17	Залива Аляска (6113)	Л-С	7960	3 (X,Y,Z)	840, 1094, 1178	
18	Западного побережья Канады(6114)	Л-С	5990	3 (X,Y,Z)	702, 577, 379	
19	Западного побережья США (6115)	Л-С	9940	3 (X,Y,W)	838, 328, 589	
20	NW Тихоокеанская (6117)	Л-С	8930	4(X,Y,W,Z)	1372, 1813, 1003, 924	
21	Корейская (6148)	Л-С	9930	4(X,Y,Z,W)	284, 1068, 924, 947	
22	Желтого моря (6149)	Л-С	7430	2 (X, Y)	737, 854	
23	Восточно-Китайского моря (6150)	Л-С	8390	2 (X, Y)	837, 737	
24	Южно-Китайского моря (6151)	Л-С	6780	2 (X, Y)	528, 486	
25	Дальневосточная (6144)	Чайка	7950	4(X,Y,W,Z)	1050, 1101, 930, 929	

22.3.4. Задачи на определение места судна по гиперболическим РНС

А. По РНС «Декка» (РНК № 22400-Д1В)

№ зад.	Условие					Ответ		
	φ_c	λ_c	Красная	Зеленая	Фиолетовая	φ_0	λ_0	$C = \dots - \dots$
1	49°51,3'N	3°26,0'W	E 18,00	B 30,75	A 70,70	49°52,1'N	3°23,8'W	60°-1,7 мили
2	49°50,4'N	3°01,9'W	G 17,20	A 45,50	B 60,10	49°49,4'N	3°04,0'W	238°-1,6 мили
3	50°01,7'N	3°27,3'W	D 10,40	A 37,80	A 77,00	50°02,5'N	3°25,4'W	57°-1,5 мили
4	50°03,7'N	3°02,7'W	F 05,20	-	B 75,60	50°02,7'N	3°04,8'W	240°-1,6 мили
5	49°48,3'N	3°16,5'W	F 21,20	B 30,75	A 78,65	49°49,1'N	3°14,3'W	62°-1,5 мили
6	49°57,4'N	3°12,1'W	F 01,20	A 41,50	B 54,80	49°56,3'N	3°14,4'W	237°-1,6 мили
7	49°47,1'N	3°24,2'W	F 03,10	B 38,15	A 65,50	49°47,0'N	3°26,9'W	270°-1,6 мили

Б. По РНС «Лоран-С» (РНК № 21009-LC) для КПИ-4

№ зад.	Условие					Ответ		
	φ_c	λ_c	7970 - X	7970 - Y	7970 - W	φ_0	λ_0	$C = \dots - \dots$
1	54°54,9'N	2°47,9'E	17193	51747	27889	54°51,9'N	2°47,9'E	180°-3,0 мили
2	54°51,9'N	3°09,8'E	17114	51762	27744	54°51,9'N	3°14,8'E	90°-3,0 мили
3	54°47,9'N	3°41,5'E	17036	51776	27599	54°51,9'N	3°41,5'E	0°-4,0 мили
4	54°51,9'N	4°11,5'E	16960	51788	27450	54°51,9'N	4°08,5'E	270°-1,8 мили
5	54°46,9'N	4°35,5'E	16883	51800	27298	54°51,9'N	4°35,5'E	0°-5,0 мили
6	54°36,2'N	2°47,9'E	17197	51738	27826	54°39,2'N	2°47,9'E	0°-3,0 мили
7	54°51,9'N	2°24,6'E	17267	51731	28032	54°51,9'N	2°20,6'E	270°-2,3 мили

Выводы

1. Среди современных РТС навигации наиболее широкое применение на судах морского флота получили гиперболические РНС, которые подразделяются:
 - по способу определения навигационного параметра (фазовые, импульсные, частотные, комбинированные);
 - по дальности действия (глобальные; дальней, средней и ближней навигации).
2. Фазовые РНС предназначены для определения места судна с достаточно высокой точностью ($m_{\Delta D} = \pm 60$ м – днем; ± 120 м – ночью, а радиальная (круговая) СКП наблюдаемого места (M_o) не превышает: 2 кб. – днем и 4 кб. – ночью) практически непрерывно на расстояниях от береговых станций до 300 миль.
3. На отечественных судах широко применяются импульсно-фазовые РНС «Лоран-С» (США) и «Чайка» (РФ), позволяющие определять место судна в открытом море с достаточно высокой точностью ($m_{\Delta D} = \pm 120 \div \pm 150$ м – на поверхностных волнах; $m_{\Delta D} = \pm 600 \div \pm 900$ м – на пространственных волнах).

ГЛАВА 23. ГЛОБАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ (ГНСС)

23.1. Основные закономерности движения ИСЗ и их орбиты

23.1.1. Основные закономерности движения ИСЗ

Искусственный спутник Земли (ИСЗ) → искусственно созданное небесное тело, обращающееся вокруг Земли только под действием силы ее притяжения, без участия каких-либо других сил.

Для движения ИСЗ по орбите необходимо, чтобы сила земного притяжения была скомпенсирована центробежной силой, возникающей при движении ИСЗ относительно центра Земли. Это условие приводит к равенству:

$$m \cdot g = m \cdot \rho_0 \cdot \omega_c^2 \quad (23.1)$$

где m – масса ИСЗ;

g – ускорение свободного падения;

$\rho_0 = R + H$ – радиус орбиты ИСЗ (расстояние до ИСЗ от центра Земли);

ω_c – угловая скорость ИСЗ относительно центра Земли.

Так как

$$g = g_0 \cdot \left(\frac{R}{\rho_0} \right)^2 \quad (23.2)$$

а

$$\omega_c = \frac{V_c}{\rho_0}, \quad (23.3)$$

то формула (23.1) для линейной скорости (V_c) ИСЗ на круговой орбите примет вид:

$$V_c = R \cdot \sqrt{\frac{g_0}{R + H}} \quad (23.4)$$

Подставив в формулу (23.4): $\frac{H}{R} = K$, $R = 6371$ км, $g_0 = 9,80665 \text{ м/с}^2 \approx 9,81 \text{ м/с}^2$ – получим:

$$V_1 = V_c = \frac{7,91}{\sqrt{1 + K}} \text{ (км/с)} \quad (23.5)$$

Скорость, при которой начинается движения ИСЗ по окружности вокруг Земли, называется круговой или **первой космической** скоростью. При $H = 0 \rightarrow V_1 = 7,91$ км/с.

Период обращения ИСЗ вокруг Земли определяется по формуле:

$$T = \frac{2\pi \cdot \rho_0}{V_1} \quad (23.6)$$

В зависимости от высоты орбиты (H) и значения скорости ИСЗ (V_1) и его период (T) различны (см. табл. 23.1):

Зависимость периода обращения и скорости ИСЗ от высоты его орбиты

Таблица 23.1.

H , км	0	250	1000	20240	35870
T , мин.	84	89	106	12 час	24 час
V_1 , км/с	7,91	7,76	7,35	3,87	3,07

Периодические (синхронные) ИСЗ – это такие ИСЗ, которые за время звездных суток делают целое число оборотов (пролетают над районом судна ежедневно в одно и то же время).

Синхронный ИСЗ на орбите с $H = 35.870$ км имеет $T = 24$ часа (23ч 56м 4с – одни звездные сутки) называется **суточным**. Такие ИСЗ используются в системах связи и телевидения.

В общем случае орбита ИСЗ является не круговой, а эллиптической, которая характеризуется большой (a) и малой (b) полуосью эллипса.

Перигей (П) – ближайшая к центру Земли точка орбиты; **апогей (А)** – наиболее удаленная точка орбиты ИСЗ от центра Земли.

Эллиптическая орбита характеризуется 6-ю элементами Кеплера (рис. 23.1):

1. → наклонение плоскости орбиты к плоскости экватора (i) → угол между плоскостью земного экватора и плоскостью орбиты ИСЗ;
2. → прямое восхождение восходящего узла орбиты (Ω) → угол между направлениями на точку Овна и восходящий узел орбиты ИСЗ;
3. → угловое расстояние перигея от восходящего узла орбиты N (ω) → угол между направлениями на восходящий узел орбиты ИСЗ и точку его перигея;
4. → эксцентриситет орбиты (e):

$$e = \frac{\sqrt{a^2 - c^2}}{a^2}; \quad (23.7)$$

5. → параметр орбиты:

$$p = c^2 / a; \quad (23.8)$$

6. → время прохождения ИСЗ через перигей (Π) или восходящий (N) узел (τ).

Элементы №№ 1-5 характеризуют пространственное положение орбиты ИСЗ и направление его движения.

Элемент № 6 (τ) – характеризует положение ИСЗ на орбите.

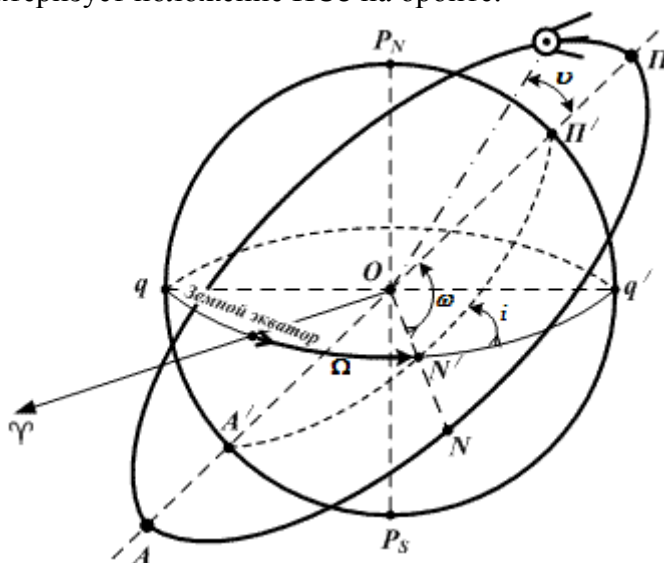


Рис. 23.1. Характеристика эллиптической орбиты ИСЗ

Для определения места судна по ИСЗ необходимо знать его координаты в момент наблюдений.

По известным значениям параметров орбиты ИСЗ можно вычислить его пространственные координаты и положение его относительно земной поверхности на любой момент времени.

Мгновенное положение ИСЗ относительно земной поверхности можно определить длиной радиуса-вектора его орбиты

$$\rho_0 = R + H \quad (23.9)$$

и координатами **геозенита** – точки на земной поверхности, для которой ИСЗ в данный момент находится в зените.

В геометрической интерпретации именно точка геозенита является опорным пунктом, относительно которого определяются навигационные параметры.

Вследствие того, что Земля не шар, а геоид и того, что на ИСЗ влияет ряд возмущающих сил (сопротивление атмосферы Земли, притяжение Луны и Солнца, давление солнечной радиации, магнитное поле Земли), кеплеровские элементы орбиты ИСЗ непрерывно изменяются.

Для исключения этого на все суда, использующие ИСЗ, сообщаются не только начальные параметры элементов Кеплера, но и действительные поправки к ним (**орбитальная информация**).

23.1.2. Орбиты ИСЗ и их особенности

Орбита ИСЗ – это траектория его движения относительно центра Земли. Плоскость орбиты всегда проходит через центр Земли.

Орбиты ИСЗ классифицируются по 2-м признакам:

1. По **наклонению** плоскости орбиты относительно плоскости экватора:
 - **экваториальные** ($i = 0^\circ$ или $i = 180^\circ$);
 - **полярные** ($i = 90^\circ$);
 - **наклонные** ($0^\circ < i < 90^\circ$; $90^\circ < i < 180^\circ$).
2. По **высоте** орбиты над земной поверхностью:
 - **низкие** ($H < 5.000$ км);
 - **средние** (5.000 км $< H < 22.000$ км);
 - **высокие** ($H > 22.000$ км).

Синхронный суточный ИСЗ, выведенный на экваториальную орбиту, будет неподвижно «висеть» над определенной точкой земной поверхности. Такой ИСЗ – **стационарный**, так как его период $T = 23$ ч 56м 04с, то есть соответствует длительности звездных суток.

Малый круг на Земле, в пределах которого могут приниматься радиосигналы ИСЗ, называется **зоной радиовидимости** (рис. 23.2). Сферический диаметр (θ) этой зоны определяется по формуле:

$$\sec \frac{\theta}{2} = 1 + \frac{H}{R} \quad (23.10)$$

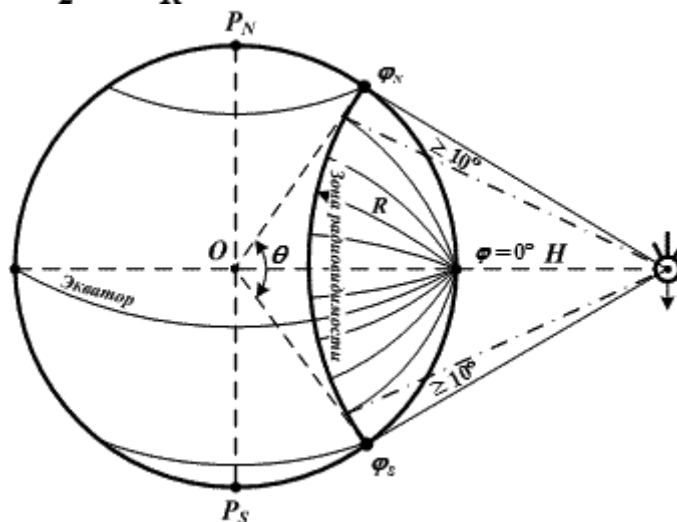


Рис. 23.2. Зона радиовидимости ИСЗ

Для стационарного ИСЗ при $H = 35.870$ км, $R_3 = 6.371$ км, $\theta = 162^\circ$. Это означает, что такой ИСЗ на экваториальной орбите будет теоретически видим до широты $81^\circ N \geq \varphi \leq 81^\circ S$.

Для надежного приема сигналов необходимо, чтобы ИСЗ имел высоту не $< 10^\circ$ над горизонтом (при меньшей высоте – высок уровень помех и большое затухание радиоволн в атмосфере).

Стационарные ИСЗ пока не нашли применения в навигации (широко применяются для радиосвязи и телевидения).

Для **низкоорбитального ИСЗ** ($H = 1.000$ км) диаметр зоны видимости составляет **3.630 миль** ($\theta \approx 60,5^\circ$).

При условии наблюдения такого ИСЗ при высоте $> 10^\circ$ получаем диаметр зоны радиовидимости 3.000 миль, что соответствует ширине Атлантического океана в самой широкой его части. То есть один ИСЗ на полярной орбите, пролетая над серединой Атлантического океана, может наблюдаться во всех его точках.

Так как ИСЗ движется относительно Земли, то будет перемещаться и зона радиовидимости, образуя на поверхности Земли полосу радиовидимости.

Из-за вращения Земли полоса радиовидимости, соответствующая каждому последующему витку, будет смещаться к западу на расстояние, определяемое по формуле:

$$d = 15 \cdot \sin i \cdot \cos \varphi \cdot T \text{ (миль)} \quad (23.11)$$

Для ИСЗ ($H = 1000$ км, $T = 106$ мин.) получим для $\varphi = 0^\circ$, что $d = 1.575$ миль (для $\varphi = 60^\circ d = 788$ миль). Смещение полосы радиовидимости меньше ширины полосы, то есть на каждом последующем витке будет иметь место перекрытие полос. Это перекрытие составляет: для $\varphi = 0^\circ \approx 57\%$; для $\varphi > 60^\circ \approx 78\%$; для $\varphi = 90^\circ = 100\%$.

Это означает, что один и тот же ИСЗ на полярной орбите может наблюдаться в одном и том же месте несколько раз подряд, то есть по одному ИСЗ в средних широтах можно определить место **4 раза в сутки**.

При $H = 1000$ км суточное число оборотов ИСЗ соответствует 14. Следовательно, один ИСЗ на полярной орбите может в течении суток обеспечить определение места во всех точках Земли, но таких обсерваций будет мало и они будут редки.

Для обеспечения **дискретности** определений места судна в **1 час** необходимо **6 ИСЗ** на полярной орбите ($H = 1000$ км, $T = 106$ мин., $\theta = 50^\circ$).

Большое значение для использования ИСЗ имеет продолжительность его наблюдения. Для неподвижного наблюдателя, находящегося в плоскости орбиты ИСЗ продолжительность его наблюдения максимальна.

$$\Delta T_{И\max} = \frac{\theta \cdot T}{360} \quad (23.12)$$

Для ИСЗ с $H = 1.000$ км и $T = 106$ мин. $\Delta T_{И\max} = 18$ мин. (не > 16 мин.).

23.2. Особенности навигационного использования ИСЗ (НКА)

Использование ИСЗ (далее НКА – навигационный космический аппарат) в качестве подвижных опорных станций спутниковой навигационной системы (СНС) открывает широкие возможности для решения навигационной задачи определения места судна в море.

Однако, применение быстро перемещающихся в пространстве опорных станций для навигационных целей, возможно лишь в том случае, если пространственные координаты этих станций (НКА) относительно земной поверхности в момент измерения навигационных параметров известны с необходимой точностью.

Это условие может быть выполнено при соблюдении **двух условий**:

1. → если известны уравнения движения НКА в функции времени и время, прошедшее с момента, когда координаты НКА были известны, до момента их измерений на судне;
2. → если одновременно с радионавигационными сигналами НКА НКА излучают и сигналы, несущие информацию о его фактических координатах.

Радионавигационные параметры определяются сравнением заранее предвычисленных (на основании законов движения НКА) с измеренными.

При круговой орбите НКА предвычисленные значения определяемых радионавигационных параметров можно получить по формулам сферической тригонометрии (рис. 23.3) из параллактического треугольника спутника ZCP_N в котором:

- A – азимут НКА;
- δ – склонение НКА;
- φ – широта места судна на время замера радионавигационных параметров;
- $Z = 90^\circ - h$ – зенитное расстояние НКА;
- t_M – местный часовой угол НКА.

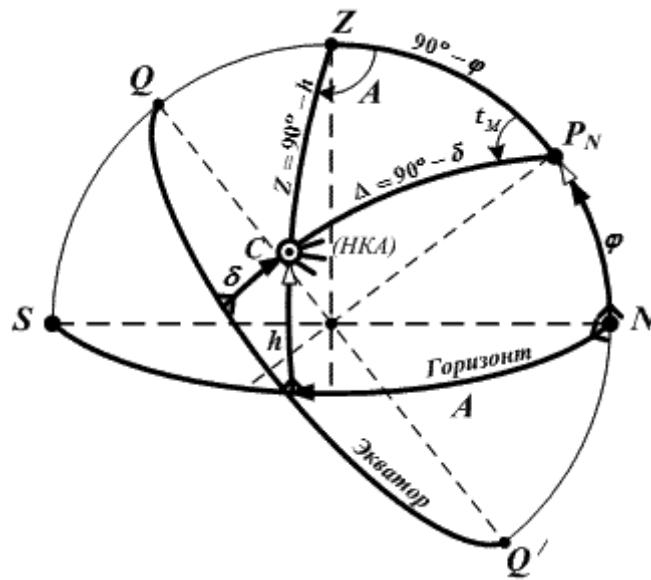


Рис. 23.3. Параллактический треугольник НКА

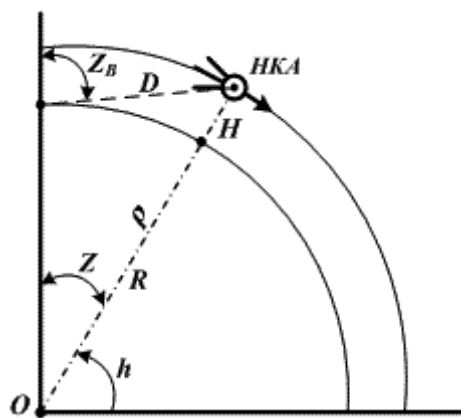


Рис. 23.4. Зенитное расстояние НКА

Расстояние до НКА (D) находится из соотношения:

$$D = \sqrt{R^2 - 2R \cdot \rho \cdot \cos Z + \rho^2} \quad (23.13)$$

где

$$\cos Z = \sin \delta \cdot \sin \varphi + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos t_M$$

Движение НКА в первом приближении подчиняется **законам Кеплера**. Однако, вследствие сопротивления атмосферы и влияния аномалий гравитационного поля Земли фактическое движение НКА по своей орбите отклоняется от расчетного, поэтому необходимо систематически наблюдать за движением НКА с Земли и своевременно вносить поправки в информацию о его фактических пространственных координатах.

Одновременно с этой информацией должна передаваться информация, позволяющая привести наблюдения за движением НКА на наземных пунктах и навигационные определения по этим НКА к единой системе времени.

Следовательно, необходимым элементом СНС, основанной на использовании НКА, является комплекс наземных станций, наблюдающих за движением НКА, входящих в эту СНС, обеспечивающих информацию об их движении и привязку всех измерений в едином для всей системы времени. Этот комплекс называется **наземным контрольно-измерительным комплексом (КИК)**.

Таким образом, использование НКА в качестве подвижных опорных станций не исключает и наземные опорные станции, координаты которых определены очень точно.

Далее предполагается, что на судне имеется информация о параметрах движения НКА по орбите и известно время, к которому отнесена эта информация.

Для судна одна **поверхность положения** (высота) всегда известна. Поэтому **определение места судна по НКА сводится к отысканию точки пересечения линий положения на поверхности земного сфероида.**

Существенное значение для работы СНС, основанной на использовании НКА, имеет большая скорость изменения радионавигационных параметров, определяемых при помощи этой системы, позволяющая применять методы навигационных определений, основанные на измерениях скорости и ускорения сближения НКА и судна. Эти методы осуществляются посредством наблюдения за приращением частоты принимаемых от НКА сигналов, возникающих вследствие **эффекта Доплера**.

Одной из особенностей навигационного использования НКА, обусловливаемой своеобразным характером его движения относительно земной поверхности, является различие условий геометрической видимости НКА на различных широтах в зависимости от параметров орбиты.

23.3. Способы радионавигационных определений по НКА

Условия навигационных определений с движущегося судна относительно подвижной или неподвижной опорной станции различаются между собой только скоростью изменения навигационных параметров, определяемых относительно опорных станций.

Вследствие этого навигационное определение при помощи НКА можно производить теми же способами, что и при использовании РНС с неподвижными опорными станциями.

Однако, большие скорости изменения навигационных параметров:

1. исключают возможность неавтоматических или полуавтоматических измерений;
2. резко повышают требования к скорости обработки следящих систем судовых приемоиндикаторов;
3. создают возможность эффективного использования скоростных методов определения линий положения.

С учетом перечисленных особенностей **при помощи НКА можно определять место судна в море**, измеряя:

- расстояния до НКА;
- направления на НКА в горизонтной системе координат;
- разности расстояний до нескольких последовательных положений НКА на орбите;
- скорость и ускорение сближения с НКА.

Расстояния до НКА можно измерять способами: 1) «запрос-ответ» и 2) с помощью «двух генераторов».

Определение направлений, то есть высоты (зенитного расстояния) и азимута на НКА, методически не отличается от определения направлений на небесные светила.

Разность расстояний до нескольких последовательных положений НКА можно получить, измеряя величину угла изменения фазы принимаемого сигнала, за счет изменения длины пути, проходимого этим сигналом между НКА и судном.

Такое измерение можно осуществить по блок-схеме (рис. 23.5) путем непрерывного сравнения частоты колебаний, принимаемых от НКА, с частотой колебаний опорного генератора и **интегрирования набег фазы** за счет эффекта Доплера.

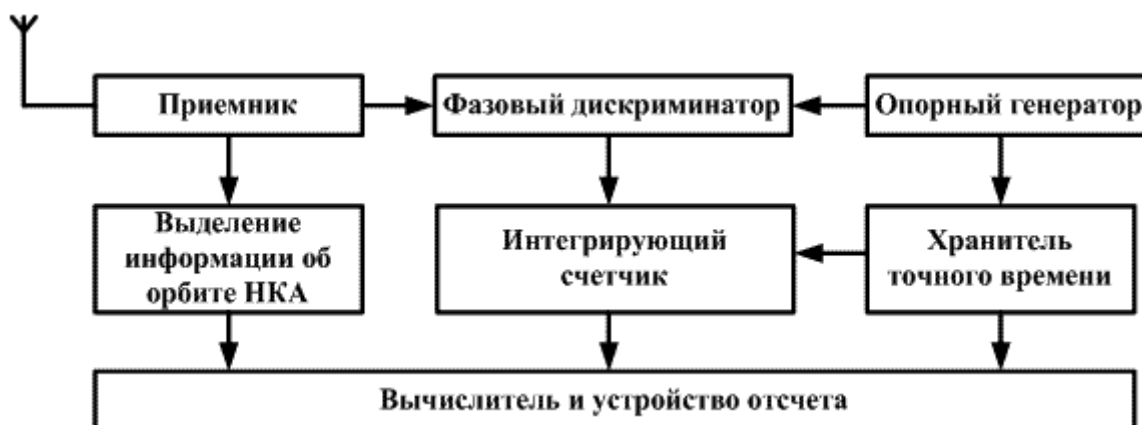


Рис. 23.5. Блок-схема доплеровского метода определения линии положения

Основным условием выполнения измерений по этой схеме является равенство частоты (ω_n) колебаний, излучаемых с НКА и частоты (ω_0) колебаний опорного генератора.

Хотя доплеровское приращение частоты принимаемых колебаний здесь непосредственно не измеряется, а используется лишь для измерения суммарного сдвига фаз сравниваемых колебаний, рассмотренный фазовый метод определения разности расстояний до НКА часто называют **доплеровским методом**.

Доплеровский метод определения линии положения при помощи НКА можно осуществить двумя основными способами: 1) *дифференциальным* и 2) *траверсным*.

Дифференциальный способ измерения скорости сближения сводится к прямому измерению мгновенных значений разности частот принимаемых колебаний и колебаний местного опорного генератора (рис. 23.6).

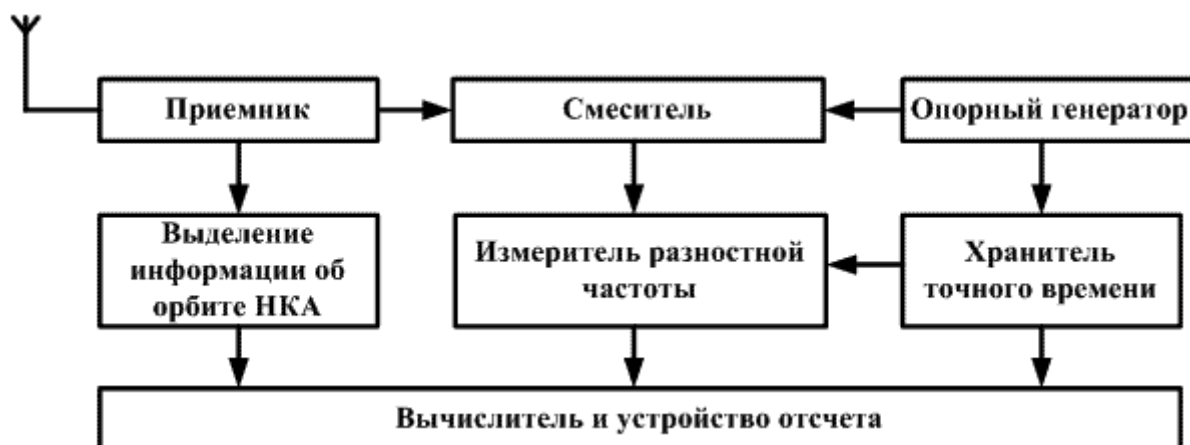


Рис. 23.6. Блок-схема дифференциального способа измерения скорости сближения с НКА

Если частота $\omega_n = \omega_0$, то величина доплеровского приращения частоты $\Delta\omega_d$ при известных значениях ω_n и v_ϕ определяет значение производной dD/dt , то есть скорость сближения НКА и судна.

Траверсный способ измерения ускорения сближения с НКА осуществляется путем определения момента прохождения доплеровского приращения частоты ($\Delta\omega_d$) через нуль и сводится к измерению скорости изменения частоты в этот момент.

Так как в момент, когда $\Delta\omega_d = 0$, судно находится на траверзе орбиты НКА, этот способ и называют **траверсным**.

Измеренное значение скорости изменения частоты определяет вторую производную от расстояния до НКА по времени, то есть **ускорение сближения** НКА и судна.

Траверсным способом определения координат места судна за одно прохождение НКА можно получить всего лишь две линии положения, пересекающихся под углом 90° .

Малое количество получаемой информации является наиболее существенным недостатком траверсного способа. Однако этот недостаток компенсируется более простой обработкой получаемой информации, что позволяет определять место судна по НКА без **специальной судовой ЭВМ**.

23.4. Методы определения места судна по НКА

Основным содержанием навигационной задачи, решаемой с помощью навигационной аппаратуры потребителя (НАП), является определение пространственно-временных координат подвижного объекта (судна), а также составляющих его скорости. В результате решения навигационной задачи должен быть определен вектор состояния судна.

Непосредственно измерить элементы вектора состояния не представляется возможным. У принятого с НКА радиосигнала определяют отдельные его параметры (например, задержку или доплеровский сдвиг частоты). Поэтому измеряемый в интересах навигации параметр радиосигнала называют **радионавигационным**, а соответствующий ему геометрический параметр – **навигационным**. Например, задержка радиосигнала и его доплеровское смещение частоты ($f_{доп}$) являются радионавигационными параметрами, а соответствующие им дальность до судна (D) и радиальная скорость сближения (V_ρ) – навигационными параметрами.

Геометрическое место точек пространства с одинаковым значением навигационного параметра называется **поверхностью положения**.

Пересечение двух поверхностей положения определяет **линию положения** – геометрическое место точек, имеющих два определенных значения двух навигационных параметров.

Местоположение судна определяется координатами трех поверхностей положения или двух линий положения. Иногда (из-за нелинейности) две линии положения могут пересекаться в двух точках. Тогда, для нахождения места судна, необходимо использовать дополнительную поверхность положения или другую информацию о его месте.

Для решения навигационной задачи используют функциональную зависимость между навигационными параметрами и компонентами вектора состояния судна \bar{P} . Соответствующие функциональные зависимости называются **навигационными функциями**.

Навигационные функции получают различными методами, основные из которых:

- дальномерный (А);
- псевдодальномерный (Б);
- разностно-дальномерный (В);
- радиально-скоростной (Г).

Могут быть использованы и другие методы и их комбинации, в том числе и для определения ориентации судна.

А. Дальномерный метод

Дальномерный метод основан на пассивных (беззапросных) измерениях дальности (D_i) между i -ым НКА и судном. Навигационным параметром является дальность (D_i), а поверхностью положения – сфера с радиусом D_i и центром, расположенным в центре масс i -го НКА.

При пересечении сферической изоповерхности с поверхностью Земли получим изолинию, соответствующую измеренной дальности до НКА – окружность сферического радиуса α .

Из треугольника S_0OK (рис. 23.7):

$$D_i^2 = R^2 + (R + H)^2 - 2R \cdot (R + H) \cdot \cos \alpha \quad (23.14)$$

или

$$\cos \alpha = 1 - \frac{D_i^2 - H^2}{2 \cdot (R^2 + RH)} \quad (23.15)$$

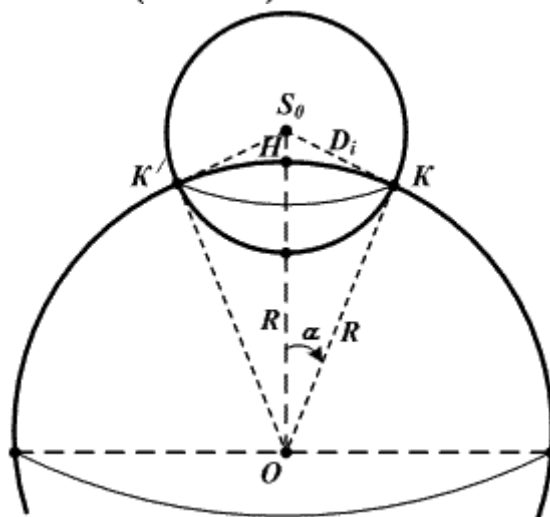


Рис. 23.7. Дальномерный метод получения навигационной функции

Градиент этой изолинии:

$$g = \cosh_p \quad (23.16)$$

где h_p – видимая угловая высота НКА над горизонтом.

Топоцентрическая дальность (D_i) может быть измерена пассивным или активным методами.

Пассивный метод состоит в определении D_i по времени (t) распространения радиосигнала от НКА до приемника (судна):

$$D_i = c \cdot (t + \delta_i) \quad (23.17)$$

где δ_i – поправка к отсчету времени (t) из-за сдвига временных шкал часов НКА и судового приемника.

Для измерения дальности D_i пассивным методом с высокой точностью – на НКА и на судне должны быть высокостабильные генераторы частоты.

Активный метод измерения дальности до НКА аналогичен методу измерения расстояния до активного радиолокационного отражателя

$$D_i = \frac{c \cdot t}{e} - \Delta \rho \quad (23.18)$$

Этот метод не требует наличия высокостабильных генераторов частоты на судне. Но в этом методе другая проблема – обеспечение одновременного обслуживания сотен и тысяч потребителей.

Дальномерный пассивный метод применяется в СНС на средневысоких орбитах GPS (США) и ГЛОНАСС (РФ).

Место судна определяют как координаты точки пересечения трех поверхностей положения (трех сфер), вследствие чего для реализации этого метода необходимо измерить дальности до 3-х НКА. Неоднозначность определения координат судна при этом методе устраняется с помощью дополнительной информации (счислимые координаты судна, его радиальная скорость и др.).

Дальномерный метод предполагает, что все измерения дальностей должны быть произведены в одно время. Однако координаты НКА привязаны к бортовой шкале времени, а координаты судна определены в своей шкале. В реальных условиях существует расхождение (t') этих шкал времени и возникает смещение ($D' = c \cdot t'$) измеренной дальности относительно истинной, поэтому точность определения места судна падает. Таким образом, недостатком метода является необходимость высокоточной привязки шкал времени НКА и судна, вследствие чего в настоящее время более широкое применение нашел **псевдодальномерный** метод определения места.

Б. Псевдодальномерный метод

Под псевдодальностью от i -го НКА до подвижного объекта понимают измеренную дальность ($D_{изм}$) до этого спутника, отличающуюся от истинной дальности (D_i) на неизвестную, но постоянную за время определения навигационных параметров величину (D').

В этом методе в качестве навигационного параметра принята $D_{изм}$. Поверхностью положения является сфера с центром в точке центра масс НКА. При этом радиус сферы изменен на неизвестную величину D' . Измерение псевдодальностей до трех НКА приводит к системе трех уравнений с четырьмя неизвестными (x, y, z, D), что вызывает неопределенность ее решения. Для устранения неопределенности необходимо провести дополнительное измерение псевдодальности до **четвертого** НКА и получить точное решение системы уравнений, то есть получить место подвижного объекта как точку пересечения четырех поверхностей положения.

Необходимость нахождения в зоне радиовидимости четырех НКА предъявляет жесткие требования к структуре орбитальной группировки НКА, которые могут быть выполнены только в среднеорбитальных СНС.

Достоинством данного метода является то, что он не накладывает жестких ограничений на значение погрешности $D' = c \cdot t'$ (погрешности временной шкалы) и позволяет дополнительно вычислять отклонение шкалы времени подвижного объекта.

В. Разностно-дальномерный метод (доплеровский интегральный)

Этот метод основан на измерении разности топоцентрических расстояний между судном и двумя положениями одного и того же НКА в последовательные моменты времени.

В своем движении по орбите НКА последовательно проходит точки S_1, S_2 и т.д. расстояние между которыми называется базой, длина которой определяется как:

$$\delta = \frac{2\pi \cdot (R+H)}{T} \cdot t_H \quad (23.19)$$

где t_H – время интегрирования – промежуток времени между двумя последовательными моментами наблюдения НКА.

Если измерить разность расстояний

$$\Delta D_1 = D_{i2} - D_{i1} \quad (23.20)$$

двух последовательных положений НКА, то место наблюдателя окажется на изоповерхности, представляющей собой гиперboloид вращения, фокусы которого совпадают с концами базы, то есть положениями НКА на орбите в моменты начала и конца наблюдений. Гиперboloид образован вращением гиперболы, соответствующей измеренной разности расстояний ΔD вокруг базы и является поверхностью второго порядка.

Пересечение гиперboloида с поверхностью Земли дает изолинию – сложную кривую, близкую по форме к сферической гиперболе. На этой гиперболе и будет находиться судно.

Когда база займет новое положение измеряют вторую разность расстояний

$$\Delta D_2 = D_{i3} - D_{i2} \quad (23.21)$$

и получают второй гиперboloид и вторую гиперболу, соответствующую величине ΔD_2 .

Аналогично можно получить ΔD_3 и третью гиперболу и т.д. Место судна получается в точке пересечения 2-х, 3-х и более гипербол.

Разность расстояний ΔD_i можно получить подсчетом числа импульсов доплеровской частоты в течении промежутка времени, необходимого НКА для прохождения длины базы. Такой подсчет математически представляет собой интегрирование доплеровского смещения частоты по времени, в результате которого получаем:

$$\Delta D = D_2 - D_1 = \lambda_0 \cdot (N_\sigma - \delta_t \cdot t_H) \quad (23.22)$$

где N_σ – подсчитанное число импульсов биений доплеровской частоты.

Таким образом, каждому N_σ соответствует вполне определенное значение разности расстояний от судна до двух последовательных положений НКА на орбите в моменты начала и конца времени t_H – интервала интегрирования.

Постоянная величина $\delta_t \cdot t_H$ – погрешность в определении числа импульсов биений из-за сдвига частоты опорного генератора судового приемоиндикатора.

В этом методе спутниковая РНС аналогична наземной гиперболической РНС.

В судовом ПИ спутниковой РНС «Транзит» были приняты $t_H = 2 \text{ мин.}, 1 \text{ мин.}, 30 \text{ с}, 24 \text{ с}$. При $\Delta T_{\text{Имакс}} = 16 \text{ мин.}$ может быть получено соответственно **8, 16, 32 и 40** линий положения.

Так как гиперболы на поверхности Земли пересекаются в двух точках, то определение места судна будет двузначным и разрешение этой двузначности выполняются по счислению пути судна.

В состав судового ПИ **входит ЭВМ**, так как получаемая от НКА информация не может быть обработана вручную.

В среднеорбитальных СНС при этом методе используются три разности $\Delta D_{ij} = D_i - D_j$ до 4-х НКА, так как при постоянстве D' за время навигационных определений разности псевдодальностей равны разностям истинных дальностей, для определения которых требуется только три независимых уравнения.

Навигационным параметром является D_{ij} . Поверхности положения представляют собой поверхности двухполостного гиперboloида вращения, фокусами которого являются координаты опорных точек i и j (центров масс i -го и j -го НКА). Расстояние между этими опорными точками называется **базой**. Если расстояния от опорных точек (НКА) до подвижного объекта велики по сравнению с базой, то гиперboloид вращения в окрестностях точки подвижного объекта совпадает со своей асимптотой – конусом, вершиной которого выступает середина базы.

Точность определения места подвижного объекта совпадает с точностью определения этих координат псевдодальномерным способом.

Недостаток разностно-дальномерного метода заключается в том, что в нем не может быть измерено смещение D' , то есть смещение шкалы времени подвижного объекта.

Г. Радиально-скоростной (доплеровский дифференциальный) метод

Быстрое перемещение НКА в зоне радиовидимости наблюдателя позволяет применять этот метод, основанный на измерении радиальной скорости, то есть скорости сближения НКА с наблюдателем (судном). Для измерения радиальной скорости используется эффект Доплера, сущность которого заключается в том, что при быстром перемещении НКА, излучающего колебания строго определенной частоты f_0 , наблюдатель на Земле (на судне) будет принимать колебания другой частоты f .

Разность этих колебаний, называемая доплеровским смещением частоты, определяется по формуле:

$$F_d = f - f_0 = \frac{v \cdot \cos \alpha}{\lambda_0} \quad (23.23)$$

где v – скорость движения НКА по орбите;

α – направление на судно с НКА;

λ_0 – длина волны, соответствующая частоте f_0 .

Так как $v \cdot \cos \alpha = v_p$ – радиальная скорость НКА, то

$$F_d = \frac{v_p}{\lambda_0} \quad (23.24)$$

Если $F_d = const$, то $\alpha = const$ и $v_p = const$. Углу $\alpha = const$ в пространстве соответствует изоповерхность в виде кругового конуса, вершина которого совпадает с местом НКА, а ось – с вектором его скорости (рис. 23.8).

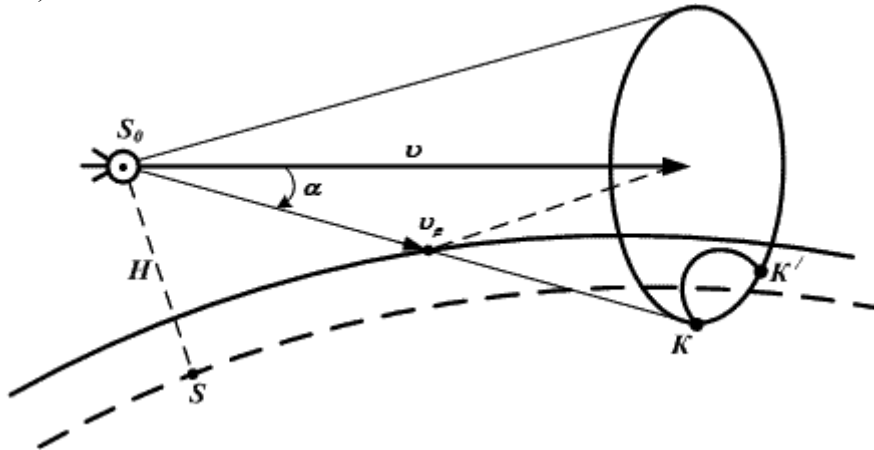


Рис. 23.8. Радиально-скоростной метод получения навигационной функции

Так как судно находится на Земле, то его место надо искать на кривой KK' , по которой конус пересекается с поверхностью Земли. Эта кривая – **изодопа** – изолиния на поверхности Земли, характеризующаяся постоянством доплеровского смещения частоты и постоянством радиальной скорости НКА.

Изодопа по своей форме близка к сферической гиперболе.

Перемещение НКА приводит к перемещению изодоп. Точка их пересечения – место судна. Для определения места судна требуется несколько изолиний – изодоп. Вторую и последующие изодопы получают вскоре после первой.

Изодопы пересекаются в двух точках (т. K и т. K') лежащих по разные стороны трассы НКА. Подобная двужначность разрешается с помощью счисления пути судна.

За время пролета низкоорбитальных НКА может быть получено несколько сотен изодоп (**при $\Delta T_{\text{и max}} = 16$ мин. = 960 изодоп**, а при измерении доплеровского смещения частоты **за 4 мин.** может быть получено **240 изодоп**).

В среднеорбитальных СНС этот метод базируется на измерении трех радиальных скоростей подвижного объекта относительно трех НКА. В основу метода положена зависимость радиальной скорости точки относительно НКА от координат и относительной скорости спутника.

Недостатком этого метода является невозможность проведения измерений в реальном времени. Кроме того, в среднеорбитальных СНС реализация метода затруднена из-за медленного изменения радиальной скорости. Это обусловило применение радиально-скоростного метода в среднеорбитальных СНС только для определения составляющих скорости подвижного объекта. Однако для его реализации необходим высокостабильный эталон частоты. Нестабильность последнего приводит к неконтролируемому изменению доплеровского смещения частоты, что, в свою очередь, влечет дополнительные погрешности измерения составляющих скорости подвижного объекта.

23.5. Структура глобальных навигационных спутниковых систем

А. Общие сведения

Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС) предназначена для непрерывного и высокоточного определения координат места различных подвижных объектов, их курса и скорости в любой точке Земли или околоземного пространства, в любое время суток и в любую погоду.

В настоящее время навигационные спутниковые системы нашли самое широкое применение в различных сферах человеческой деятельности, но особое место в силу своих положительных свойств (глобальность, высокая точность, независимость от погодных условий, времени суток и сезона) они нашли на транспорте.

Качественный облик (структура, способы функционирования и эксплуатационные характеристики) ГНСС во многом обусловлены требованиями потребителей к точности навигационного обеспечения и методам навигационных измерений. Для достижения непрерывности определения места судна в любом районе Мирового океана вне зависимости от погоды, сезона и времени суток в составе современных ГНСС второго поколения ГЛОНАСС (РФ) и GPS (США) функционируют три основные подсистемы:

- навигационных космических аппаратов (НКА) – космический сегмент;
- контроля и управления – наземный командно-измерительный комплекс (КИК) или сегмент управления;
- навигационной аппаратуры потребителей (НАП) – судовые приемоиндикаторы (ПИ).

Основной задачей, решаемой ГНСС, является определение пространственных координат местоположения подвижного объекта и времени. Эта задача реализуется путем вычисления искомых навигационных параметров непосредственно в приемоиндикаторе на основе беззапросных (пассивных) дальномерных измерений по сигналам нескольких видимых НКА с известными координатами. Применение беззапросных измерений обеспечили возможность достижения неограниченной пропускной способности ГНСС.

Для определения места судна одновременно принимают данные не менее чем от трех НКА (рис. 23.9). При пересечении линий положения I–I, II–II, III–III может получиться фигура погрешностей (треугольник).

В этом случае вероятнейшее место судна будет находиться в точке пересечения биссектрис вершин (внутренних углов) треугольника погрешности (рис. 23.10).

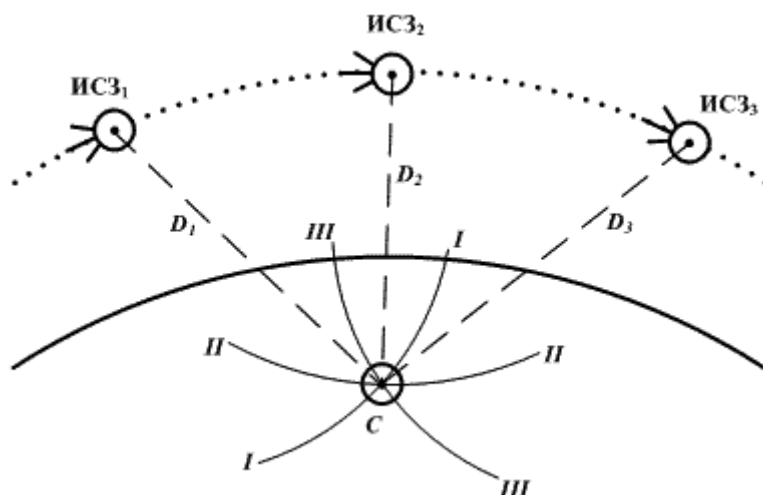


Рис. 23.9. Принцип определения места судна по ГНСС

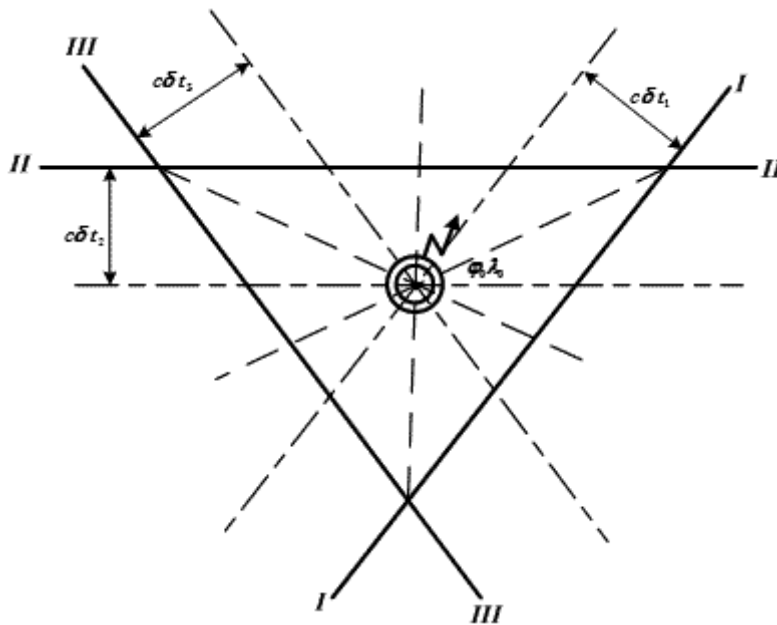


Рис. 23.10. Треугольник погрешностей при определении места судна по ГНСС

Треугольник погрешностей получается из-за присутствия в измеренных расстояниях $D_{1,2,3}$ постоянных погрешностей $c\delta t$. Найдя место судна $(\varphi_0 \lambda_0)$ методом биссектрис можно найти и постоянную погрешность $c\delta t$, возникающую из-за расхождения временных шкал НКА и ПИ.

Геометрия орбитальной группировки позволяет обеспечивать одновременную радиовидимость в любой точке земного шара и в любое время суток не менее четырех НКА. Все НКА работают в одной полосе частот и передают навигационные сигналы одинаковой структуры, позволяющие в аппаратуре потребителей измерять псевдодальность системы «объект-НКА». Кроме того, измеряется доплеровский сдвиг частоты сигнала НКА, который используется для измерения скорости объекта. Псевдодальности используются для определения координат места и вычисляются путем измерения времени прохождения сигнала на трассе «НКА-объект».

Наиболее точное определение места обеспечивается при углах между направлениями «НКА-объект» близких к 90° .

Б. Подсистема навигационных космических аппаратов

Основная функция подсистемы состоит в формировании и излучении радиосигналов, которые необходимы для навигационных определений подвижных объектов, контроля бортовых систем спутника подсистемой контроля и управления. Для этого в состав аппаратуры НКА включают:

- → радиотехническое оборудование (передатчики навигационных сигналов и телеметрической информации, приемники данных и команд от КИК, антенны, блоки ориентации);
- → ЭВМ;
- → бортовой эталон времени и частоты;
- → солнечные батареи и др.

Бортовые эталоны времени и частоты обеспечивают синхронное излучение навигационных сигналов всеми спутниками орбитальной группировки, что необходимо для реализации дальномерных измерений в ПИ.

Навигационные системы НКА содержат дальномерные компоненты и компоненты служебных сообщений. Дальномерные компоненты используют для определения в ПИ навигационных параметров. Компоненты служебных сообщений предназначены для передачи на подвижные объекты координат спутников, векторов их скоростей, времени и др.

Выбор состава и конфигурации орбитальной группировки НКА влияют на площадь рабочей зоны, возможность реализации различных методов навигационных определений, их непрерывность и точность.

В. Подсистема контроля и управления

Эта подсистема представляет собой комплекс наземных средств (командно-измерительный комплекс), которые обеспечивают наблюдение и контроль за траекториями движения НКА, качеством функционирования их аппаратуры, управление режимами их работы и параметрами спутниковых радиосигналов, а также составом, объемом и дискретностью передаваемой со спутников навигационной информации, стабильностью бортовой шкалы времени и др.

Как правило, КИК состоит из координационно-вычислительного центра (КВЦ), станций траекторных измерений (СТИ) и управления, системного (наземного) эталона времени и частоты.

При полете НКА в зоне радиовидимости СТИ происходит наблюдение за ним. Это позволяет с помощью КВЦ определять и прогнозировать координатную и другую необходимую информацию. Затем эти данные закладываются в бортовую ЭВМ и передают на подвижные объекты в служебном сообщении.

Г. Подсистема навигационной аппаратуры потребителей

Эта подсистема включает в себя:

- антенну, способную принимать сигналы ГЛОНАСС/GPS;
- приемоиндикатор, состоящий из приемника ГЛОНАСС/GPS и процессора, приемника корректирующей информации, устройства ввода-вывода информации, сетевого адаптера.

Приемоиндикатор ГНСС предназначен для решения следующих задач:

- → одновременной обработки сигналов спутников ГЛОНАСС/GPS, находящихся в зоне радиовидимости;
- → автоматической непрерывной выработки пространственных координат;
- → приема и обработки от приемника корректирующей информации;
- → отображения необходимой информации с индикацией вычисленных географических координат (в градусах, минутах и тысячных долях минуты) и времени обсерваций;
- → оценки точности определения координат и скорости;
- → расчета среднего значения и СКП координат и скорости по серии наблюдений;
- → выдачи на индикацию результатов решения навигационной задачи;
- → приема, хранения и обновления альманахов ГЛОНАСС/GPS;
- → расчета геометрического фактора ухудшения точности определения двумерных координат рабочего созвездия спутников;
- → работы по спутникам ГЛОНАСС/GPS отдельно и по смешанному созвездию;
- → автоматического контроля функционирования;
- → возможности ввода календарной даты;
- → отображения режима работы и индикации работы в дифференциальном режиме.

Кроме того ПИ решает вспомогательные задачи:

- автоматический выбор созвездия спутников для определения места с учетом их технического состояния;
- выдачу внешним потребителям метки времени с оцифровкой относительно шкалы времени системы ГЛОНАСС;
- определение навигационных параметров в географической или квазигеографической системе координат;
- прием, хранение и обновление альманахов ГЛОНАСС и GPS;
- поиск сигналов НКА и входение в связь при отсутствии альманахов системы;
- автоматический контроль функционирования аппаратуры, индикацию неисправностей;
- прием, учет и коррекцию информации при работе в дифференциальном режиме;
- расчет времени прихода в точку с заданными координатами с заданной скоростью;
- расчет скорости движения в заданную точку по времени прихода;
- расчет пройденного расстояния;
- ввод координат до 500 маршрутных точек;

- ввод 20 маршрутов или фарватеров (до 50 маршрутных точек в каждом маршруте);
- расчет расстояния и направления от текущей точки до любой из маршрутных точек или между двумя любыми выбранными точками;
- запоминание текущих координат в качестве маршрутной точки;
- сигнализацию о подходе на заданное расстояние к точке с заданными координатами;
- выработку параметров отклонения от маршрута;
- световую и звуковую сигнализацию о выходе за пределы выбранной ширины фарватера.

ПИ должен удовлетворять следующим минимальным эксплуатационно-техническим требованиям:

1. → точность определения координат места в статическом и динамическом режимах работы должна быть:
 - в пределах 100 м для вероятности 0,95 и геометрического фактора ухудшения точности определения двумерных координат (HDOP) меньше 4 по GPS;
 - в пределах 45 м для вероятности 0,95 и HDOP меньше 4 по ГЛОНАСС (при 24-х КНА);
2. → точность определения координат в статическом и динамическом режимах работы при приеме и обработке сигналов дифференциальных поправок должна быть в пределах 10 м для вероятности 0,95;
3. → ПИ должен обеспечивать расчет обсервованных координат и выдачу данных на дисплей и в другие радио- и навигационные устройства с дискретностью не более 2с. Минимальное разрешение отображаемых географических координат должно быть до 0,001 дуг.мин.;
4. → после включения ПИ в режим «работа» должна быть обеспечена возможность получения первого отсчета координат с требуемой точностью в течение:
 - 30 мин. при отсутствии в памяти ПИ соответствующей базы данных;
 - 5 мин. при наличии в памяти ПИ соответствующей базы данных;
5. → ПИ должен выполнять повторный поиск сигналов и расчет обсервованных координат с требуемой точностью:
 - в пределах 5 мин., если без прекращения подачи питающего напряжения прием сигналов прерывался на период до 24 часов;
 - в пределах 2 мин., если подача питающего напряжения прерывалась на время до 60 с;
6. → оборудование должно обеспечивать предупреждение о невозможности определения координат или индикацию в пределах 5 с, если:
 - величина геометрического фактора ухудшения точности определения двумерных координат превысила установленный предел (более 4);
 - новые координаты рассчитаны за время, превышающее 2 с.

В этих случаях, до восстановления нормальной работы, на дисплее должны отображаться время и координаты последней обсервации с визуальной индикацией причины прекращения обсерваций;

7. → ПИ должен обеспечивать индикацию дифференциального режима работы в случае:
 - приема сигналов дифференциальных поправок;
 - использования дифференциальных поправок в отображаемых координатах места судна.

В настоящее время в Мире насчитывается более 200 фирм, занимающихся разработкой и производством НАП СНС. Наибольшую известность получили образцы фирм «Trimble», «Garmin» (США), «Furuno» (Япония), «Sersel» (Франция), «НАВИС», «РИРВ» (РФ). Среди отечественных производителей широкую известность получили НАП ГП «Оризон-Навигация».

Д. Информация на дисплее судового приемоиндикатора

На судах морского флота чаще всего применяются специальные и модернизированные ПИ СНС «Транзит» (США) дополненные платами для приема и обработки сигналов СНС GPS (США).

Вид информации на дисплее зависит от типа ПИ, но основными данными являются: → Всемирное (Гринвичское) время $T_{ГР}$; → обсервованные координаты (φ_0 , λ_0); → геометрический фактор G ; → путь судна $ПУ$; → путевая скорость $V_{ПУ}$ (рис. 23.11).

GPS		NRV
LAT	N 25 13,659	
LOH	W 79 09,749	
GMT	234318	
GO3	R 1646,7	B 041 0
M	SPEED 13,0	HDG 040,7
SOG	12,4	COG 038,9
MAGNAVOX		HDOP 3

Рис. 23.11. Информация на дисплее ПИ «MX-1102/GPS»

- $\varphi_0 = 25^\circ 13,659'N$ – обсервованная широта места судна;
- $\lambda_0 = 79^\circ 09,749'W$ – обсервованная долгота места судна;
- $T_{GP} = 23\text{ч } 43\text{м } 18\text{с}$ – Всемирное (Гринвичское) время;
- $R 1646,7$ – расстояние до заданной точки;
- $B 041 0$ – курс в заданную точку;
- $13,0$ – скорость, введенная вручную;
- $040,7$ – заданный курс судна (КК);
- $12,4$ – скорость судна относительно грунта;
- $038,9$ – курс судна (путевой угол) относительно Земли;
- 3 – величина Γ (геометрического фактора).

Е. Сравнительная характеристика ГНСС

Низкоорбитальные СНС первого поколения «Гранзит» (США) и «Цикада» (РФ) имели существенные недостатки:

- относительно невысокую точность определения координат места подвижных объектов;
- большие промежутки времени между наблюдениями.

С целью преодоления этих недостатков сначала в США, а потом и в России было принято решение начать работы над созданием СНС нового поколения. В США первоначально она называлась «НАВСТАР» (Navigation Satellite providing Time And Range), то есть «навигационная спутниковая система, обеспечивающая измерение времени и местоположения». В настоящее время система получила название GPS. В России – ГЛОНАСС – глобальная навигационная спутниковая система. В 2008 г. планируется ввести в действие ГНСС «ГАЛИЛЕО» (ЕС).

Основное назначение GPS и ГЛОНАСС – высокоточная навигация подвижных объектов в космосе, в воздухе, на воде и земле.

Системы GPS (США) и ГЛОНАСС (РФ) хотя и выглядят весьма похожими, но в то же время имеют ряд существенных отличий. К ним относятся:

- баллистическое построение космического сегмента;
- принцип разделения сигнала;
- форма представления эфемерид;
- структура информационного кадра;
- разные системы координат;
- различные шкалы времени;
- режим селективного доступа системы GPS.

Различия между GPS и ГЛОНАСС, хотя и создают проблемы при разработке НАП, но они принципиально преодолимы, а их совместное использование позволяет повысить доступность и целостность ГНСС, а также точность определения координат места.

Сравнительные характеристики GPS (США) и ГЛОНАСС (РФ)

Таблица 23.2

№ п/п	Характеристики	ГЛОНАСС	GPS
1	Число спутников в системе	24	21 + 5 в резерве
2	Число орбитальных плоскостей	3	6
3	Наклонение орбиты	64,8°	55°
4	Высота орбиты	19100 км	20145 км
5	Период обращения	11ч 15м	12ч
6	Метод представления эфемеридных данных	9 параметров движения	Кеплеровские элементы
7	Геодезическая система координат	ПЗ-90	WGS – 84
8	Содержимое альманаха	120 бит	152 бит
9	Длительность передачи альманаха	2,5 мин.	12,5 мин.
10	Метод разделения сигналов спутника	частотный	Кодовый
11	Диапазон частот $L1$	1602, 5625 – 1615,5 ± 0,5 МГц	1575,42 ± 1 МГц
12	Диапазон частот $L2$	1246, 4375 – 1256 МГц	1227,6 МГц
13	Число элементов кода	511	1023
14	Тактовая частота кода	0,511 МГц	1,023 МГц
15	Уровень переходных помех для двух соседних каналов	– 48 дБ	– 21,6 дБ
16	Период повторения синхрокода	2с	6с
17	Тип используемого дальномерного кода	последовательность максимальной длины	код Голда
18	Селективный доступ	отсутствует	имеется
19	Одновременное нахождение НКА в зоне радиовидимости	не менее 4	4÷8 (при 18 КНА) 6÷11 (при 24 КНА)
20	Предельная погрешность определения места ($P = 0,95$):	не более 100 м	не более 100 м
21	Погрешность определения скорости судна	не более 0,2 уз.	не более 0,2 уз.
22	Время получения первой обсервации	через 1÷5 мин. после включения аппаратуры	через 1÷8 мин. после включения аппаратуры
23	Дискретность обсерваций	1÷10 с в зависимости от типа НАП	1÷5 с в зависимости от типа НАП
24	Зависимость точности от гидрометеоусловий и времени	не зависит	не зависит
25	Получение обсервованных координат	непрерывно	непрерывно
26	Зона действия	глобально	глобально

Ж. Дифференциальная подсистема ГНСС (ДПС ГНСС)

Необходимость удовлетворения повышенных требований к точности определения места судов потребовала разработки принципиально новых систем радионавигации. Это касается в первую очередь:

- обеспечения безопасности плавания по ВВП, в узкостях, на акваториях портов и на подходах к ним;
- управления движением судов;
- установки плавучих СНО;
- обеспечения проведения специальных работ в экономической зоне.

Сначала за рубежом, а потом и у нас в стране была создана дифференциальная подсистема среднеорбитальных НСС, к которой были предъявлены требования, указанные в таблице 23.3.

Характеристики подсистемы	Плавание в портах и на подходах к ним	Управление движением судов	Координирование СНО	Обеспечение спец. работ в экономической зоне
Погрешность определения места (с $P = 0,95$), м	8 – 20	10	5 – 10	1
Рабочая зона, км	20	не определена	20	200 миль
Доступность	0,997	0,999	0,95	0,95
Целостность: время подачи сигнала предупреждения, с	6 – 10	6 – 10	–	–

Под **доступностью** в таблице понимается процент времени, в которое возможно использование системы, а под **целостностью** – способность системы обеспечить своевременное предупреждение потребителей в случае, когда она не может быть использована для навигационного обеспечения.

Суть дифференциального метода состоит в выполнении измерений двумя приемниками, один из которых устанавливается в определяемой точке (судне), а другой – в точке с известными координатами – базовой (контрольной) станции. Поскольку расстояние от НКА до приемников значительно больше расстояния между самими приемниками, то считают, что условия приема сигналов обоими приемниками практически одинаковы. Следовательно, и величины ошибок также будут близки. В дифференциальном режиме измеряют не абсолютные координаты первого приемника, а его положение относительно базового (вектор базы). Таким образом, дифференциальный режим предполагает наличие как минимум двух приемоиндикаторов в двух точках пространства: ПИ-1 – на контрольно-корректирующей станции (ККС) и ПИ-2 – на судне. Причем ПИ-1 геодезически точно привязан к принятой системе координат (ПЗ-90 или WGS-84). Разности между измеренными ПИ-1 и рассчитанными в нем значениями псевдодальностей «видимых» НКА, а также разности соответствующих псевдоскоростей по линии передачи данных (ЛПД) передаются ПИ-2, в котором они вычитаются из измеренных ПИ-2 псевдодальностей и псевдоскоростей. Если погрешности определения псевдодальностей слабо изменяются во времени и пространстве, то они существенно компенсируются переданными по ЛПД поправками. При этом дифференциальные поправки могут быть использованы только в пределах дальности действия ККС и в течение определенного времени. С увеличением интервала времени от определения и дальности между ККС и судном достижимая точность дифференциального режима падает.

На контрольно-корректирующей станции (ККС) измеряются псевдодальности до «видимых» НКА, автоматически по известным эталонным и измеренным координатам определяются мгновенные поправки, которые передаются в составе корректирующей информации всем потребителям, находящимся в зоне действия ККС, для решения навигационных задач.

Учет поправок ККС на судне производится автоматически при совместном использовании приемника поправок и приемоиндикатора GPS.

Для передачи поправок используется существующая сеть морских радиомаяков и самостоятельных станций. Информация о ККС в РТСНО.

Краткие технические данные

1. Рабочие частоты передачи поправок: 285÷325 кГц.
2. Скорость передачи информации: 50÷200 бод.
3. СКП определения места в зависимости от расстояния до ККС 1÷10 м.
4. Предельная дальность использования поправок – до 500 км.
5. Количество судов, одновременно использующих информацию ККС – не ограничено.
6. Время работы – непрерывно.

Главными элементами ДПС являются:

- → ККС, осуществляющая измерения навигационных параметров, контроль навигационного поля ГНСС, расчет дифференциальных поправок;
- → линия передачи данных на базе радиопередатчиков радиомаячной службы;
- → судовой приемник дифференциальных поправок;
- → судовой приемник ГНСС, сопряженный с приемником дифпоправок.

Такие ККС рассчитывают по данным приемников сигналов ГЛОНАСС и GPS поправки, преобразуют их в стандартные сообщения и подают их на модулятор передатчика-радиомаяка.

ДПС одновременно с выработкой и передачей дифпоправок решают задачу контроля состояния (целостности) ГНСС и доведения до потребителей его результатов. Задачами контроля качества радионавигационного поля ГНСС являются:

- своевременное обнаружение аномалий в функционировании КНА;
- оценка реальных возможностей ГНСС и ДПС в локальных зонах;
- выработка рекомендаций по использованию ГНСС и ДПС и доведение их до потребителей.

Погрешность определения координат места судна (с $P = 0,95$) при совместном использовании СНС ГЛОНАСС и GPS составит от 2 до 4,5 м.

ККС Черного моря (из РТСНО адм. № 3001)

Таблица 23.4

№	Название станции, координаты	Частота передачи поправок (кГц)	Дальность действия (мили)	Скорость передачи информации (бод.)
Болгария				
0421	Каварна (Cavarna) 43°25,2'N, 28°21,9'E	300	110	200
Украина				
6422	Змеиный (Zmeinyy) 45°15,1'N, 30°12,3'E	294,5	100	
0423	Большой фонтан(Balshoy Fontan) 46°22,72'N, 30°44,98'E	297	110	
0424	Еникальский (Yenikal'skiy) 45°23,1'N, 36°38,4'E	288	100	

3. Точность определения места по среднеорбитальной ГНСС

Решение навигационной задачи с помощью НАП заключается в определении пространственно-временных координат путем двухэтапной обработки навигационной информации. На I-м этапе производят измерение навигационных параметров, а на II-м этапе полученные параметры подвергаются преобразованиям на основе навигационных алгоритмов с целью расчета пространственно-временных координат.

На точность определения координат существенное влияние оказывают погрешности, возникающие при выполнении первичных и вторичных измерений. Природа этих погрешностей различны, а суммарная погрешность складывается из:

1. погрешности шкалы времени ($\sim \pm 0,6$ м);
2. погрешности вычисления орбит ($\sim \pm 0,6$ м);
3. инструментальной погрешности приемника ($\sim \pm 1,2$ м);
4. многолучевости распространения сигнала ($\sim \pm 2,0$ м);
5. ионосферной задержки сигнала ($\sim \pm 10,0$ м);
6. тропосферной задержки сигнала ($\sim \pm 1,0$ м);
7. геометрического расположения спутников (см. коэффициент GDOP).

Все дальномерные погрешности в зависимости от их происхождения можно разбить на три группы:

1. погрешности $\delta D_{НКАi}$, вносимые на i -ом НКА;
2. погрешности $\delta D_{НКАi}$, вносимые на трассе распространения сигнала i -го НКА;
3. погрешности $\delta D_{НКАi}$, вносимые в НАП.

Первая группа погрешностей обусловлена в основном несовершенством частотно-временного и эфемеридного обеспечения НКА.

Погрешности частотно-временного обеспечения (расхождение шкал времени системы спутников и потребителя и расхождение частот их опорных генераторов) включаются в число неизвестных (оцениваемых) по измерениям и на результат обсервации влияния не оказывают, хотя для их исключения требуется избыточное количество наблюдаемых НКА (четыре для 3-х координатной обсервации).

Эфемеридные погрешности вызваны неточностью определения на КИК параметров орбит НКА и непрогнозируемыми смещениями спутника относительно экстраполированной орбиты.

К погрешностям второй группы следует отнести:

- ионосферные погрешности измерений;
- тропосферные погрешности измерений;
- погрешности, вызванные приемом отраженных местными предметами сигналов (многолучевость).

Эти погрешности в основном и определяют суммарную погрешность обсервации. Вклад их в суммарную погрешность оценивается единицами метров (практически по каждой составляющей).

К погрешностям третьей группы, обусловленной аппаратурой потребителя, можно отнести погрешности слежения за моментом прихода сигнала спутника. При этом основной вклад вносят шумовые и динамические погрешности схем слежения за задержкой огибающей и несущей сигналов НКА. Их значение в целом оцениваются величиной в несколько десятков (20 – 30) сантиметров.

Соотношение между погрешностями определения первичных и вторичных навигационных параметров зависит от геометрии взаимного расположения НКА и подвижного объекта, в качестве количественной меры которого используется коэффициент геометрии – геометрический фактор K_G (GDOP – геометрический фактор ухудшения местоопределения).

Геометрический фактор может быть представлен в виде:

$$K_G^2 = K_{GP}^2 + K_{GT}^2 \quad (23.25)$$

где K_{GP} – пространственный коэффициент для трехмерных координат (PDOP – Position Dilution of Precision);

K_{GT} – временной коэффициент (TDOP – Time Dilution of Precision).

Пространственный коэффициент геометрии, в свою очередь, можно разделить на две составляющие, характеризующие точность определения места подвижного объекта в горизонтальной и вертикальной плоскостях:

$$K_{GP}^2 = K_{GH}^2 + K_{GV}^2 \quad (23.26)$$

где K_{GH} – горизонтальный (HDOP – Horizontal Dilution of Precision) коэффициент для двухмерных координат;

K_{GV} – вертикальный (VDOP – Vertical Dilution of Precision) коэффициент для вертикальных координат.

Так как наиболее важной характеристикой является точность определения координат места судна, то в оценке его точности наиболее часто используются K_{GH} (HDOP).

В случае судовождения минимальное значение $K_{GH} = 1,63$ достигается тогда, когда один НКА находится в зените, а три других равномерно расположены в горизонтальной плоскости.

Конфигурация орбитальной группировки GPS такова, что она с вероятностью 0,999 обеспечивает в глобальном масштабе видимость в любой момент времени четырех и более НКА. При этом четыре НКА обеспечивают $PDOP \leq 6$, $HDOP = 1,5$, а $VDOP = 2,2$.

Значения геометрических факторов, обеспечиваемых орбитальной группировкой ГЛОНАСС и вероятности видимости P_N заданного числа НКА приведены в таблице 23.4.

Геометрические факторы	Значения факторов при числе видимых НКА					
	4	5	6	7	8	9
P_N	1	1	1	1	0,91	0,58
HDOP, $K_{ГГ}$	1,41	1,26	1,15	1,03	0,95	0,89
VDOP, $K_{ГВ}$	2,0	1,75	1,7	1,61	1,6	1,55
TDOP, $K_{ГТ}$	1,13	1,03	1,03	0,95	0,93	0,91
PDOP, $K_{ГП}$	2,45	2,16	2,05	1,91	1,86	1,79
GDOP, $K_{Г}$	2,69	2,39	2,3	2,13	2,08	2,01

Точность определения места судна может быть рассчитана по формуле:

$$M = \sigma_{\text{ДАЛ}} \cdot K_{Г} \tag{23.27}$$

Геометрический фактор рассчитывается в приемнике, а его значение высвечивается на дисплее НАП. Однако рассчитать погрешность измерения псевдодальностей вручную – весьма сложная задача и в реальных условиях это не делается.

Для целей судовождения она принимается равной 16 м.

Радиальная (круговая) СКП определения места судна по трем НКА может быть рассчитана по приближенной формуле:

$$M_{\text{O}} = m_{\text{D}} \cdot \text{sech}_{\text{CP}} \cdot \sqrt{\frac{3}{\sum \sin^2 \Delta A}} \approx m_{\text{D}} \cdot \Gamma \tag{23.28}$$

где m_{D} – СКП определения расстояния до НКА;

h_{CP} – средняя угловая высота НКА;

ΔA – разность азимутов между парами НКА.

Выражение

$$\text{sech}_{\text{CP}} \cdot \sqrt{\frac{3}{\sum \sin^2 \Delta A}} = \Gamma \tag{23.29}$$

– характеризует геометрические условия наблюдений (геометрический фактор HDOP).

При работе по трем НКА HDOP имеет минимальное значение ($\Gamma = 1,45$), если все 3 НКА размещены одинаково низко над горизонтом, образуя равносторонний треугольник с $\Delta A \approx 120^\circ$.

Погрешность обсервации пропорциональна величине Γ (рис. 23.12).

Величина Γ вычисляется при обсервациях один раз в течении 5÷10 минут.

Для точных обсерваций $1,5 < \Gamma < 5$. При $\Gamma > 10$ место получается менее точно.

Если на дисплее ПИ вместо цифрового значения Γ высвечивается его буквенная характеристика, то это означает:

A – высокая точность;

B – хорошая точность;

C – удовлетворительная точность;

D – плохая точность.

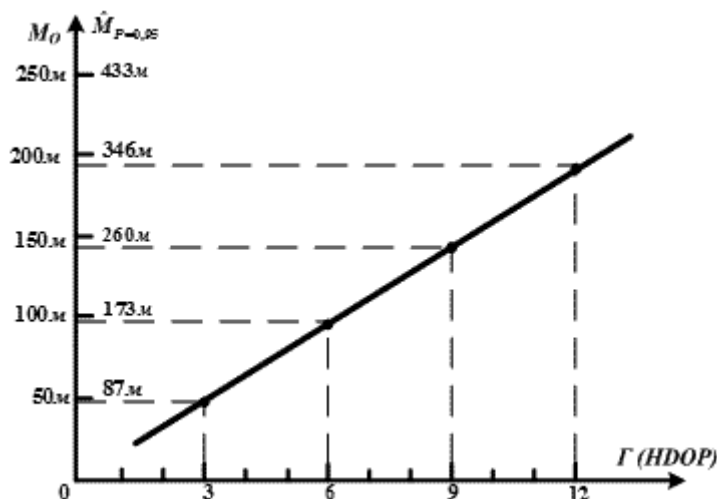


Рис. 23.12. Погрешность обсервации по ГНСС

Объявленная точность СНС GPS для режима $C/A - \hat{M}_0 = 100 \text{ м}$ ($P = 0,95$), а для режима $P - M_0 = 50 \text{ м}$ ($P = 0,95$) и практика подтверждает эти точности.

Следует иметь в виду, что при использовании СНС GPS (США), могут иметь место погрешности из-за несоответствия геодезической основы карты и параметров референц-эллипсоида, принятого для расчета в судовом приемоиндикаторе.

Поэтому перед нанесением обсервованной точки на путевую МНК, полученные с ПИ координаты (φ_0, λ_0) должны быть исправлены поправками за расхождение геодезических систем судового ПИ и путевой МНК.

Поправки к координатам даются на карте в следующей форме:

– для перехода от WGS-84 к карте: $\Delta\varphi = 0,05' \text{ к } S$, $\Delta\lambda = 0,09' \text{ к } E$.

(Во многих типах судовых ПИ есть программы пересчета координат из геодезической системы ПИ WGS-84 в геодезическую систему карты).

Выводы

1. Искусственный спутник Земли (ИСЗ) – искусственно созданное небесное тело, обращающееся вокруг Земли только под действием силы ее притяжения, без участия каких-либо других сил.
2. Орбита ИСЗ – траектория его движения относительно центра Земли. Плоскость орбиты всегда проходит через центр Земли.
3. Малый круг в пределах которого могут приниматься радиосигналы ИСЗ называется зоной радиовидимости.
4. Координаты ИСЗ на любой момент времени определяются по формулам сферической тригонометрии.
5. Необходимым элементом СНС, основанной на использовании НКА, является комплекс наземных станций – наземный контрольно-измерительный комплекс.
6. Определение места судна по НКА сводится к отысканию точки пересечения линий положения на поверхности земного сфероида.
7. Место судна в море при помощи НКА можно определить измеряя расстояния до НКА, направления на НКА в горизонтной системе координат, разность расстояний до нескольких последовательных положений НКА на орбите, скорость и ускорение сближения с НКА.
8. Доплеровский метод определения линии положения при помощи НКА можно осуществить дифференциальными или траверзными способами.
9. Методами определения места судна с помощью навигационных спутников являются дальномерный, псевдодальномерный, разностно-дальномерный и радиально-скоростной.
10. В составе современных ГНСС (и «ГАЛИЛЕО» ЕС в перспективе) второго поколения ГЛОНАСС (РФ) и GPS (США) функционируют три основные подсистемы: 1) подсистема навигационных космических аппаратов (НКА) – космический сегмент; 2) подсистема контроля и управления – наземный командно-измерительный комплекс (КИК) – сегмент управления; 3) подсистема навигационной аппаратуры потребителей (НАП) – судовые приемоиндикаторы.
11. Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС) предназначена для непрерывного и высокоточного определения координат места различных объектов, их курса и скорости, в любой точке Земли или околоземного пространства в любое время суток и в любую погоду.
12. Точность определения координат места судна с помощью ГНСС находится в пределах 100 м для вероятности 0,95, а при приеме и обработке сигналов дифференциальных поправок не более 10 м для вероятности 0,95.

ГЛАВА 24. ВЕРОЯТНЕЙШЕЕ МЕСТО И РАСЧЕТ БЕЗОПАСНОГО ПУТИ СУДНА

24.1. Отыскание вероятнейшего места судна и расчет его точности

Как следует поступать в тех случаях, когда практически на одно и то же время получено различными способами не одно, а несколько обсервованных мест и все они (и счислимое место в том числе) распределены на какой-то площади (рис. 24.1).

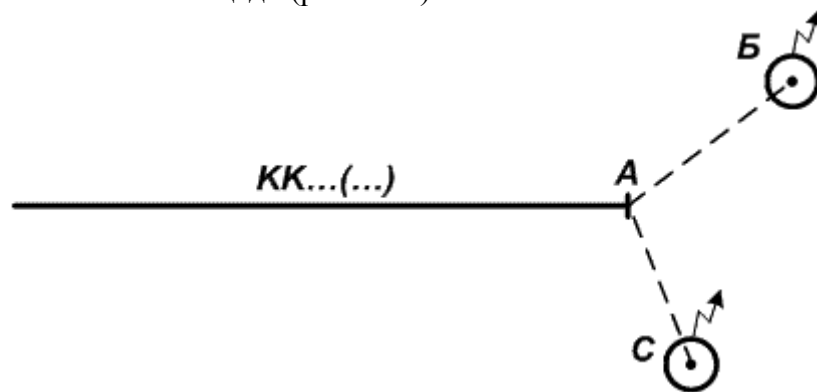


Рис. 24.1. Распределение мест судна (вариант)

Какому из этих мест отдать предпочтение и взять за исходное место для дальнейшего счисления пути судна?

В подобном случае нельзя однозначно отдавать предпочтение конкретно какому-либо из имеемых мест (A, B или C). В таких случаях необходимо произвести объединение всех этих мест и отыскать **вероятнейшее** место, которое будет иметь более высокую точность, чем каждое, отдельно взятое из этих мест (и в этом мы убедимся далее).

Для нахождения на путевой МНК вероятнейшего места и расчета его точности необходимо (рис. 24.2):

1. Нанести на карту счислимое место (точка A) на время последней обсервации и обсервованные места (B – на момент времени T_1 и C – на момент времени T_2).
2. Привести обсервованные места к одному (как правило – последнему) моменту времени ($B \rightarrow B'$). Таким образом, все полученные места A, B' и C будут соответствовать одному моменту времени – T_2 .
3. Рассчитать радиальную (круговую) СКП каждого из этих мест ($M_{счA} = 1,0$ мили, $M_{обB} = 0,7$ мили, $M_{обC} = 0,7$ мили).
4. Рассчитать **вес** каждого места.

Вес P – величина безразмерная и характеризует степень доверия к месту. Чем больше *вес* места, тем оно достовернее, тем оно точнее.

Математически *вес* места определяется формулой:

$$P = \frac{1}{M^2}, \quad (24.1)$$

где M – радиальная (круговая) СКП места судна ($M_{сч}$ или M_0), для которого рассчитывается его *вес*.

Для нашего примера:

- место A $\rightarrow M_{счA} = 1,0$ мили $\rightarrow P_A = \frac{1}{(1,0)^2} = 1,0;$

- место B $\rightarrow M_{обB} = 0,7$ мили $\rightarrow P_B = \frac{1}{(0,7)^2} \approx 2,0;$

- место C $\rightarrow M_{обC} = 0,7$ мили $\rightarrow P_C = \frac{1}{(0,7)^2} \approx 2,0.$

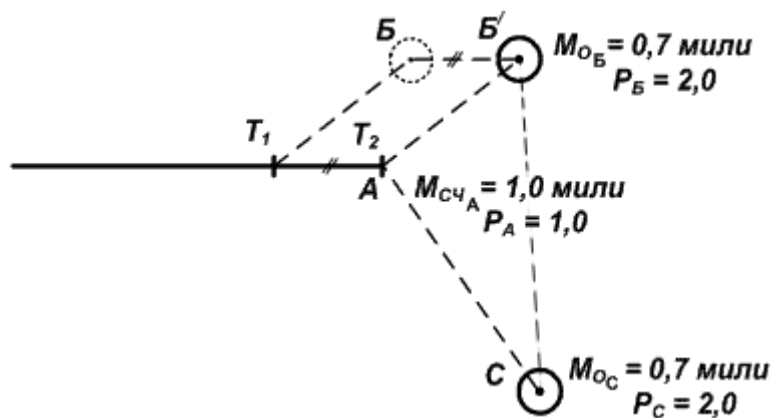


Рис. 24.2. Приведение мест к одному моменту

5. Соединить места A и B' (или A и C , или B' и C) отрезком прямой AB (AC , $B'C$).

Представим, что отрезок AB (рис. 24.3) является рычагом весов, с обоих концов которого подвешены грузы весом:

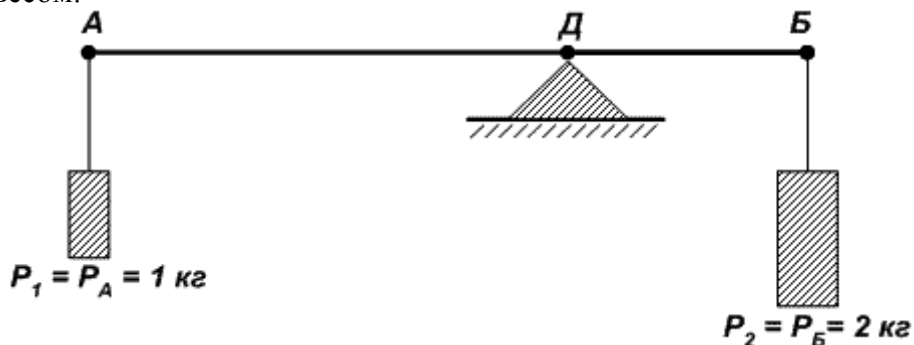


Рис. 24.3. Соотношение плеч и весов

- в точке $A \rightarrow P_1 = P_A = 1 \text{ кг}$ и
- в точке $B \rightarrow P_2 = P_B = 2 \text{ кг}$.

Для равновесного положения рычага AB точку опоры (точку D) надо выбрать так, чтобы плечи AD и DB были обратно пропорциональны весу подвешенных грузов. Точка опоры (точка равновесия D) будет всегда ближе к более тяжелому грузу, а к точке опоры (точке D) будет приложен суммарный вес грузов $P_D = P_A + P_B = 3 \text{ кг}$.

Именно в этом и заключается принцип **центрографического приема**, суть которого: «... для отыскания вероятнейшего места нужно отрезок AB разделить на части, обратно пропорциональные весам точек A и B . Вес равновесной точки равен сумме весов точек A и B ...»

Делается это так (рис. 24.4):

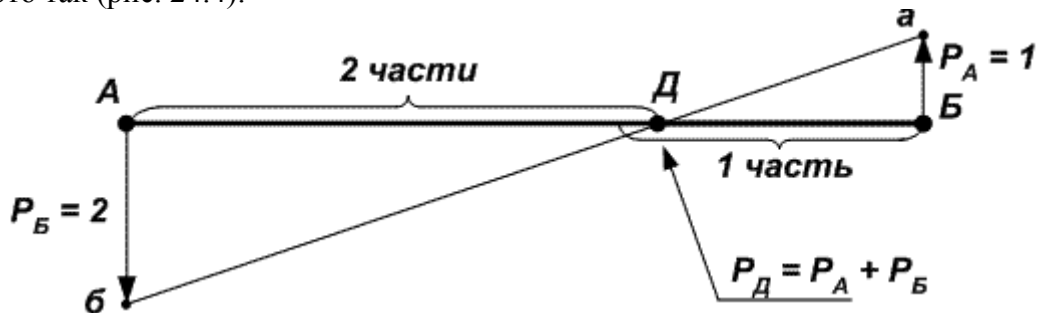


Рис. 24.4. Центрографический прием отыскания вероятнейшего места

- из точки A перпендикулярно отрезку AB проводится линия (вверх или вниз безразлично), на которой откладывается отрезок Ab , равный весу точки $B \rightarrow P_B$ в произвольно принятом масштабе ($P_B = 2,0 - 2 \text{ см}$);

- из точки B параллельно Ab ($\perp AB$), но в обратную сторону, проводится линия, на которой откладывается отрезок Ba , равный весу точки $A \rightarrow P_A = 1,0$ – в том же масштабе, что и P_B ($Ba \sim P_A = 1,0 \sim 1 \text{ см}$);
- соединяются точки b и a прямой линией ab . Точка пересечения линии ab с отрезком AB даст вероятнейшее из 2-х мест (A и B) место \rightarrow точку D . Вес этого места D равен сумме весов P_A и P_B , т.е. $P_D = 3,0$.

...или так (рис. 24.5):

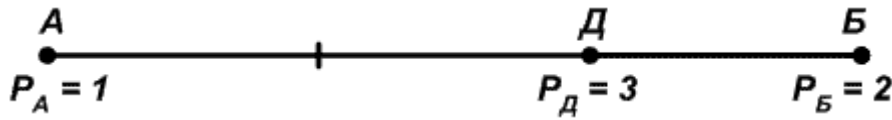


Рис. 24.5. Отыскание вероятнейшего места обратно-пропорциональным методом

- рассчитывается суммарный вес двух мест (A и B), из которых определяется вероятное место: $P_D = P_A + P_B = 3$;
- отрезок AB разбивается на число частей равных весу P_D (на 3 части);
- находится точка D , как отстоящая от точки B на 1 часть, а от точки A – на 2 части (обратно пропорционально весам мест A и B).

Полученная точка D и есть вероятнейшее место из 2-х мест A и B , принятых к осреднению.

Следует помнить, что вероятнейшее место будет всегда ближе к месту, имеющему больший вес.

Если веса мест одинаковы ($P_A = P_B$), то вероятнейшее место находится посередине отрезка AB .

Если к осреднению принимается еще и 3-е место (точка C), то далее поступают следующим образом (рис. 24.6):

- соединяются прямой линией места D и C ;
- рассчитывается суммарный вес этих двух мест: $P_F = P_D + P_C = 5,0$;
- отрезок DC разбивается на число частей, равных P_F (5 частей);
- находится точка F , как отстоящая от точки C на 3 части, а от точки D – на 2 части (обратно пропорционально весам мест D и C).

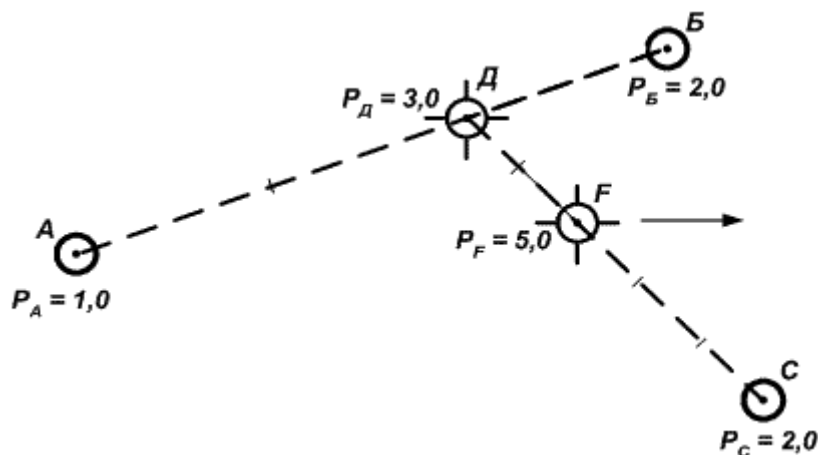


Рис. 24.6. Нахождение вероятнейшего места из трех мест

Полученная таким образом точка F и будет вероятнейшим местом из всех 3-х мест, принятых к осреднению.

Именно из этой точки на путевой МНК необходимо осуществлять дальнейшее счисление пути судна.

Вероятнейшее место на МНК условно обозначается как «  ».

Вес этого места (F) равен сумме весов всех мест, принятых к осреднению ($P_F = P_A + P_B + P_C = 5$).

Радиальная (круговая) СКП вероятнейшего места рассчитывается по формуле:

$$M_B = \frac{1}{\sqrt{\Sigma P}}, \text{ МИЛИ} \quad (24.2)$$

где ΣP – сумма весов мест, принятых к осреднению.

Для нашего примера $M_B = \frac{1}{\sqrt{5}} = 0,45 \approx 0,5$ (мили) и стало очевидно, что радиальная (круговая) СКП вероятнейшего места ($M_B = 0,5$ мили) будет всегда меньше наименьшей радиальной (круговой) СКП принятых к осреднению мест (0,7 мили) → см. табл. 24.1.

Радиальная погрешность осредненного места
(из табл. 4.17. «МТ-2000»)

Таблица 24.1.

M_1	M_2									M_1	
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0		
Радиальная погрешность (M_B)											
0,2	0,14	0,18	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,2
0,4	0,18	0,28	0,33	0,36	0,37	0,39	0,39	0,39	0,39	0,40	0,4
0,6	0,19	0,33	0,42	0,48	0,51	0,56	0,57	0,58	0,58	0,59	0,6
0,8	0,19	0,36	0,48	0,57	0,62	0,71	0,74	0,76	0,76	0,77	0,8
1,0	0,20	0,37	0,51	0,62	0,71	0,83	0,89	0,93	0,93	0,95	1,0
1,5	0,20	0,39	0,56	0,71	0,83	1,06	1,20	1,29	1,29	1,34	1,5
2,0	0,20	0,39	0,57	0,74	0,89	1,20	1,41	1,56	1,56	1,66	2,0
2,5	0,20	0,39	0,58	0,76	0,93	1,29	1,56	1,77	1,77	1,92	2,5
3,0	0,20	0,40	0,59	0,77	0,95	1,34	1,66	1,92	1,92	2,12	3,0

Примечание:

Размерность величин M_1 , M_2 , и M_B одинакова.

Пример: Определить радиальную СКП вероятнейшего места судна, полученного путем осреднения счислимого и обсервованного мест, оцениваемых радиальными СКП: $M_1 = 1,5$ мили, $M_2 = 3,0$ мили.

Решение: По $M_1 = 1,5$ мили и $M_2 = 3,0$ мили из таблицы выбираем $M_B = 1,34$ мили $\approx 1,3$ мили.

Из практики судовождения принято, что:

- если радиальная (круговая) СКП одного из мест (счислимого или обсервованного) в 3 и более раза превышает наименьшее значение радиальной (круговой) СКП из всех других мест принимаемых к осреднению, то данное место из осреднения исключается.

На рис. 24.7 вероятнейшее место F определено осреднением 3-х обсервованных мест (B , C и D), а счислимое место A из осреднения исключено, т.к. его СКП ($M_{счA} = 3,2$ мили) более чем в 3 раза превышает наименьшую СКП из всех имеемых мест ($M_{од} = 0,6$ мили).

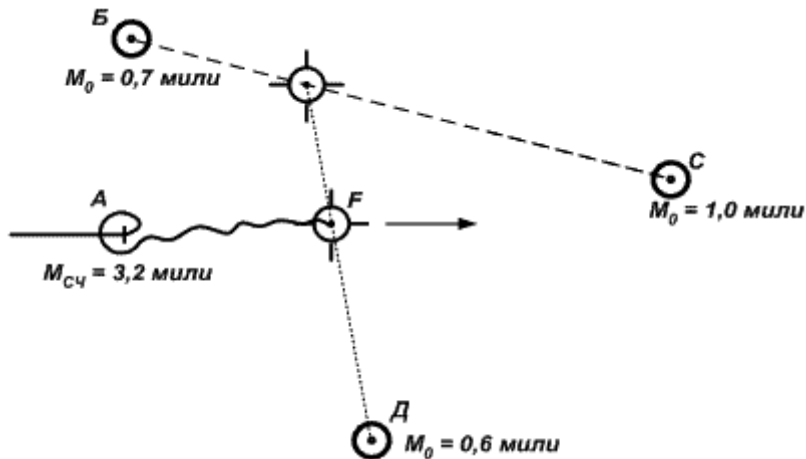


Рис. 24.7. Нахождение вероятнейшего места из четырех мест

Задача: Дано: $M_{Cч} = 3,4$ мили, $M_{01} = 6,4$ мили, $M_{02} = 2,7$ мили, $M_B = ?$

Решение: $P_{Cч} = 0,087$, $P_{01} = 0,024$, $P_{02} = 0,137$, $\Sigma P_C = 0,248$

$$M_B = \frac{1}{\sqrt{\Sigma P}} = \frac{1}{\sqrt{0,248}} = \frac{1}{0,498} = 2,01 \approx 2,0 \text{ мили.}$$

Задачи на расчет вероятнейшего места судна (для МНК № 3207 или № 32106)

Рассчитать значения координат вероятнейшего места судна (φ_B , λ_B) и его радиальную СКП (M_B), если это вероятнейшее место получено усреднением двух обсерваций и счислимого места судна (данные для расчета → см. условия задач 1÷10).

№ зад.	Условие							Ответ		
	φ_c	λ_c	$M_{сч}$, мили	$C_1 = \dots^\circ - \dots$ мили	M_{01} , мили	$C_2 = \dots^\circ - \dots$ мили	M_{02} , мили	φ_B	λ_B	M_B , мили
1	44°03,0'N	37°10,0'E	1,0	45° - 2,0мили	0,7	135°-3,0мили	0,7	44°02,6'N	37°12,0'E	0,4
2	44°04,0'N	37°45,0'E	2,0	290°-3,0мили	1,0	230°-2,0мили	1,0	44°04,0'N	37°42,3'E	0,7
3	43°55,0'N	37°18,0'E	1,0	90° - 3,0мили	1,0	50° - 2,0мили	1,0	43°55,4'N	37°20,2'E	0,6
4	44°10,0'N	37°23,0'E	2,0	300°-3,0мили	0,7	240°-2,6мили	1,0	44°10,4'N	37°19,7'E	0,6
5	44°08,0'N	37°25,0'E	1,0	20° - 2,0мили	0,7	90° - 2,0мили	0,7	44°28,9'N	37°26,4'E	0,4
6	44°17,0'N	37°23,0'E	0,7	40° - 2,0мили	1,0	100°-2,0мили	1,0	44°17,2'N	37°24,2'E	0,5
7	44°25,0'N	37°40,0'E	1,0	30° - 2,0мили	0,7	90° - 2,0мили	0,7	44°25,8'N	37°41,8'E	0,4
8	44°17,0'N	37°42,0'E	0,7	60° - 2,0мили	0,5	110°-2,0мили	0,5	44°17,1'N	37°44,4'E	0,3
9	44°13,0'N	37°34,0'E	1,0	280°-3,0мили	0,5	250°-2,0мили	0,7	44°13,0'N	37°30,9'E	0,4
10	44°11,0'N	37°08,0'E	2,0	80° - 2,4мили	1,0	0° - 2,2мили	1,0	44°12,0'N	37°09,4'E	0,7

24.2. Исключение фигуры погрешностей

24.2.1. Общие положения

Точка пересечения двух линий положения соответствует действительному месту судна лишь с какой-то вероятностью $P\%$.

Если в процессе определения места судна были допущены промахи (или в измерениях, или в расчетах), то обнаружить эти промахи просто невозможно, так как 2 ЛП всегда пересекутся в одной точке (рис. 24.8).

Поэтому, для получения более точного и надежного обсервованного места судна, необходимо иметь не 2, а 3 или 4 ЛП, которые или пересекутся в одной точке (рис. 24.9) или, под влиянием неучтенных погрешностей, образуют фигуру погрешностей abc (рис. 24.10).

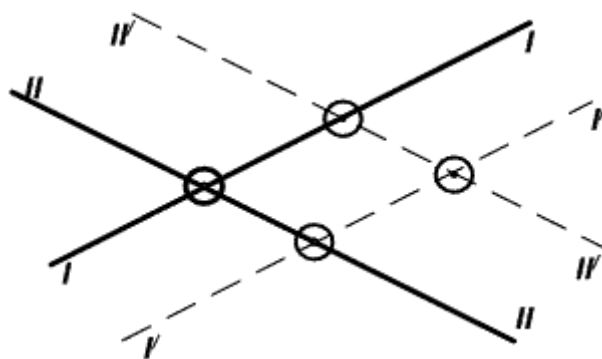


Рис. 24.8. Пересечение двух линий положения

Появление фигуры погрешностей и ее размеры уже позволяют обнаружить – есть промахи или их нет – и принять меры для их исключения или уменьшения (проверить расчеты, повторить наблюдения).

Три или четыре ЛП обеспечивают более высокую точность и надежность обсервованного места и, по возможности, следует стремиться определять место минимум по 3-м ЛП, т.е. получить **полноценную обсервацию**.

Для качественного решения этой задачи очень важным является оптимальный подбор ориентиров для определения места и отыскание вероятнейшего места, т.е. такой точки в фигуре погрешности, которая ближе всего располагается к действительному (фактическому) месту судна.

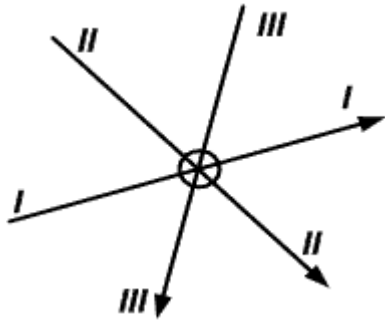


Рис. 24.9. Пересечение трех линий положения неотягощенных погрешностями

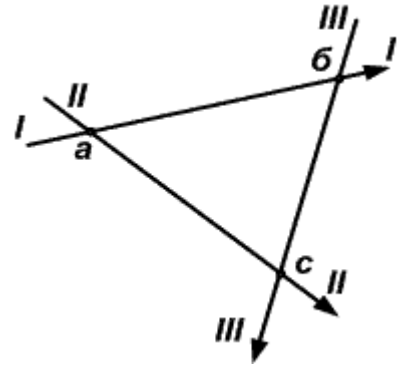


Рис. 24.10. Пересечение трех линий положения отягощенных погрешностями

Ориентиры, для определения места судна, подбирают, по возможности, по всему горизонту, т.е. через $\sim 120^\circ$ (если 3 ЛП) и через $\sim 90^\circ$ (если 4 ЛП), т.е. линии положения при прокладке их на путевой карте должны пересекаться под углами $\sim 120^\circ$ (3 ЛП) или $\sim 90^\circ$ (4 ЛП).

Если при построении на путевой карте, линии положения образуют фигуру погрешности, со стороны $< 0,5$ мили (при плавании в прибрежных водах) или $1-1,5$ мили (при плавании в открытом море), то вероятнейшее место судна находят «глазомерно» в центре фигуры погрешности.

Если же размеры фигуры погрешности превышают указанные выше значения, необходимо определять вероятнейшее место судна.

24.2.2. Исключение фигуры погрешностей методом биссектрис

Метод биссектрис применяется при обсервациях по однородным линиям положения (например: 3 визуальных пеленга).

Если ориентиры находятся по одну сторону горизонта (разность между крайними пеленгами менее 180°), то вероятнейшее обсервованное место может находиться вне фигуры погрешностей и, в этом случае, следует повторить наблюдения.

Если ориентиры расположены по всему горизонту, то вероятнейшее место находится внутри фигуры погрешностей в точке пересечения биссектрис внутренних углов (рис. 24.11).

При определении места судна по высотам 3-х светил для отыскания вероятнейшего места при получении фигуры (треугольника) погрешностей используют правило освещенности сторон «...вероятнейшее место находится в точке пересечения биссектрис углов вершин треугольника, стороны которого имеют одинаковую освещенность...».

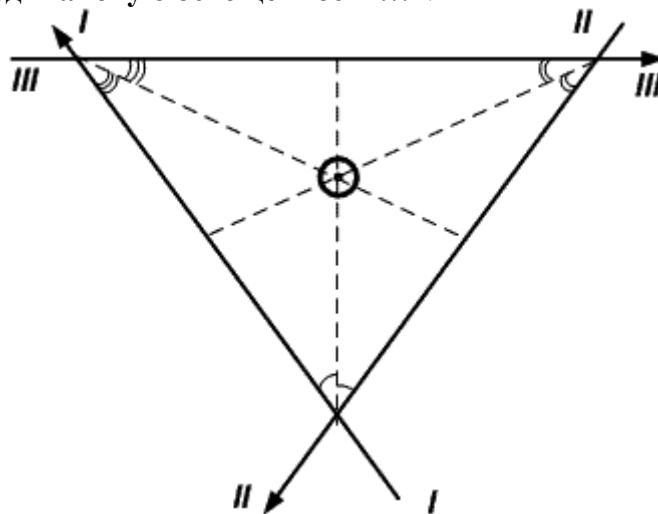


Рис. 24.11. Нахождение вероятнейшего места судна при расположении ориентиров по всему горизонту

На рис. 24.12 место судна определено по 3-м звездам и все они находятся по одну сторону горизонта (с правого борта). Внутренние углы треугольника (их стороны) имеют разную освещенность, поэтому, по правилу освещенности вероятное место судна внутри фигуры находиться не может (если не исключаются систематические погрешности, т.к. при наличии только случайных погрешностей вероятное место будет внутри фигуры на пересечении противомедиан).

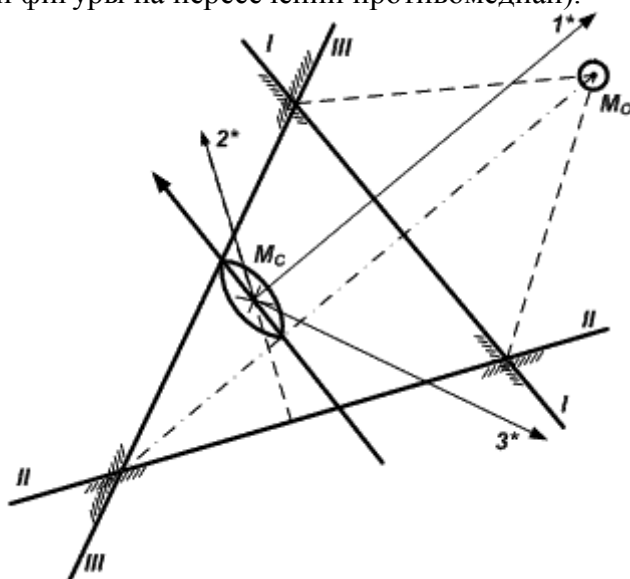


Рис. 24.12. Нахождение вероятнейшего места при расположении ориентиров по одну сторону горизонта

На рис. 24.13 место судна определено по 3-м звездам, расположенным по всему горизонту.

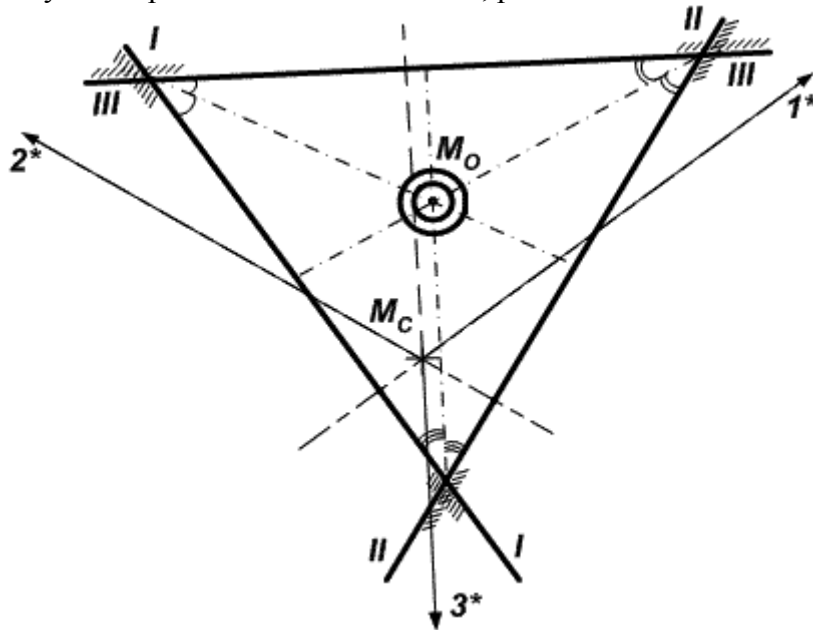


Рис. 24.13. Нахождение вероятнейшего места при расположении ориентиров по всему горизонту

Стороны внутренних углов фигуры (треугольника) погрешностей имеют одинаковую освещенность, и вероятнейшее место в этом случае находится внутри фигуры на пересечении биссектрис внутренних углов. Причем это будет справедливо и при наличии только случайных погрешностей (точка пересечения противомедиан).

Для оценки точности полученного места можно использовать приближенную формулу

$$M_{03лп} \approx M_{02лп} \quad (24.3)$$

где $M_{02лп}$ – радиальная (круговая) СКП, рассчитанная для 2-х линий положения, угол пересечения которых ближе всего к 90° .

Радиальную (круговую) СКП obserвованного по 4-м линиям положения можно определить по приближенной формуле:

$$M_{0\text{ЛП}} \approx m_{\text{ЛП}} \quad (24.4)$$

где $m_{\text{ЛП}}$ – СКП линии положения.

24.2.3. Отыскание вероятнейшего места в фигуре погрешностей центрографическим методом

Центрографический метод применяется в том случае, когда obserвованное место определяют по разнородным линиям положения (визуальный пеленг и радиопеленг, радиопеленг и высота светила и т.д.), т.е. когда погрешности линий положения различны.

В этом случае каждая вершина фигуры погрешности рассматривается как отдельно взятое место. Схема решения задачи показана на рис. 24.14.

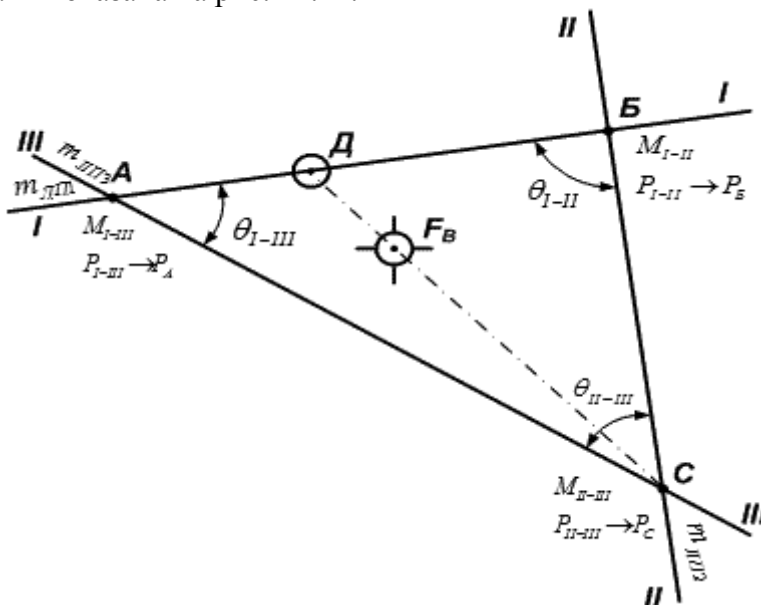


Рис. 24.14. Нахождение вероятнейшего места в фигуре погрешностей центрографическим методом

1. Измеряются углы пересечения линий положения у каждой вершины фигуры погрешности (θ) и рассчитываются СКП каждой линии положения ($m_{\text{ЛП}}$).
2. По формуле:

$$M_0 = \frac{\sqrt{m_{\text{ЛП}1}^2 + m_{\text{ЛП}2}^2}}{\sin \theta} \quad (24.5)$$

3. рассчитывают радиальную (круговую) СКП каждой вершины фигуры погрешности (точка $A \rightarrow M_{I-III}$, точка $B \rightarrow M_{I-II}$, точка $C \rightarrow M_{II-III}$).
4. По формуле (24.1) ($P = \frac{1}{M^2}$) рассчитываются веса вершин углов фигуры погрешности ($P_{I-III} \rightarrow$ точка A , $P_{I-II} \rightarrow$ точка B , $P_{II-III} \rightarrow$ точка C).
5. На одной из сторон фигуры погрешности (например: стороне AB) центрографическим приемом определяется средневесовое место (D_{AB}). Вес полученного места будет равен сумме весов вершин A и B ($P_D = P_A + P_B$).
6. Применяв центрографический прием к средневесовому месту точки D и вершине C , определяется новое средневесовое место точка F_B , которое и будет вероятнейшим obserвованным местом в фигуре погрешности. Вес этого места будет равен сумме весов всех вершин фигуры погрешности ($P_F = P_A + P_B + P_C = P_D + P_C$).
7. По формуле (24.2) ($M_B = \frac{1}{\sqrt{\Sigma P}}$) рассчитывается значение радиальной (круговой) СКП вероятнейшего места судна.

Задача. При определении места судна по 3-м линиям положения получили на путевой карте фигуру погрешности (рис. 24.15). Центрографическим методом определить вероятнейшее место в фигуре погрешности и рассчитать его точность.

Решение:

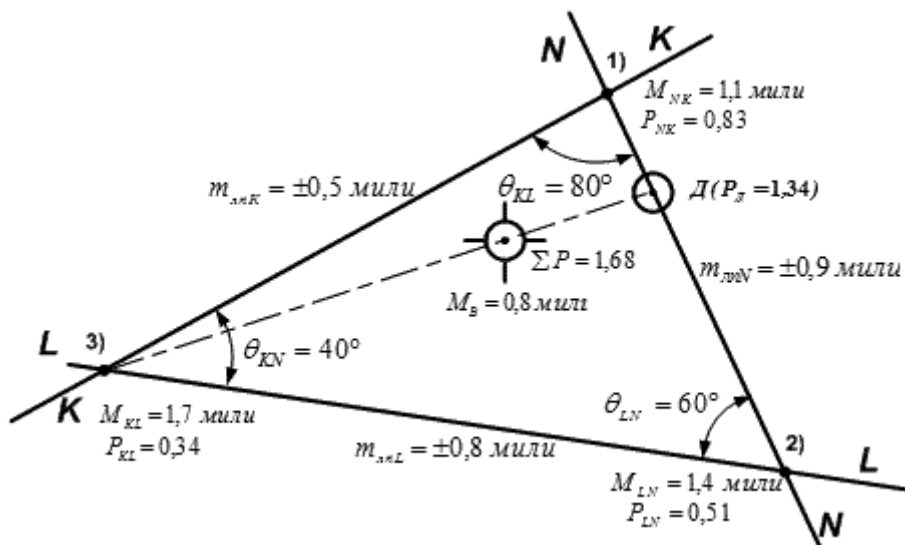


Рис. 24.15. Примеры нахождения вероятного места центрографическим методом

1. Рассчитали СКП линий положения: $m_{\text{ЛНК}} = 0,5$ мили; $m_{\text{ЛЛН}} = \pm 0,8$ мили; $m_{\text{ЛЛН}} = \pm 0,9$ мили.
2. Измерили углы θ под которыми пересекаются эти линии положения: $\theta_{\text{КЛ}} = 40^\circ$; $\theta_{\text{КН}} = 80^\circ$; $\theta_{\text{ЛН}} = 60^\circ$.
3. По формуле (24.5) рассчитали значения M_O вершин углов: 1) $M_{\text{НК}} = 1,1$ мили; 2) $M_{\text{ЛН}} = 1,4$ мили; 3) $M_{\text{КЛ}} = 1,7$ мили.
По формуле (24.1) рассчитали веса вершин углов фигуры погрешности: 1) $P_{\text{НК}} = 0,83$; 2) $P_{\text{ЛН}} = 0,51$; 3) $P_{\text{КЛ}} = 0,34$.
4. Центрографическим приемом определили вероятнейшее место в фигуре погрешности и рассчитали его вес.
5. По формуле (24.2) ($M_B = \frac{1}{\sqrt{\Sigma P}}$) рассчитали радиальную (круговую) СКП этого вероятнейшего места

$$\left. \begin{array}{l} M_{\text{НК}} = 1,1 \text{ мили} \quad P_{\text{НК}} = 0,83 \\ M_{\text{КЛ}} = 1,7 \text{ мили} \quad P_{\text{КЛ}} = 0,34 \\ M_{\text{ЛН}} = 1,4 \text{ мили} \quad P_{\text{ЛН}} = 0,51 \end{array} \right\} \Sigma P = 1,68 \quad M_B = \frac{1}{\sqrt{1,68}} = \frac{1}{1,30} = 0,77 \approx 0,8 \text{ мили.}$$

24.3. Выбор безопасного пути судна с учетом точности его плавания

При плавании судна в море, довольно часто возникает необходимость рассчитать – на каком расстоянии следует пройти навигационную опасность, чтобы безопасно разойтись с ней с заданной вероятностью $P_{\text{зад}}$.

Судну, следующему курсом KK_1 , необходимо безопасно пройти навигационную опасность (точка А), оставив ее с левого борта на $D_{\text{без}} = M_c P_{\text{зад}}$ (95%).

Рассмотрим решение этой задачи (рис. 24.16).

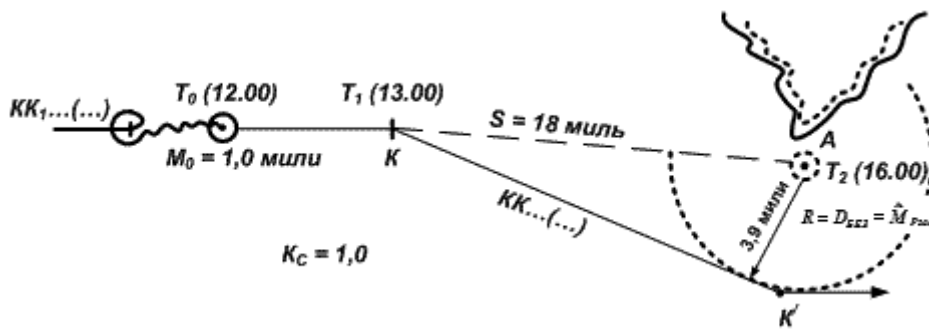


Рис. 24.16. Расчет курса на расхождение с навигационной опасностью с заданной вероятностью

Для решения этой задачи необходимо:

- исходную (упреждающую) точку K , в которой предполагается изменить курс для безопасного расхождения с навигационной опасностью, соединить с навигационной опасностью (точкой A);
- снять с путевой карты расстояние от исходной точки K до навигационной опасности A ($S = 18,0$ мили);
- рассчитать, сколько потребуется времени, чтобы судно, следуя заданной скоростью ($V = 6,0$ уз.)

прошло это расстояние ($S = 18,0$ мили): $t_1 = \frac{S}{V} = \frac{18,0}{6,0} = 3 \text{ часа}$;

- рассчитать судовое время прихода в точку A : $T_2 = T_1 + t_1 = 13,00 + 3,00 = 16,00$;
- рассчитать время плавания по счислению, т.е. время плавания судна от последней, принятой к счислению, обсервации (точки T_0) до точки A : $t = T_2 - T_0 = 16,00 - 12,00 = 4$ часа;
- по формуле: $M_{сч} = K_C \cdot \sqrt{t}$ (если $t > 2$ ч), или по формуле: $M_{сч} = 0,7 \cdot K_C \cdot t$ (если $t \leq 2$ ч) рассчитать радиальную (круговую) СКП счисления: $M_{сч} = 1,0 \cdot \sqrt{4} = 2,0$ мили; ($K_C = 1,0$)
- по формуле: $M_{сч} = \sqrt{M_0^2 + M_{сч}^2}$ рассчитать радиальную (круговую) СКП счислимого места, которую будет иметь судно в точке A : $M_{сч} = \sqrt{(1,0)^2 + (2,0)^2} = \sqrt{5} = 2,24$ мили;
- по формуле $\hat{M}_{Fzad} = K_{P2} \cdot M_{сч}$ рассчитать предельную (с заданной вероятностью) радиальную погрешность счислимого места судна для точки A : $\hat{M}_{F-95\%} = 1,73 \cdot 2,24 = 3,88$ мили $\approx 3,9$ мили ;

Коэффициент по заданной вероятности

Таблица 24.2

$P_{зад}$	0,30	0,50	0,60	0,63	0,70	0,80	0,90	0,95	0,96	0,98	0,99	0,993	0,997	0,999
K_{P2}	0,6	0,83	0,96	1,0	1,1	1,27	1,53	1,73	1,8	2,0	2,15	2,23	2,41	3,0

- от навигационной опасности (точки A) провести на путевой МНК дугу окружности радиусом $R = \hat{M}_{Fzad} = D_{без}$ (для нашего примера $D_{без} = 3,88$ мили $\approx 3,9$ мили);
- от исходной точки K провести касательную к окружности и снять ее направление – искомый истинный курс $ИК$, которым судно пройдет навигационная опасность в $D_{без} = \hat{M}_{Fzad}$ (3,9 мили);
- рассчитать значение компасного курса: $КК = ИК - \Delta K$ и, в момент прихода судна в исходную точку K – задать его рулевому;
- рассчитать время, когда судно может (после прохода навигационной опасности на $D_{без}$) лечь на прежний курс $КК_1 \rightarrow$ в точке K' .

24.4. Расчет периодичности определения места судна для обеспечения заданной точности плавания

При необходимости узнать – через какое время необходимо определять место судна в заданном районе, чтобы погрешность текущего места не превысила бы какую-то заданную (допустимую) погрешность ($M_{зад}$) с заданной вероятностью, поступают следующим образом (рис. 24.17):

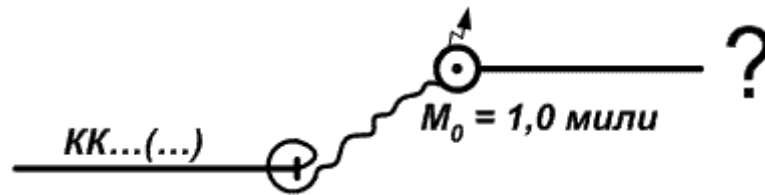


Рис. 24.17. Расчет периодичности определения места

- уточняют заданную предельную радиальную (круговую) погрешность места судна в данном районе $\hat{M}_{Рзад}$ с заданной вероятностью ($P_{зад}$);
- по формуле:

$$M_{Счдоп} = \frac{\hat{M}_{Рзад}}{K_{P2}} \quad (24.6)$$

- рассчитывают допустимую радиальную СКП счисления (счислимого) места судна $M_{Счдоп}^*$;
- по формуле:

$$M_{Стдоп} = \sqrt{M_{доп}^2 - M_0^2} \quad (24.7)$$

- рассчитывают допустимую радиальную СКП счисления $M_{Сдоп}^{**}$, где M_0 – радиальная СКП последнего, принятого к счислению обсервованного места (при $M_{доп} = 2,0$ мили и $M_0 = 1,0$ мили $\rightarrow M_{Сдоп} = 1,73$ мили);
- по формуле:

$$t_{доп} = \frac{M_{Стдоп}^2}{K_C^2} \quad (24.8)$$

- рассчитывают допустимое время плавания по счислению – $t_{доп}$ (при $M_{Сдоп} = 1,7$ мили и $K_C = 1,0 \rightarrow t_{доп} = 2,99$ часа ≈ 3 часа).

(*) – (при $\hat{M}_{Рзад} = 3,5$ мили и $P_{зад} = 96\%$ ($K_{P2} = 1,8$) $\rightarrow M_{Счдоп} = 1,94 \approx 2,0$ мили).

(**) – (при $M_{Счдоп} = 2,0$ мили и $M_0 = 1,0$ мили $\rightarrow M_{Сдоп} = 1,7$ мили).

Если допустимое время плавания по счислению $t_{доп}$ получается < 2 часов, то расчет его следует производить не по формуле (24.8), а по формуле:

$$t_{доп} = \frac{M_{Стдоп}}{0,7 \cdot K_C} \quad (24.9)$$

(при $M_{Сдоп} = 0,7$ мили и $K_C = 1,0 \rightarrow t_{доп} = 1$ час).

Таким образом, формулами для расчета периодичности определения места судна для обеспечения заданной точности плавания являются:

$$t_{доп} = \frac{\sqrt{M_{доп}^2 - M_0^2}}{0,7 \cdot K_C} \quad \text{если } t_{доп} \leq 2 \text{ часа} \quad (24.10)$$

$$t_{\text{доп}} = \frac{M_{\text{доп}}^2 - M_0^2}{K_C^2}, \quad \text{если } t_{\text{доп}} > 2 \text{ часов} \quad (24.11)$$

где M_0 – радиальная СКП последнего, принятого счисления, обследованного места;

$M_{\text{доп}}$ – допустимая радиальная СКП ($P = 63\%$) для данного района:

$$M_{\text{доп}} = \frac{\hat{M}_{\text{доп}}}{K_{P2}}, \quad (24.12)$$

где $\hat{M}_{\text{доп}}$ – предельная радиальная допустимая погрешность плавания в данном районе с заданной вероятностью ($P_{\text{зад}}, \%$);

K_{P2} – коэффициент по заданной вероятности ($P_{\text{зад}}, \%$) → см. табл. 24.2

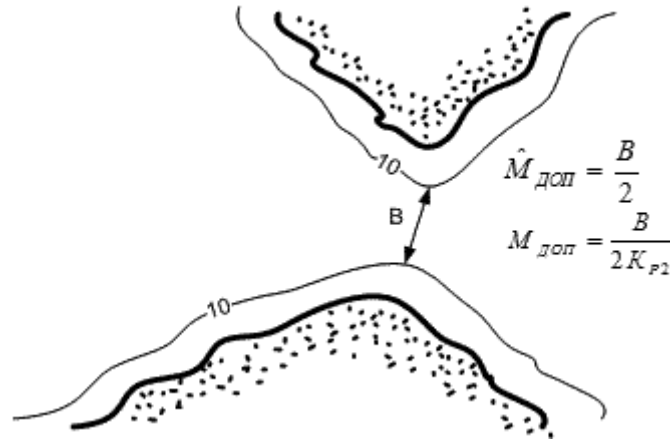


Рис. 24.18. Расчет допустимой точности плавания по фарватерам, каналам, узкостям

При плавании по фарватерам, каналам, а также при проходе узкостей (рис. 24.18) допустимая точность плавания не должна превышать половины ширины фарватера, канала, узкости, измеренной между безопасными изобатами или другими препятствиями.

Задачи на расчет допустимого времени плавания по счислению

Рассчитать допустимое время плавания по счислению ($t_{\text{доп}}$), чтобы не превысить допустимое значение радиальной СКП ($M_{\text{доп}}$), если радиальная СКП последней, принятой к счислению обсервации (M_0), а коэффициент точности счисления (K_C) (значения K_C , M_0 , $M_{\text{доп}}$ → см. условия задач 1÷10).

№ задач	Условие			Ответ	№ задач	Условие			Ответ
	K_C	M_0 (мили)	$M_{\text{доп}}$ (мили)	$t_{\text{доп}}$ (мин)		K_C	M_0 (мили)	$M_{\text{доп}}$ (мили)	$t_{\text{доп}}$ (мин)
1	0,5	0,5	2,0	900	11	1,2	0,1	0,3	20
2	0,5	0,9	1,0	75	12	1,2	0,5	1,9	140
3	0,6	0,2	0,3	32	13	1,3	0,2	0,3	15
4	0,6	0,6	1,2	180	14	1,3	0,7	2,0	125
5	0,7	0,4	0,7	70	15	1,4	0,1	0,5	30
6	0,7	0,7	1,4	180	16	1,4	0,2	2,0	121
7	0,8	0,1	0,3	30	17	1,5	0,2	0,4	20
8	0,8	0,6	1,4	150	18	1,5	0,4	1,8	100
9	0,9	0,3	0,4	25	19	1,6	0,2	0,5	25
10	0,9	0,3	1,5	160	20	1,6	0,8	1,5	70

**Периодичность определений места судна (мин.)
(допустимое время плавания по счислению)**

Таблица 24.3

$D_{кр}$ до опасности (мили)	$M_{дон}$ (мили) M_0 (мили)	Коэффициент точности счисления (K_c)															
		0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
10	0,2/0,1	30	25	21	19	16	15	13	12	11	11	10	9	9	8	8	7
15	0,3/0,1	48	40	35	30	27	24	22	20	19	17	16	15	14	13	13	12
	0,3/0,2	38	32	27	24	21	19	17	16	15	14	13	12	11	11	10	10
20	0,4/0,1	66	55	47	41	37	33	30	28	26	24	22	21	20	18	17	17
	0,4/0,2	59	49	42	37	33	30	27	25	23	21	20	19	17	16	16	15
	0,4/0,3	45	38	32	28	25	23	21	19	17	16	15	14	13	13	12	11
25	0,5/0,1	84	70	60	52	47	42	38	35	32	30	28	26	25	23	22	21
	0,5/0,2	78	65	55	49	44	39	36	33	30	28	26	25	23	22	21	20
	0,5/0,3	68	57	49	43	38	34	31	29	26	24	23	21	20	19	17	17
	0,5/0,4	51	43	37	32	29	26	23	21	20	18	17	16	15	14	14	13
30	0,6/0,1	101	85	72	63	56	51	46	42	39	36	34	32	30	28	27	25
	0,6/0,2	97	81	69	61	54	48	44	40	37	35	32	30	29	27	26	24
	0,6/0,3	89	74	64	56	49	45	40	37	34	32	30	28	26	25	23	22
	0,6/0,4	77	64	55	48	43	38	35	32	29	27	26	24	23	21	20	19
	0,6/0,5	57	47	41	36	32	28	26	24	22	20	20	18	17	16	15	14
35	0,7/0,1	118	99	85	74	66	59	54	49	46	42	40	37	35	33	31	30
	0,7/0,2	115	96	82	72	64	57	52	48	44	41	38	36	34	32	30	29
	0,7/0,3	108	90	77	68	60	54	49	45	42	39	36	34	32	30	29	27
	0,7/0,4	98	82	70	62	55	49	45	41	38	35	33	31	29	27	26	25
	0,7/0,5	84	70	60	52	47	42	38	35	32	30	28	26	25	23	22	21
	0,7/0,6	62	52	44	39	34	31	28	26	24	22	21	19	18	17	16	15
40	0,8/0,1	151	113	97	85	76	68	62	57	52	49	45	43	40	38	36	34
	0,8/0,2	144	111	95	83	74	66	60	55	51	47	44	41	39	37	35	33
	0,8/0,3	132	106	91	79	71	64	58	53	49	45	42	40	37	35	33	32
	0,8/0,4	119	99	85	74	66	59	54	49	46	42	40	37	35	33	31	30
	0,8/0,5	107	89	76	67	59	54	49	45	41	38	36	33	31	30	28	27
	0,8/0,6	91	76	65	57	50	45	41	38	35	32	30	28	27	25	24	23
	0,8/0,7	66	55	47	41	37	33	30	28	26	24	22	21	20	18	17	17
45	0,9/0,1	192	133	110	96	85	77	70	64	59	55	51	48	45	43	40	38
	0,9/0,2	185	128	107	94	84	75	68	63	58	54	50	47	44	42	40	38
	0,9/0,3	173	120	104	91	81	73	66	61	56	52	48	45	43	40	38	36
	0,9/0,4	156	115	99	86	77	69	63	58	53	49	46	43	41	38	36	35
	0,9/0,5	134	107	92	80	71	64	58	53	49	46	43	40	38	36	34	32
	0,9/0,6	108	96	82	72	64	57	52	48	44	41	38	36	34	32	30	29
	0,9/0,7	97	81	69	61	54	48	44	40	37	35	32	30	29	27	26	24
	0,9/0,8	71	59	50	44	37	35	32	29	24	25	24	21	21	20	19	18
50	1,0/0,1	238	165	121	107	95	85	78	71	66	61	57	53	50	47	45	43
	1,0/0,2	230	160	120	105	93	84	76	70	65	60	56	52	49	46	44	42
	1,0/0,3	218	152	117	102	91	82	74	68	63	58	55	51	48	45	43	41
	1,0/0,4	202	140	112	98	87	79	71	65	60	56	52	49	46	44	41	39
	1,0/0,5	180	125	106	93	82	74	67	62	57	53	49	46	44	41	39	37
	1,0/0,6	154	114	98	86	76	69	62	57	53	49	46	43	40	38	36	34
	1,0/0,7	122	102	87	77	68	61	56	51	47	44	41	38	36	34	32	31
	1,0/0,8	103	86	73	64	57	51	47	43	40	37	34	32	30	29	27	26
	1,0/0,9	75	62	53	47	42	37	34	31	29	27	25	23	22	21	20	19

55	1,1/0,1	288	200	147	117	104	94	85	78	72	67	63	59	55	52	49	47
	1,1/0,2	281	195	143	116	103	93	84	77	71	66	62	58	54	51	49	46
	1,1/0,3	269	187	137	113	101	91	82	76	70	65	60	57	53	50	48	45
	1,1/0,4	252	175	129	110	98	88	80	73	68	63	59	55	52	49	46	44
	1,1/0,5	230	160	120	105	93	84	76	70	65	60	56	52	49	47	44	42
	1,1/0,6	204	142	113	99	88	79	72	66	61	56	53	49	46	44	42	40
	1,1/0,7	173	120	104	91	81	73	66	61	56	52	48	45	43	40	38	36
	1,1/0,8	137	108	92	79	71	65	59	54	50	46	43	40	38	36	34	32
	1,1/0,9	108	90	77	68	60	54	49	45	42	39	36	34	32	30	29	27
	1,1/1,0	79	65	56	49	44	39	36	33	30	28	26	25	23	22	21	20
60	1,2/0,1	343	238	175	134	114	102	93	85	79	73	68	64	60	57	54	51
	1,2/0,2	336	233	171	131	113	101	92	85	78	72	67	63	60	56	53	51
	1,2/0,3	324	225	165	127	111	100	91	83	77	71	66	62	59	55	52	50
	1,2/0,4	307	213	157	120	108	97	88	81	75	69	65	61	57	54	51	48
	1,2/0,5	286	198	146	117	104	94	85	78	72	67	62	58	55	52	49	46
	1,2/0,6	259	180	132	111	99	89	81	74	69	64	59	56	52	49	47	45
	1,2/0,7	228	158	119	104	93	84	76	70	64	60	56	52	49	46	44	42
	1,2/0,8	192	133	110	96	85	77	70	64	59	55	51	48	45	43	40	38
	1,2/0,9	151	113	97	85	76	68	62	57	52	49	45	43	40	38	36	34
	1,2/1,0	114	95	81	71	63	57	52	47	44	41	38	36	33	32	30	28
1,2/1,1	82	69	59	51	46	41	37	34	32	29	27	26	24	23	22	21	
65	1,3/0,1	403	280	206	158	124	111	101	93	85	79	74	69	66	62	58	56
	1,3/0,2	396	275	202	155	122	110	100	92	85	79	73	69	65	61	58	55
	1,3/0,3	384	267	196	150	120	108	99	90	83	77	72	68	64	60	57	54
	1,3/0,4	367	255	187	143	118	106	96	88	82	76	71	66	62	59	56	53
	1,3/0,5	346	240	176	135	114	103	94	86	79	73	69	64	61	57	54	51
	1,3/0,6	319	222	163	125	110	99	90	82	76	71	66	62	58	55	52	49
	1,3/0,7	288	200	147	117	104	94	85	78	72	67	63	59	55	52	49	47
	1,3/0,8	252	175	129	110	98	88	80	73	68	63	59	55	52	49	46	44
	1,3/0,9	211	130	115	101	89	80	73	67	62	57	54	50	47	45	42	40
	1,3/1,0	166	119	102	89	79	71	65	59	55	51	47	44	42	40	37	36
1,3/1,1	119	99	85	74	66	59	54	49	46	42	40	37	35	33	31	30	
1,3/1,2	86	71	61	54	48	43	39	36	33	31	29	27	25	24	23	21	
70	1,4/0,1	468	325	239	183	144	120	109	100	92	85	80	75	70	66	63	60
	1,4/0,2	458	320	235	180	142	119	108	99	91	85	79	74	70	66	63	59
	1,4/0,3	449	312	229	175	139	117	107	98	90	84	78	73	69	65	62	58
	1,4/0,4	432	300	220	169	133	115	105	96	88	82	77	72	68	64	61	57
	1,4/0,5	410	285	209	160	127	112	102	93	86	80	75	70	66	62	59	56
	1,4/0,6	384	267	196	150	120	108	99	90	83	77	72	68	64	60	57	54
	1,4/0,7	353	245	180	138	115	104	94	87	80	74	69	65	61	56	55	52
	1,4/0,8	317	220	162	127	109	98	90	82	76	70	66	62	58	55	52	49
	1,4/0,9	276	192	141	115	102	92	84	77	71	66	61	57	54	51	48	46
	1,4/1,0	230	160	120	105	93	84	76	70	65	60	56	52	49	47	44	42
	1,4/1,1	180	125	106	93	82	74	67	62	57	53	49	46	44	41	39	37
	1,4/1,2	125	103	88	77	69	62	56	52	48	44	41	39	36	34	33	31
	1,4/1,3	89	74	64	56	49	41	40	37	34	32	30	28	26	25	23	22

75	1,5/0,1	538	373	274	210	166	134	117	107	99	92	86	80	75	71	68	64
	1,5/0,2	530	368	271	207	164	133	116	106	98	91	85	80	75	71	67	64
	1,5/0,3	518	360	264	203	160	130	115	105	97	90	84	79	74	70	66	63
	1,5/0,4	502	348	256	196	155	125	113	103	95	89	83	77	73	69	65	62
	1,5/0,5	480	333	245	188	148	120	110	101	93	87	81	76	71	67	64	61
	1,5/0,6	454	315	231	177	140	118	107	98	91	84	79	74	69	65	62	59
	1,5/0,7	422	293	216	165	130	114	103	95	87	81	76	71	67	63	60	57
	1,5/0,8	386	268	197	151	119	109	99	91	84	78	73	70	64	60	57	54
	1,5/0,9	346	240	176	135	114	103	94	86	79	73	69	64	61	57	54	51
	1,5/1,0	300	208	153	120	106	96	87	80	74	68	64	60	56	53	50	48
	1,5/1,1	250	173	127	109	97	87	79	73	67	62	58	55	51	49	46	44
	1,5/1,2	194	135	110	96	86	77	70	64	59	55	51	48	45	43	41	39
	1,5/1,3	134	107	92	80	71	64	58	53	49	46	43	40	38	36	34	32
	1,5/1,4	92	77	66	58	51	46	42	38	36	33	31	29	27	26	24	23
80	1,6/0,1	612	425	312	239	189	153	126	114	105	98	91	86	81	76	72	69
	1,6/0,2	605	420	309	236	187	151	125	113	105	97	91	85	80	76	72	68
	1,6/0,3	593	412	302	232	183	148	122	112	104	96	90	84	79	75	71	67
	1,6/0,4	576	400	294	225	178	144	120	111	102	95	89	83	78	74	70	66
	1,6/0,5	554	385	283	217	171	139	118	109	100	93	87	81	77	72	69	65
	1,6/0,6	528	367	269	206	163	132	116	106	98	91	85	79	75	71	67	64
	1,6/0,7	497	345	253	194	153	124	112	103	95	88	82	77	73	69	65	62
	1,6/0,8	461	320	235	180	142	119	108	99	91	85	79	74	70	66	63	59
	1,6/0,9	420	292	214	164	130	113	103	94	87	81	76	71	67	63	59	57
	1,6/1,0	374	260	191	146	119	107	97	89	82	76	71	67	63	59	56	54
	1,6/1,1	324	225	165	127	111	100	91	83	77	71	66	62	59	55	52	50
	1,6/1,2	269	187	137	113	101	91	82	76	70	65	60	57	53	50	48	45
	1,6/1,3	209	145	114	100	89	80	73	67	61	57	53	50	52	44	42	40
	1,6/1,4	144	111	95	83	74	66	60	55	51	47	44	41	39	37	35	33
1,6/1,5	95	80	68	60	53	48	43	40	37	34	32	30	28	27	25	24	
85	1,7/0,1	691	480	353	271	213	173	143	121	112	104	97	91	86	81	77	73
	1,7/0,2	684	475	349	267	211	171	141	120	111	103	96	90	85	80	76	72
	1,7/0,3	672	467	343	263	207	168	139	119	110	102	96	90	84	80	75	72
	1,7/0,4	655	455	334	256	202	164	135	118	109	101	94	89	83	79	74	71
	1,7/0,5	634	440	323	248	196	158	131	116	107	99	93	87	82	77	73	70
	1,7/0,6	607	422	310	237	187	152	125	114	105	97	91	85	80	76	72	68
	1,7/0,7	576	400	294	225	178	144	120	111	102	95	89	83	78	74	70	66
	1,7/0,8	540	375	276	211	167	135	117	107	99	92	86	80	76	71	68	64
	1,7/0,9	499	347	255	195	154	125	112	103	95	88	82	77	73	69	65	62
	1,7/1,0	454	315	231	177	140	118	107	98	91	84	79	74	69	65	62	59
	1,7/1,1	403	280	206	158	124	111	101	93	85	79	74	69	65	62	58	56
	1,7/1,2	348	242	178	136	115	103	94	86	79	74	69	65	61	57	54	52
	1,7/1,3	288	200	147	117	104	94	89	78	72	67	63	59	55	52	49	47
	1,7/1,4	223	155	118	103	92	83	75	69	64	59	55	52	49	46	44	41
1,7/1,5	154	114	98	86	76	69	62	57	53	49	46	43	40	38	36	34	
1,7/1,6	98	82	70	62	55	49	45	41	38	35	33	31	29	27	26	25	

90	1,8/0,1	775	538	396	303	239	194	160	135	118	110	103	96	91	86	81	77
	1,8/0,2	768	533	392	300	237	192	159	133	118	110	102	96	90	85	81	77
	1,8/0,3	756	525	386	295	233	189	156	131	117	109	101	95	89	85	80	76
	1,8/0,4	739	513	377	289	228	185	153	128	116	107	100	94	88	84	79	75
	1,8/0,5	718	498	366	280	221	179	148	125	114	106	99	93	87	82	78	74
	1,8/0,6	691	480	353	270	213	173	143	120	112	104	97	91	86	81	77	73
	1,8/0,7	660	458	337	258	204	165	136	118	109	102	95	89	84	79	75	71
	1,8/0,8	624	433	318	244	193	156	129	115	106	99	92	86	81	77	73	69
	1,8/0,9	583	405	298	228	180	146	120	111	103	95	89	84	79	74	70	67
	1,8/1,0	538	373	274	210	166	134	117	107	99	92	86	80	75	71	68	64
	1,8/1,1	487	338	249	190	150	122	111	102	94	87	81	76	72	68	64	61
	1,8/1,2	432	300	220	169	133	115	105	96	88	82	77	72	68	64	61	57
	1,8/1,3	372	258	190	145	119	107	97	89	82	76	71	67	63	59	56	53
	1,8/1,4	307	213	157	120	108	97	88	81	75	69	65	61	59	54	51	48
	1,8/1,5	238	165	121	107	95	85	78	71	66	61	57	53	50	47	45	43
	1,8/1,6	163	118	101	88	79	71	64	59	54	50	47	44	42	39	37	35
	1,8/1,7	101	85	72	63	56	51	46	42	39	36	34	32	30	28	27	25
95	1,9/0,1	864	600	441	338	267	216	179	150	128	116	108	102	96	90	86	81
	1,9/0,2	857	595	437	335	264	214	177	149	127	116	108	101	95	90	85	81
	1,9/0,3	845	587	431	330	261	211	175	147	125	115	107	101	95	89	85	80
	1,9/0,4	828	575	422	323	256	207	171	144	122	114	106	100	94	88	84	80
	1,9/0,5	806	560	411	315	249	202	167	140	120	112	105	98	92	87	83	79
	1,9/0,6	780	542	398	305	241	195	161	135	119	110	103	97	91	86	81	77
	1,9/0,7	749	520	382	293	231	187	155	130	116	108	101	95	89	84	80	76
	1,9/0,8	713	495	364	278	220	178	147	124	114	106	98	92	87	82	78	74
	1,9/0,9	672	467	343	263	207	168	139	120	110	102	96	90	84	80	75	72
	1,9/1,0	626	435	320	245	193	157	129	115	107	99	92	87	81	77	73	69
	1,9/1,1	576	400	294	225	178	144	117	111	102	95	89	83	78	74	70	66
	1,9/1,2	521	362	266	202	161	130	115	105	97	90	84	80	74	70	66	63
	1,9/1,3	461	320	235	180	142	119	108	99	91	85	79	74	70	66	63	59
	1,9/1,4	396	275	202	155	122	110	100	92	85	79	73	69	65	61	58	55
	1,9/1,5	324	227	167	128	111	100	91	83	77	71	67	62	61	56	53	50
	1,9/1,6	252	175	129	110	98	88	80	73	68	63	59	55	52	49	46	44
	1,9/1,7	173	120	104	91	81	73	66	61	56	52	48	45	43	40	38	36
1,9/1,8	104	87	74	65	58	52	47	43	40	37	35	32	31	29	27	26	
100	2,0/0,1	958	665	489	374	296	239	198	166	142	122	114	107	101	95	90	86
	2,0/0,2	950	660	485	371	293	238	196	165	141	121	114	107	100	95	90	85
	2,0/0,3	938	652	479	367	290	235	194	163	139	120	113	106	100	94	89	85
	2,0/0,4	922	640	473	360	284	230	190	160	136	120	112	105	99	93	88	84
	2,0/0,5	900	625	459	352	278	225	186	156	133	119	111	104	98	92	87	83
	2,0/0,6	874	607	446	341	270	218	180	152	129	117	109	102	96	91	86	82
	2,0/0,7	842	585	430	329	260	211	174	146	125	115	107	100	94	89	85	80
	2,0/0,8	806	560	411	315	249	202	167	140	119	112	105	98	92	87	84	79
	2,0/0,9	766	532	391	299	236	191	158	133	118	109	102	96	90	85	81	77
	2,0/1,0	720	500	367	281	222	180	149	125	114	106	99	93	87	82	78	74
	2,0/1,1	670	465	342	262	207	167	138	119	110	102	95	89	84	81	75	72
	2,0/1,2	614	427	313	240	190	154	127	114	105	98	91	86	81	76	72	69
	2,0/1,3	554	385	283	217	171	139	118	109	100	93	87	81	77	72	69	65
	2,0/1,4	490	340	250	191	151	122	111	102	94	87	82	77	72	68	64	61
	2,0/1,5	420	292	214	164	130	113	103	94	87	81	76	71	67	63	60	57
	2,0/1,6	346	240	176	135	114	103	94	86	79	73	69	64	61	57	54	51
	2,0/1,7	266	185	136	113	100	90	82	75	69	65	60	56	53	50	48	45
2,0/1,8	182	127	107	93	83	75	68	62	57	53	50	47	44	42	39	37	
2,0/1,9	107	89	76	67	59	54	49	45	41	38	36	33	31	30	28	27	

Таблица предназначена для определения промежутка времени (в мин.) плавания по счислению после последней (принятой к счислению) обсервации в течение которого радиальная (круговая) СКП текущего места судна еще не превысит допустимое значение радиальной (круговой) СКП места ($M_{дон}$).

Входными аргументами в таблицу являются:

1. Кратчайшее расстояние ($D_{кр}$) до навигационной опасности или берега (от 10 до 100 миль, через каждые 5 миль).
2. Допустимое (по требованиям ИМО) значение радиальной (круговой) СКП места судна ($M_{дон}$) (от 0,2 мили до 2,0 мили, через каждые 0,1 мили).
3. Значение радиальной (круговой) СКП последнего (принятого к счислению) обсервованного места судна (M_o) (от 0,1 мили до 1,9 мили, через каждые 0,1 мили).
4. Значение коэффициента точности счисления (K_c) (от 0,5 до 2,0, через 0,1).

Например: Если $K_c = 1,5$, $M_o = 0,3$ мили, $D_{кр} = 55$ миль ($M_{дон} = 1,1$ мили) то $\Delta t_{дон} = 60$ мин.

24.5. Рекомендации по анализу счисления пути судна

В практике судовождения могут встретиться случаи, когда с достаточной уверенностью нельзя сделать заключение о достоверности обсервованного или счислимого места судна. В таких случаях, до получения достоверной информации, используется опыт хорошей морской практики.

Рассмотрим несколько примеров.

1. Одновременно (или почти одновременно) получили две обсервации, места которых на МНК не совпадают. Какому из этих мест отдать предпочтение, если точность их (M_{O1} и M_{O2}) одинакова? (рис. 24.19).

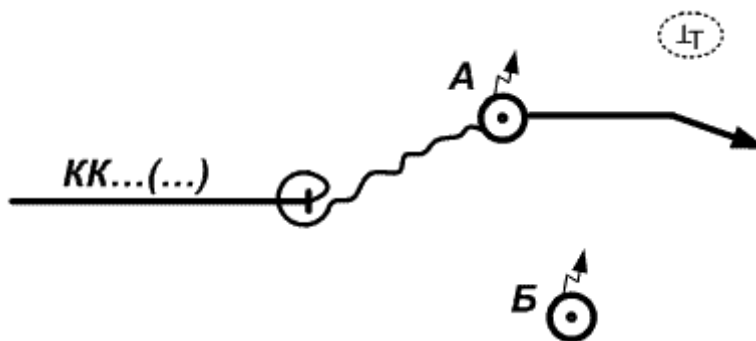


Рис. 24.19. Считай себя ближе к опасности

Оценив реальную навигационную обстановку, к дальнейшему счислению следует принимать обсервацию в точке А, которая ближе всего находится к навигационной опасности. «...**Всегда считай себя ближе к опасности**» – это неписанное правило должно соблюдаться всегда, чтобы избежать навигационного происшествия (посадка на мель, выход на опасные глубины и пр.).

2. При определении места судна по 3-м (и более) линиям положения при прокладке их на карте получили фигуру погрешности (рис. 24.20).

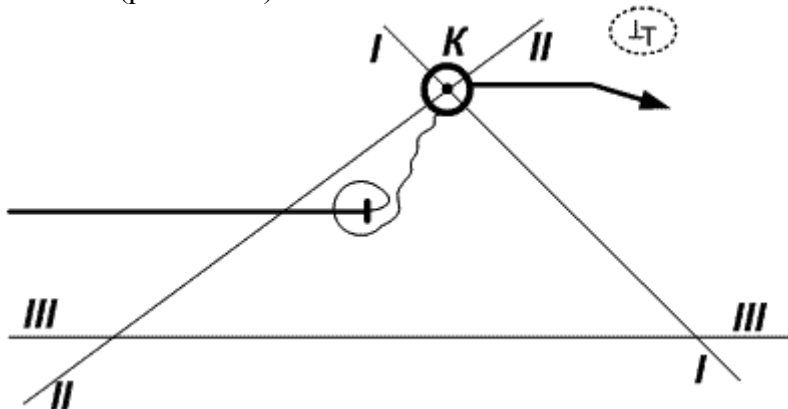


Рис. 24.20. Считай себя ближе к опасности

Оценив навигационную обстановку, считаем, что обследованное место находится в точке пересечения ЛП I – I и ЛП II – II точка K. Ведь именно эта точка лежит ближе всего к навигационной опасности. Повторив измерения навигационных параметров, или используя другие способы определения места, окончательно принимаем решение о достоверности обсервации.

(В данном случае предварительно сделали вывод, что в 3-й ЛП имелся промах или в измерении НП или в их обработке, или в прокладке на карте).

3. Если при определении места судна (рис. 24.21) обследованное место находится в пределах площади круга, с центром в счислимой точке на время обсервации и радиусом $R = M_{сч}$, то можно сделать вывод, что счисление пути судна велось правильно и к счислению принимается обсервованное место без осреднения со счислимым.

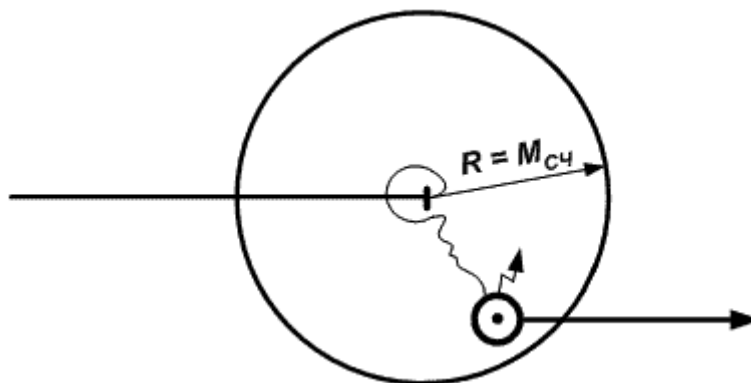


Рис. 24.21. Счислению можно доверять

Если же при определении места судна значение полученной невязки $C = M_{сч} + M_0$ – это говорит о том, что счисление пути судна ведется некачественно (но могут быть и неточности в обсервованном месте). В данном случае к дальнейшему счислению следует принимать вероятнейшее место, получаемое осреднением счислимого и обсервованного мест.

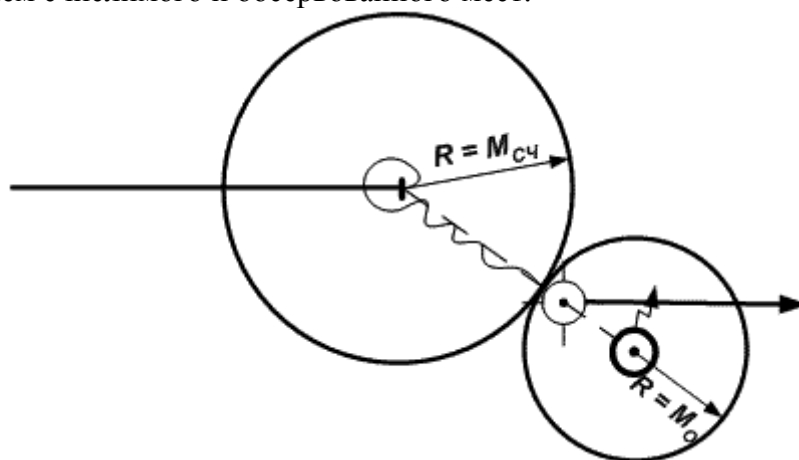


Рис. 24.22. Счислению доверять нельзя

4. Если радиальная (круговая) СКП обсервованного места M_0 в три и более раза выше (точнее) радиальной (круговой) СКП счислимого места $M_{сч}$ на момент обсервации, то к дальнейшему счислению принимают «чисто» координаты обсервованного места и не отыскивают вероятнейшее место осреднением со счислимым местом (рис. 24.23).

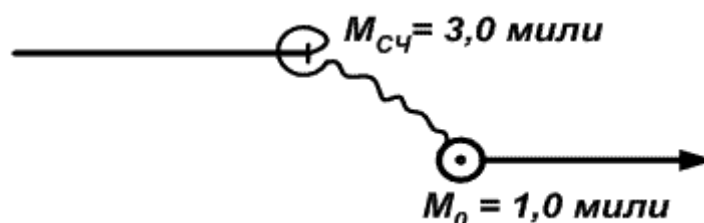


Рис. 24.23. Счисление от обсервации ($3M_0 \geq M_{сч}$)

Если же значения M_O и $M_{Cч}$ соизмеримы по величине ($3M_O < M_{Cч}$), то к дальнейшему счислению принимают вероятнейшее место, отыскиваемое осреднением наблюдаемого (точка O) и счислимого (точка C) мест (рис. 24.24).

Из примера на рис. 24.24 очевидно, что вероятнейшее место (точка D) точнее ($M_D = 0,8$ мили) и наблюдаемого ($M_O = 1,0$ мили) и счислимого ($M_{Cч} = 1,6$ мили) мест.

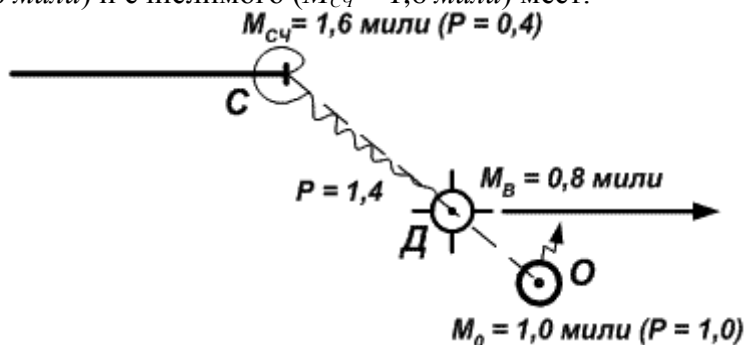


Рис. 24.24. Счисление от вероятнейшего места ($3M_O < M_{Cч}$)

5. Если при определении места величина невязки C превышает утроенную радиальную (круговую) СКП счислимого места ($M_{Cч}$), т.е. $C > 3 M_{Cч}$ ($P = 99,9\%$) следует проверить графическое счисление пути судна от последней, принятой к счислению, обсервации.

При отсутствии ошибок (промахов) в счислении, следует повторить измерения, а если результат останется таким же – определить место судна другим способом.

Если и в это м случае результат останется прежним – обсервацию принять во внимание, но к дальнейшему счислению не принимать до получения уверенной надежной обсервации.

Выводы

1. Отыскание вероятнейшего места судна среди разнородных обсерваций, приведенных к одному моменту, и счислимого места производится последовательным попарным применением центрографического приема.
2. Центрографический прием – деление отрезка, соединяющего два места (приведенных к одному моменту) на части, обратно пропорциональные весам этих мест или прямо пропорционально квадратам их СКП.
3. Радиальная (круговая) СКП вероятнейшего места судна будет всегда меньше наименьшей радиальной (круговой) СКП принятых к осреднению мест, т.е. вероятнейшее место более точное, чем каждое место по отдельности.
4. Для получения более точного и надежного наблюдаемого места судна, необходимо иметь не две, а три и более линий положения, что дает, при условии их пересечения в одной (почти в одной) точке, полную обсервацию с более высокой точностью, чем при наличии всего двух линий положения.
5. Если при прокладке на карте линии положения образуют фигуру погрешности, то вероятное наблюдаемое место судна находится методом биссектрис или центрографическим методом.
6. Частота определений места судна в море должна быть такой, чтобы погрешность текущего места судна не превышала допустимую предельную погрешность с заданной вероятностью.

ГЛАВА 25. СИСТЕМА ОГРАЖДЕНИЯ МАМС И МЕЖДУНАРОДНЫЙ СВОД СИГНАЛОВ

25.1. Система ограждения «МАМС»

Система ограждения опасностей плавучими предостерегательными знаками разработана Международной ассоциацией маячных служб (МАМС) в 1976 г. Системой предусмотрено деление Мирового океана на два региона: **регион «А»** и **«регион «Б»**, которые отличаются принципом использования красного и зеленого цветов для ограждения сторон фарватера **латеральными** знаками. Знаки, используемые в регионах «А» и «Б» для ограждения сторон фарватеров, отличаются одни от других. В регионе «А» действует система ограждения «А» (красный слева, зеленый справа), в регионе «Б» – система «Б» (красный справа, зеленый слева). К региону «Б» относятся побережье Северной и Южных Америк, Японии и Южной Кореи.

Направление фарватера в обоих регионах считается с моря (рис.25.1), а в отдельных случаях оговаривается специально.

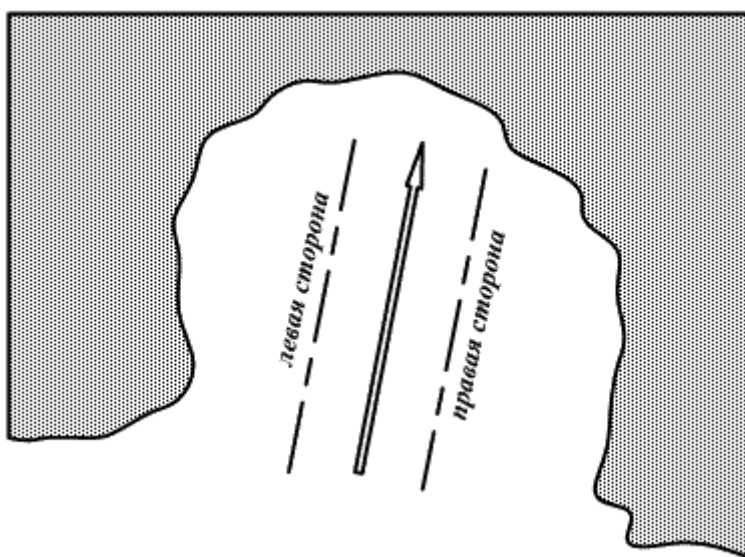


Рис. 25.1. Направление канала (фарватера)

Система ограждения МАМС внедряется по этапам, начиная с 1977 г. и включает следующие знаки (см. Приложение 1):

Латеральные знаки (левой и правой стороны) выставляются по принципу ограждения сторон фарватера. Стороны ограждаются буйами и (или) вехами. На корпусе буев могут наноситься цифры или буквы. Нумерация буев (обозначение буквами) ведется со стороны моря.

Видоизмененные латеральные знаки выставляются в местах разделения фарватеров при следовании в «условном направлении ограждения», служат для обозначения основного (предпочтительного) фарватера.

Кардинальные знаки выставляются по принципу ограждения навигационных опасностей относительно сторон света и обозначают сторону, с какой следует обходить ограждаемую опасность.

Знаки, ограждающие отдельные опасности незначительных размеров, выставляются непосредственно над опасностью и их можно обходить с любой стороны.

Знаки, обозначающие начальные точки и ось фарватера (канала) и середину прохода (осевые), обозначают начальные точки фарватеров и рекомендованных курсов, ось фарватера и середину прохода.

Знаки специального назначения применяются для обозначения или ограждения специальных районов или объектов, указанных на навигационных картах и в руководствах для плавания (районы свалки грунта, районы военных учений, подводные кабели и трубопроводы и пр.)

Новые опасности – такие знаки применяются для обозначения впервые обнаруженных опасностей, не описанных в навигационных документах (скалы, банки, затонувшие суда и т.п.). Для их ограждения используются кардинальные или латеральные знаки, оборудованные огнями с характером «ОЧ» (очень частый) или «Ч» (частый). При ограждении опасностей, представляющих серьезную угрозу мореплаванию, один из ограждающих знаков дублируется знаком, идентичным основному знаку.

Ограждающий знак может быть оборудован сигналом «Д» (– · ·) по азбуке Морзе длиной 1 миля на экране РЛС. Дублирующий знак может быть снят после достаточно полной информации об опасности.

ЛАТЕРАЛЬНЫЕ ЗНАКИ

1. Ограждение сторон фарватеров (каналов)

А.левой стороны фарватера (канала):

- Окраска** – красная; обозначение на картах – **к**
- Форма** – буи сигарообразные, столбовидные или вежи
- Топовая фигура** – красный цилиндр
- Огонь** – цвет – **Кр**, характер – **Пр 3с**.

Б.Правой стороны фарватера (канала):

- Окраска** – зеленая; обозначение на картах – **зл**
- Форма** – буи сигарообразные, столбовидные или вежи
- Топовая фигура** – зеленый конус вершиной вверх
- Огонь** – цвет – **Зл**, характер – **Пр 3с**.

2. Обозначение мест разделения фарватеров

А.Основной фарватер справа:

- Окраска** – красная с широкой зеленой горизонтальной полосой; обозначение на картах – **к зл к**
- Форма** – буи сигарообразные, столбовидные или вежи
- Топовая фигура** – красный цилиндр
- Огонь** – цвет – **Кр**, характер – **Пр (2+1) 9с**.

Б.Основной фарватер слева:

- Окраска** – зеленая с широкой красной горизонтальной полосой; обозначение на картах – **зл к зл**
- Форма** – буи сигарообразные, столбовидные или вежи
- Топовая фигура** – зеленый конус вершиной вверх
- Огонь** – цвет – **Зл**, характер – **Пр (2+1) 9с**.

КАРДИНАЛЬНЫЕ ЗНАКИ

Кардинальные знаки выставляются в одном, нескольких или во всех секторах относительно сторон света от опасности и обозначают сторону, с какой эту опасность надо обходить.

3. Ограждение навигационных опасностей

- Форма** – буи сигарообразные, столбовидные или вежи
- Топовая фигура** – два черных конуса один над другим
- Огонь** – цвет – **Бл**.

А.Северные буи и вежи выставляются в северном секторе, к «N» от опасности:

- Окраска** – вверху черный, внизу желтый; обозначение на картах – **чж**
- Топовая фигура** – черные конусы вершинами вверх
- Огонь** – **Ч**.

Б.Восточные буи и вежи выставляются в восточном секторе, к «E» от опасности:

- Окраска** – черный с широкой желтой горизонтальной полосой; обозначение на картах – **чжч**
- Топовая фигура** – черные конусы основаниями вместе
- Огонь** – **Ч (3) 10с**.

В.Южные буи и вежи выставляются в южном секторе, к «S» от опасности:

- Окраска** – вверху желтый, внизу черный; обозначение на картах – **жч**
- Топовая фигура** – черные конусы вершинами вниз
- Огонь** – **Ч (Б) Дл Пр 15с**.

Г.Западные буи и вежи выставляются в западном секторе, к «W» от опасности:

- Окраска** – желтый с широкой черной горизонтальной полосой; обозначение на картах – **жчж**
- Топовая фигура** – черные конусы вершинами вместе
- Огонь** – **Ч (9) 15с**.

4. Знаки ограждающие отдельные опасности незначительных размеров (выставляются над опасностью)

Окраска буя – черный с широкой красной горизонтальной полосой;

Окраска вехи – черные и красные горизонтальные полосы; обозначение на картах – **чкч**

Форма – буи сигарообразные, столбовидные или вехи

Топовая фигура – два черных шара один над другим

Огонь – цвет – Бл, характер – Пр (2) 5с.

Знаки, ограждающие отдельные опасности незначительных размеров, могут быть обойдены с любой стороны.

5. Знаки, обозначающие начальные точки и ось фарватера (канала) и середину прохода (осевые)

Окраска – красные и белые вертикальные полосы; обозначение на картах – **кб**

Форма – буи сигарообразные, столбовидные или вехи

Топовая фигура – красный шар

Огонь – цвет – Бл, характер – Дл Пр Бс.

6. Знаки специального назначения (для обозначения или ограждения специальных районов или объектов)

Окраска – желтая; обозначение на картах – **ж**

Форма – любые буи, принятые в Системе, бочки или вехи

Топовая фигура – желтый крест

Огонь – цвет – Жл, характер – Пр 5с.

Условные обозначения характера огня в руководствах для плавания и на картах

Таблица 25.1

Характер огня	Условное обозначение	
	русское	международное
Проблесковый	<i>Пр</i>	<i>Fl</i>
Групповой проблесковый	<i>Пр (2)</i>	<i>Fl (2)</i>
Длительнопроблесковый	<i>Дл Пр</i>	<i>L Fl</i>
Частый (частопроблесковый)	<i>Ч</i>	<i>Q</i>
Групповой частый	<i>Ч (3)</i>	<i>Q (3)</i>
	<i>Ч (9)</i>	<i>Q (9)</i>
Групповой частый с длительным проблеском	<i>Ч (Б) Дл Пр</i>	<i>Q (6) L Fl</i>
Сложный групповой проблесковый	<i>Пр (2+1)</i>	<i>Fl (2+1)</i>

Примечание: Частый огонь имеет частоту 50 или 60 проблесков в минуту

Примечание:

Внешний вид, раскраска и характеристика всех знаков ограждения МАМС (Регион – А) приведены в Приложении 1.

25.2. Международный свод сигналов (ММС)

25.2.1. Общие замечания

Сводь сигналов для мореплавателей стали издаваться с начала 19-го века.

Первый Международный свод сигналов (МСС) был составлен в 1855 г. комитетом, утвержденным министерством торговли Великобритании. В этом Своде насчитывалось 70 тысяч сигналов и использовалось 18 флагов. Он был издан в 1857 г. в двух частях; в первую часть входили общепринятые и международные сигналы, во вторую – только английские. Этот свод применялся большинством морских государств.

Этот первый Свод был пересмотрен в 1887 г., обсужден представителями основных морских держав на Международной конференции в 1889 г.

По результатам этого обсуждения в Свод были внесены значительные изменения, после чего он был издан в 1897 г.

Международная конференция по связи (1927 г., Вашингтон) вынесла решение о пересмотре Свода и подготовке его проекта на семи языках.

Новое издание Свода было подготовлено к 1930 г. и принято Международной конференцией по связи (1932 г., Мадрид). Этот Свод состоял из двух томов: первый – для использования при сигнализации визуальными способами связи, а второй – для радиотелеграфной связи.

В 1947 г. Всемирная конференция радиосвязи предложила передать МСС в компетенцию Межправительственной морской консультативной организации (ИМКО). На второй ассамблее ИМКО (1961 г.) был утвержден план всестороннего пересмотра Свода, направленный на удовлетворение современных требований.

В 1964 г. подкомитет ИМКО закончил подготовку нового Свода с учетом рекомендаций 42-й Конференции по охране человеческой жизни на море (1960 г.), и рекомендации 22-й Всемирной конференции радиосвязи (1959 г.).

Пересмотренный Свод **предназначен** главным образом для поддержания связи в целях обеспечения безопасности мореплавания и охраны человеческой жизни на море. Свод может быть применен для осуществления сигналопроизводства всеми способами связи. Свод построен на принципе, при котором каждый сигнал имеет заверщенное смысловое значение. Это исключает необходимость составления сигнала по словам, что лежало в основе старого Свода.

Первое издание «МСС-65» на русском языке вышло в свет в 1969 г.

25.2.2. Назначения и правила пользования МСС-65

1. МСС-65 предназначен для связи различными способами и средствами в целях обеспечения безопасности мореплавания и охраны человеческой жизни на море, особенно в случаях, когда возникают языковые трудности общения.

При составлении Свода учтено, что широкое применение радиотелефона и радиотелеграфа позволяет всегда, когда отсутствуют языковые трудности, осуществлять простую и эффективную связь открытым текстом (словами).

2. Сигналы, используемые в МСС-65, состоят из:

1. – однобуквенных сигналов, предназначенных для очень срочных, важных или часто употребляемых сообщений;
2. – двухбуквенных сигналов, составляющих Общий раздел;
3. – трехбуквенных сигналов, составляющих Медицинский раздел.

3. Каждый сигнал свода имеет заверщенное смысловое значение. Этот принцип проходит через весь Свод; в отдельных случаях, с целью расширения значения основного сигнала, используются цифровые дополнения.

4. Применение цифровых дополнений позволяет:

1. – давать несколько вариантов значения основного сигнала;
2. – ставить вопросы, относящиеся к основному сигналу (или одному его слову);
3. – отвечать на вопрос или просьбу, переданные основным сигналом;
4. – давать дополнительную специальную или уточняющую информацию.

5. Цифровые дополнения, касающиеся связи, видов помощи и снабжения, а также указания направлений, используемые с основными сигналами Свода, сгруппированы в Таблицах цифровых дополнений (3 таблицы).

6. В значениях сигналов текст, взятый в скобки:

1. – указывает на возможность выбора;
2. – дает возможность дополнить основное сообщение;
3. – служит для объяснения текста.

7. Материал в Своде сведен в группы в соответствии с тематикой и для удобства разбора сигналов расположен в алфавитном порядке сигнальных сочетаний.

8. Для передачи сигналов могут быть использованы следующие способы:

- a. – флажная сигнализация;
- b. – световая сигнализация (Азбука Морзе);
- c. – звуковая сигнализация (Азбука Морзе);
- d. – связь голосом через усилительное устройство;
- e. – радиотелеграфная связь;
- f. – радиотелефонная связь;
- g. – сигнализация знаками Морзе, флажками или руками.

9. Все сигналы, передаваемые с судна, считаются исходящими от капитана, а поступающие на судно – адресованными капитану.

10. Оpozнaвание производится с помощью позывных, которые распределяются между странами на основе международной договоренности. Поэтому позывной может служить для определения государственной принадлежности судна.

11. Позывные могут быть использованы для двух целей:

1. – при обращении или вызове станций;
2. – при необходимости указать станцию или упомянуть ее при переговорах.

12. Цифровые сигналы передаются следующим образом:

- a. отдельные числа:
 - флажной сигнализацией – цифровыми вымпелами Свода;
 - световой или звуковой сигнализацией – числовыми знаками Морзе;
 - радиотелефоном – словами по фонетической таблице;
- b. цифры, составляющие часть основного сигнала, – вместе с основной группой;
- c. знак десятичной дроби между цифрами:
 - флажной сигнализацией – разделением ответным вымпелом;
 - световой и звуковой сигнализацией- передачей сигнала «AAA»;
 - при связи голосом – употреблением кодового слова "Decimal";
- d. всякий раз, когда в тексте встречается сообщение о глубинах и других подобных величинах, выраженных в метрах, необходимо после чисел обозначать метры – буквой «М».

13. **Значения азимута или пеленга** следует передавать тремя цифрами (от 000 до 359 по часовой стрелке). Если имеется опасение спутать сигнал о пеленге или азимуте с другим сигналом, то цифры следует предварять буквой «А».

14. **Курс** следует передавать тремя цифрами (от 000 до 359 по часовой стрелке). Если имеется опасение спутать сигнал о курсе с другим сигналом, то цифры следует предварять буквой «С».

15. **Даты** следует передавать двумя (число текущего месяца), четырьмя (число и месяц года) или шестью (число, месяц, год) цифрами, предваряемыми буквой «D» (D 220608 → 22 июня 2008 года).

16. **Широта** передается четырьмя цифрами и предваряется буквой «L». После цифрового сочетания передается буква «N» (северная) или «S» (южная) (L 3740 N → широта 37°40' N).

17. **Долгота** передается четырьмя (пятью) цифрами и предваряется буквой «G». После цифрового сочетания передается буква «E» (восточная) или «W» (западная) (G 13925 E → долгота 139°25' E).

18. **Расстояние** в морских милях. Цифры предваряются буквой «R».

19. **Скорость** передается цифрами, которым предшествуют:

- a. буква «S» → скорость в узлах;
- b. буква «V» → скорость в км/ч.

20. **Время** следует передавать четырьмя цифрами (от 00 до 23 и от 00 до 59)

Цифрам предшествуют:

- a. буква «T» → поясное время;
- b. буква «Z» → всемирное время.

21. Время подачи может быть добавлено в конце текста (четыре цифры – часы, минуты).

22. Если судно или береговая станция желает передать **сигнал по местному коду**, то такой сигнал следует предварять сигналом «YV1» («Следующие группы взяты из местного кода»)

23. Одновременно следует поднимать только один флажный сигнал и оставлять поднятым до появления ответа от принимающего этот сигнал.

Когда на одном и том же фале поднимается более одной группы сигналов, то каждую из них следует отделять от другой разделительным флагом.

Сигналы следует поднимать на самом видном месте и так, чтобы флаги свободно развевались и не закрывались дымом.

24. Позывной вызываемого следует поднимать одновременно с сигналом на отдельном фале. Если позывного нет – сигнал адресуется всем, находящимся в пределах видимости сигналов. Позывной запрашивается поднятием сигнала: или «VF» или «CS» или «YQ».

25. Все станции, которым адресуются сигналы, как только они их увидят, должны поднять «**Ответный вымпел**», до половины, а после разбора сигнала – до места.

26. После спуска последнего флажного сигнала передающий отдельно поднимает «**Ответный вымпел**», указывающий на то, что этот сигнал последний.

27. Если сигнал неразличим – принимающий держит «Ответный вымпел» до половины. Если же смысл сигнала непонятен – поднимают сигнал или «ZQ» или «ZL».

28. «Первый заменяющий» вымпел всегда повторяет самый верхний флаг сигнала. («Второй заменяющий» – второй сверху, «Третий заменяющий» – третий сверху) того вида флагов, который непосредственно предшествует заменяющему. Заменяющий вымпел никогда не может быть использован более одного раза в одной и той же группе.

29. Сигнал, предваряемый средствами световой сигнализации, включает в себя:

- a. **вызов** – состоит из сигнала общего вызова (AA AA AA ...) или позывного станции, которую вызывают. На него отвечают ответным сигналом (TTTT...);
- b. **опознавание** – передающая станция передает «DE» и свой позывной (название). Принимающий репетует их и передает свой позывной (название). В свою очередь передающая станция репетует позывной (название) принимающей;
- c. **текст** – состоит из групп Свода или слов открытого текста (предваряя сигналом «YU»). Прием каждого слова или группы подтверждается передачей «T»;
- d. **окончание** - состоит из сигнала окончания «AR», на который отвечают «R». («EEEE» – сигнал ошибки; «RPT» – сигнал повторения).

30. Вызов по радиотелефону состоит из:

- a. – позывного или названия вызываемой станции (не более 3-х раз в каждом вызове);
- b. – сигнала «DE» (Delta Echo);
- c. – позывного или названия вызываемой станции (не более 3-х раз в каждом вызове).

После установления связи позывной или название не следует предавать более 1 раза.

31. Ответ на вызов по радиотелефону состоит из: (см. a) b) c) п. 30).

32. При вызове по радиотелефону всех станций, находящихся поблизости следует употреблять сигнал «CQ» (Charlie Quebec), повторяемый не более трех раз в каждом вызове.

33. Передача по радиотелефону сигнальными группами МСС предваряется кодовым словом «Interco», а открытым текстом-группой «YZ» (Yankee Zulu).

34. Если вызываемая станция не может немедленно принять по радиотелефону сообщение, то она предает сигнал «AS» (Alfa Sierra), а прием передачи обозначается сигналом «R» (Romeo).

35. Если передачу по радиотелефону необходимо повторить, то следует употребить сигнал «RPT» (Romeo Papa Tango).

36. Окончание передачи по радиотелефону обозначается сигналом «AR» (Alfa Romeo).

37. Станция желающая вести переговоры с другой станцией знаками Морзе с помощью флажков или руками, указывает свою просьбу передачей сигнала «K2» (Kilo Bissotwo) любым способом.

38. Если вызываемая станция не может вести переговоры этим способом, отвечает сигналом «YS2» любым доступным способом.

Значение сигналов передаваемых знаками Морзе флажками (руками):

1. – «ТОЧКА» – оба флажка или обе руки подняты вверх;
2. – «ГИРЕ» – оба флажка или обе руки разведены в стороны на уровне плеч;
3. – «РАЗДЕЛ» – флажки или руки скрещены перед грудью (раздел между знаками);
4. – «РАЗДЕЛ» – флажки или руки разведены внизу под углом к корпусу (раздел между словами);
5. – «ОШИБКА» – вращательное движение флажками или руками над головой;
6. – «ПРОСЬБА ПОВТОРИТЬ» – вращательное движение флажками или руками над головой.

25.2.3. Содержание «МСС-65»

Предисловие (с. 9÷10)

Правила пользования сводом (с. 13÷31)

- Глава I. Объяснения и общие замечания (с. 13÷14)
- Глава II. Определения (с. 14÷15)
- Глава III. Способы сигнализации (с. 15÷16)
- Глава IV. Общие указания (с. 16÷19)
- Глава V. Флажная сигнализация (с. 19÷20)
- Глава VI. Световая сигнализация (с. 20÷22)
- Глава VII. Звуковая сигнализация (с. 22÷23)
- Глава VIII. Радиотелефонная связь (с. 23)
- Глава IX. Сигнализация знаками Морзе с помощью флажков или руками (с. 24)
- Глава X. Знаки Морзе, фонетическая таблица и процедурные сигналы (с. 25÷29)
- Глава XI. Оповещение санитарного транспорта во время военных конфликтов (с. 30÷ 31)

Однобуквенные сигналы (с. 35÷41)

- Однобуквенные сигналы (с. 35÷38);
- Однобуквенные сигналы, применяемые совместно с цифровыми дополнениями (с.39);
- Однобуквенные сигналы для связи между ледоколом и проводимыми судами (с. 40÷41).

Примечание:

Однобуквенные сигналы МСС-65 и их значения приведены в Приложении 2.

Общий раздел ММС – 65 (с. 43÷132)

I. Бедствие – авария (с. 45÷69)

- Оставление судна → с. 45
- Происшествие – Врач – Раненый или больной → с. 45÷47
- Воздушное судно (самолет-вертолет) → с. 47÷51
- Помощь → с. 51÷54
- Шлюпки-Плоты → с. 54÷56
- Потеря управляемости – Дрейф – Тонущее судно → с. 56÷57
- Бедствие → с. 57÷60
- Местоположение → с. 60÷63
- Поисковые и спасательные операции → с. 63÷68
- Оставшиеся в живых → с. 68÷69

II. Несчастные случаи – повреждения (с. 70÷84)

- Столкновение (с. 70÷71)
- Повреждение - Ремонт(с. 71÷73)
- Водолаз – Подводные работы (с. 73)
- Пожар - Взрыв (с. 73÷75)
- Посадка на мель –Выбрасывание на берег – Снятие с мели (с. 75÷78)
- Течь (с. 78÷79)
- Буксировка – Буксиры (с. 79÷84)

III. Средства навигационного оборудования – Навигация – Гидрография (с. 85÷101)

- СНО (с. 85)
- Бар (с. 86)
- Пеленги (с. 86)
- Канал – Проход – Фарватер (с. 87)
- Курс (с. 87÷88)
- Навигационные опасности – Предостережения (с. 89÷93)
- Глубина – Осадка (с. 93÷94)
- Радионавигационные средства (с. 95÷96)
- Мины – Траление мин (с. 96÷97)
- Навигационные огни – Прожектор (с. 98)
- Указания по управлению судном (с. 98÷100)
- Приливы и **отливы** (с. 100÷101)

IV. Маневрирование (с. 102÷110)

- Движение вперед – Движение назад (с.102÷103)
- Подход к борту (с. 103)
- Постановка на якорь (с.103÷105)
- Двигатели – Гребной винт (с. 105÷106)
- Высадка на берег или на борт (с. 106)
- Маневрирование (с. 107)
- Плавание (с. 107÷109)
- Скорость (с. 109)
- Остановка судна (с. 110)

V. Разное (с. 111÷117)

- Груз – Балласт (с. 111)
- Экипаж – Люди (с. 111)
- Рыбный промысел (с. 112÷114)
- Лоцман (с. 115)
- Порт – Гавань (с. 115÷116)
- Разное (с. 116÷117)

VI. Метеорология – погода (с. 118÷126)

- Облака (с. 118)
- Шторм (с. 118)
- Лед-Айсберги (с.118÷121)
- Ледокол (с. 121÷122)
- Атмосферное давление – Температура (с. 122)
- Волнение – Зыбь (с. 123÷124)
- Видимость – Туман (с. 124÷125)
- Погода – Прогноз погоды (с. 125)
- Ветер (с. 125÷126)

VI. bis. Система установления путей (с. 126)

VII. Связь (с. 127÷130)

- Подтверждение – Ответ (с. 127)
- Вызов (с. 127)
- Аннулирование (с. 127)
- Установление связи (с. 127÷129)
- Тренировка (с. 129)
- Прием – Передача (с. 129÷130)
- Повторение (с. 130)

VIII. Международные санитарные правила (с. 131)

- Сообщения о практике (с. 131)

Таблицы цифровых дополнений (с. 132)

- Таблицы I, II, III (с.132)

Медицинский раздел (с. 133÷167)

Инструкции (с. 135÷137)

- A. Общие указания (с. 135)
- B. Указания для капитанов (с. 135)
- C. Указания для врачей (с. 135÷136)
- D. Примеры (с. 136÷137)

Часть I. Запрос медицинской помощи (с. 138÷154)

- Глава 1. Запрос помощи – Общие сведения (с. 138÷139)
- Глава 2. Описание больного (с. 139)
- Глава 3. Состояние больного до заболевания (с. 139)
- Глава 4. Локализация признаков заболеваний или ранений (с. 140)
- Глава 5. Общие признаки (с. 140÷143)
- Глава 6. Особые признаки (с. 143÷153)
- Глава 7. Отчет о результатах лечения (с. 153÷154)

Часть 2. Медицинские советы (с. 155÷160)

- Глава 8. Требование дополнительных сведений (с. 155)
- Глава 9. Диагноз (с. 155)
- Глава 10. Специальное лечение (с. 156÷157)
- Глава 11. Лечение медикаментами (с. 157÷158)
- Глава 12. Диета (с. 158)
- Глава 13. Роды (с. 159)
- Глава 14. Прививка против оспы (с. 159)
- Глава 15. Общие советы (с. 159÷160)

Таблицы дополнений (с. 161÷167)

- Таблица М-I. Части тела (с. 161÷162)
- Таблица М-II. Список общих болезней (с. 163)
- Таблица М-III. Список медикаментов (с. 164÷167)

Алфавитный указатель слов-определителей (с. 171÷174)

- I. Общий раздел (с. 171÷173)
- II. Медицинский раздел (с. 173÷174)

Приложения (на отдельных вкладных листах)

I. Сигналы бедствия. Спасательные сигналы

II. Порядок радиотелефонных переговоров, связанных с обеспечением безопасности.

Сигналы о присутствии в районе подводной лодки (в подводном положении)

1. На корабле обеспечения сигнал по МСС «NE2» – вы должны следовать с особой осторожностью; в этом районе проводят учения подводные лодки.
2. Выдвижные устройства, буксируемый поплавок или буй, включенные ходовые огни, белый постоянный огонь АСБ, выстреливаемые сигнальные патроны → немедленно уклониться, приведя их на кормовые курсовые углы или застопорить ход.
3. Аварийное состояние ПЛ: – АСБ; – следы жидкого топлива; – воздушные пузыри.

Прием сообщений, касающихся безопасности

Любое сообщение, которое вы слышите, если ему предшествует одно из нижеследующих слов, касается вопросов безопасности:

Mayday (МЭДЭ) – (бедствие) – означает, что морскому или воздушному судну или другому подвижному средству угрожает серьезная и близкая опасность и оно нуждается в немедленной помощи.

Rap (ПАН) – (Срочность) – означает, что станция должна передать очень срочное сообщение, касающееся безопасности морского или воздушного судна или другого подвижного средства, или безопасности человека.

Securite (СЕКЮРИТЕ) – (безопасность) – означает, что станция начнет сейчас предавать сообщение, касающееся безопасности плавания, или важное метеорологическое предупреждение.

Если вы услышите эти слова, обратите особое внимание и вызовите капитана или вахтенного штурмана (офицера).

Указание характера бедствия

Таблица 25.2.

По МСС	Кодовые слова	Значение сигнала
AE	Alfa Echo	Я должен оставить свое судно
BF	Bravo, Foxtrot	Воздушное судно сделало вынужденную посадку в широте... долготе... и нуждается в немедленной помощи
CB	Charlie, Bravo	Мне необходима немедленная помощь
CB	Charlie, Bravo, Soxisix	Мне необходима немедленная помощь, у меня пожар
DX	Delta, X-ray	Я тону
HW	Hotel, Whiskey	Я столкнулся с наводным судном
Ответ судну, терпящему бедствие		
CP	Charlie, Papa	Я следую для оказания вам помощи
ED	Echo, Delta	Ваши сигналы бедствия поняты
EL	Echo, Lima	Повторите координаты места бедствия

Сигналы бедствия, предписанные МППСС-72

1. Следующие сигналы, используемые или выставляемые вместе или отдельно, указывают, что судно терпит бедствие и нуждается в помощи:
 - а. → пушечные выстрелы или другие производимые путем взрыва сигналы с промежутками в 1 мин.;

- b. → непрерывный звук любым аппаратом, предназначенным для подачи туманных сигналов;
 - c. → ракеты или гранаты, выбрасывающие красные звезды, выпускаемые поодиночке через короткие промежутки времени;
 - d. → сигнал, переданный по радиотелеграфу или с помощью любой другой сигнальной системы, состоящий из сочетания звуков «· · · — — — · · ·» (SOS) азбуки Морзе;
 - e. → сигнал, переданный по радиотелефону, состоящий из произносимого вслух слова «Мэдэ»;
 - f. → сигнал бедствия по МСС – «НС»;
 - g. → сигнал, состоящий из квадратного флага, с находящимся над (под) ним шаром или чем-либо похожим на шар;
 - h. → пламя на судне (например, от горящей смоляной или мазутной бочки и т.п.);
 - i. → красный свет ракеты с парашютом или фальшфейер красного цвета;
 - j. → дымовой сигнал – выпуск клубов дыма оранжевого цвета;
 - k. → медленное и повторяемое поднятие и опускание рук, вытянутых в стороны;
 - l. → радиотелеграфный сигнал тревоги (серии из 12 тире длительностью 4 с каждое с интервалом между тире в 1 с);
 - m. → радиотелефонный сигнал тревоги (звуковой сигнал двух тонов, передаваемый поочередно на частотах 2200 и 1300 Гц и продолжительностью от 30 с до 1 мин.);
 - n. → сигналы, передаваемые радиобуями – индикаторами места бедствия (либо сигнал, указанный в m), или серии однотонных сигналов на частоте 1300 Гц);
2. Запрещается применение или выставление любого из вышеуказанных сигналов в иных целях, кроме указания о бедствии и необходимости помощи; не допускается также использование сигналов, которые могут быть спутаны с любым из вышеперечисленных сигналов.
3. Следует также обращать внимание на соответствующие разделы МСС, Руководства по поиску и спасанию для торговых судов, а также на возможность использования следующих сигналов:
- a. – полотнище оранжевого цвета с черным квадратом либо кругом или другим соответствующим символом (для опознавания с воздуха);
 - b. – цветное пятно на воде.

Однобуквенные сигналы, применяемые совместно с цифровыми дополнениями

Таблица 25.3.

СИГНАЛ	ЗНАЧЕНИЕ
<i>A</i> с тремя цифрами	Азимут или пеленг (от 000 до 359)
<i>C</i> с тремя цифрами	Курс (от 000 до 359)
<i>D</i> с двумя, четырьмя или шестью цифрами	Дата (...число...месяц...год)
<i>G</i> с четырьмя или пятью цифрами	Долгота (...°...')
<i>K</i> с одной цифрой	« Я хочу установить связь с вами по...»
<i>L</i> с четырьмя цифрами	Широта (...°...')
<i>R</i> с одной или более цифрами	Расстояние в морских милях
<i>S</i> с одной или более цифрами	Скорость в узлах
<i>T</i> с четырьмя цифрами	Местное время (... час...мин)
<i>V</i> с одной или более цифрами	Скорость в км/час
<i>Z</i> с четырьмя цифрами	Всемирное время (... час...мин)

Сигналы, применяемые при всех способах сигнализации

Таблица 25.4.

AA	«Все после...»: употребляемый после сигнала повторения «RPT» означает «Повторите все после...»
AB	«Все до...»: употребляемый после сигнала повторения «RPT» означает «Повторите все до...»
AR	Сигнал окончания; конец передачи или сигнала
AS	Сигнал ожидания или сигнал раздела
BN	Все между... и ...»; употребленный после сигнала повторения «RPT» означает «Повторите все между...и...»

C	Утвердительный – ДА или «Значение предыдущей группы должно читаться в утвердительной форме»
CS	Какое название или какой позывной вашего судна (или станции)?»
DE	«От...» (употребляется перед названием или позывным вызывающей станции)
K	«Я хочу установить связь с вами» или приглашение к передаче
N(NO)	Отрицательный – НЕТ или «Значение предыдущей группы должно читаться в отрицательной форме»
OK	Подтверждение правильно принятого повторения или «правильно»
RQ	Вопросительный или «Значение предыдущей группы должно читаться в вопросительной форме»
R	«Принято» или «Я принял ваш последний сигнал»
RPT	Сигнал повторения – «Я повторяю» или «Повторите что вы передали» или «Повторите, что вы приняли»
WA	«Слово или группа после...», употребленный после сигнала повторения «RPT» означает «Повторите слово или группу после ...»
WB	«Слово или группа перед...», употребленный после сигнала повторения «RPT» означает «Повторите слово или группу перед ...»

Выводы

1. Система ограждения опасностей разработана МАМС в 1976 г.
2. Латеральные знаки (левой и правой стороны) выставляются по принципу ограждения сторон фарватера.
3. Кардинальные знаки выставляются по принципу ограждения навигационных опасностей относительно сторон света.
4. Знаки, ограждающие отдельные опасности незначительных размеров, выставляются непосредственно над опасностью и их можно обходить с любой стороны.
5. Латеральные знаки предназначены для:
 - ограждения сторон фарватеров (каналов);
 - обозначения мест разделения фарватеров.
6. Кардинальные знаки предназначены для ограждения навигационных опасностей.
7. МСС-65 предназначен для поддержания связи в целях обеспечения безопасности мореплавания и охраны человеческой жизни на море.
8. Первое издание «МСС-65» на русском языке вышло в свет в 1969 г.
9. Сигналы используемые в МСС–65, состоят из одно-, двух- и трехбуквенных сигналов.
10. Каждый сигнал свода имеет завершённое смысловое значение.
11. Материал в своде сведен в группы и расположен в алфавитном порядке сигнальных сочетаний.
12. Все сигналы МСС, передаваемые с судна, считаются исходящими от капитана, а сигналы, поступающие на судно – адресованными капитану.

ГЛАВА 26. ПЛАВАНИЕ ПО ДУГЕ БОЛЬШОГО КРУГА – ОРТОДРОМИИ

26.1. Локсодромия и ортодромия. Элементы дуги большого круга

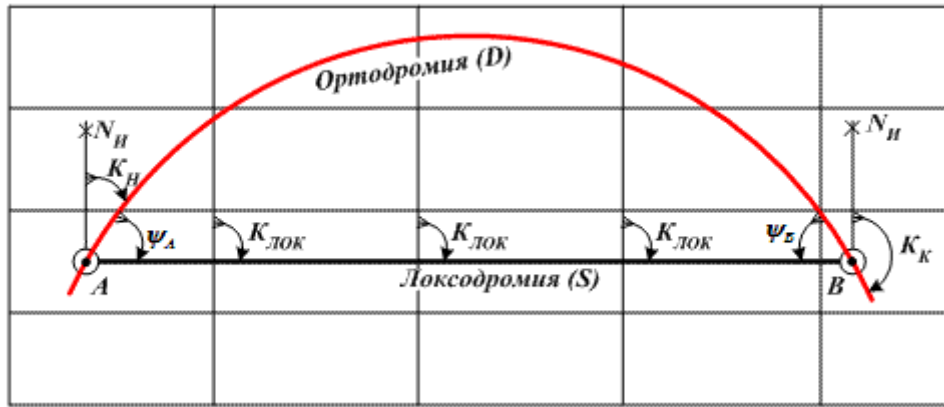


Рис. 26.1. Локсодромия и ортодромия на меркаторской путевой карте

26.1.1. Локсодромия и ее элементы

Локсодромия – линия постоянного курса. На морской навигационной карте в проекции Меркатора – прямая линия, пересекающая меридианы под одним и тем же углом $K_{\text{ЛОК}} = \text{const}$ (рис. 26.1).

На сфере:

- при $K_{\text{ЛОК}} = 0^\circ(180^\circ)$ она совпадает с меридианом ($\lambda = \text{const}$);
- при $K_{\text{ЛОК}} = 90^\circ(270^\circ)$ она совпадает с параллелью ($\varphi = \text{const}$);
- при $K_{\text{ЛОК}} = 90^\circ(270^\circ)$ и $\varphi = 0^\circ$ – она совпадает с экватором;
- при $K_{\text{ЛОК}} \neq 0^\circ(180^\circ)$ и $K_{\text{ЛОК}} \neq 90^\circ(270^\circ)$ – она представляет из себя логарифмическую спираль, стремящуюся к ближайшему полюсу и обращенную выпуклостью к экватору (рис. 26.2).

Локсодромия в переводе с греческого означает «косой бег».

Формула локсодромии:

- для эллипсоида:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \text{tg}K \cdot \left[\ln \text{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_2}{2} \right) \times \left[\frac{1 - e \cdot \sin \varphi_2}{1 + e \cdot \sin \varphi_2} \right]^{\frac{e}{2}} - \ln \text{tg} \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi_1}{2} \right) \times \left[\frac{1 - e \cdot \sin \varphi_1}{1 + e \cdot \sin \varphi_1} \right]^{\frac{e}{2}} \right] \quad (26.1)$$

- для шара:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \text{tg}K \cdot \left[\ln \text{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi_2}{2} \right) - \ln \text{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi_1}{2} \right) \right] \quad (26.2)$$

При плавании судна на небольшие расстояния (сотни миль) и ведении графического счисления пути судна на карте в проекции Меркатора удобно выполнять это плавание по локсодромии – линии постоянного курса, несмотря на то, что это и не кратчайшее расстояние между двумя заданными точками.

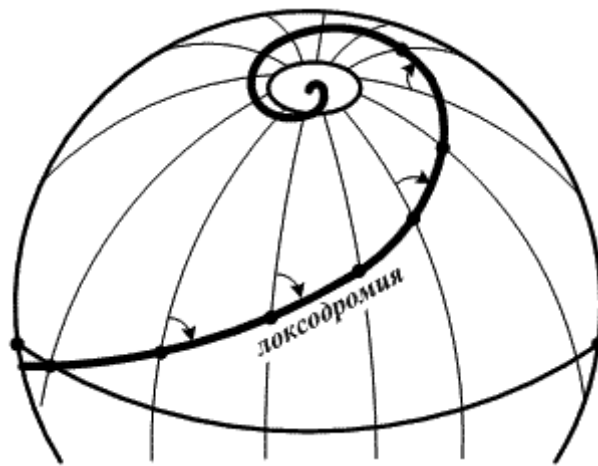


Рис. 26.2. Локсодромия на поверхности Земли

26.1.2. Ортодромия и ее элементы

Ортодромия – дуга большого круга (ДБК) – кратчайшее расстояние между двумя точками на земной сфере – кривая, обращенная (на МНК в проекции Меркатора) выпуклостью к ближайшему полюсу (рис.26.1). На картах в гномонической проекции – прямая линия.

- При курсе судна $0^\circ(180^\circ)$ – локсодромия и ортодромия «сливаются» в одну линию, совпадающую с географическим меридианом.
- При курсе судна $90^\circ(270^\circ)$ при $\varphi = 0^\circ$ – также «сливаются» в одну линию, совпадающую с земным экватором.
- При плавании судна на большие расстояния (тысячи миль) экономно плыть по ортодромии, так как это – кратчайшее расстояние между заданными точками.

Рассмотрим элементы дуги большого круга – ортодромии (рис. 26.3):

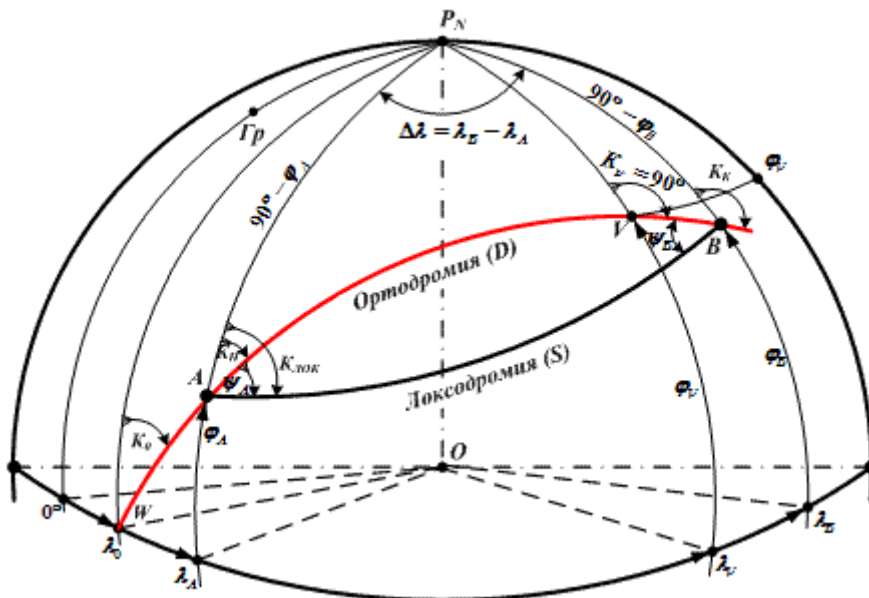


Рис. 26.3. Элементы дуги большого круга – ортодромии

1. **Исходная (начальная) точка ортодромии** → т. A ($\varphi_A \lambda_A$ или $\varphi_1 \lambda_1$).
2. **Начальный курс** плавания по ортодромии → K_H – горизонтальный угол между северной частью истинного меридиана в т. A и касательной к ортодромии в этой точке, совпадающей с носовой частью продольной оси судна. Отсчитывается от N_H по часовой стрелке от 0° до 360° .
3. **Конечная точка ортодромии** → т. B ($\varphi_B \lambda_B$ или $\varphi_2 \lambda_2$).

4. **Конечный курс** плавания по ортодромии $\rightarrow K_K$ – горизонтальный угол между северной частью истинного меридиана в т. B и касательной к ортодромии в этой точке, совпадающей с носовой частью продольной оси судна. Отсчитывается от N_H по часовой стрелке от 0° до 360° .
5. **Точка W** \rightarrow точка пересечения ортодромии и земного экватора ($\varphi_0 = 0^\circ, \lambda_0$).
6. **Курс K_0** \rightarrow горизонтальный угол между северной частью истинного меридиана в т. W и касательной к ортодромии в этой точке, совпадающей с носовой частью продольной оси судна. Отсчитывается от N_H по часовой стрелке от 0° до 360° .
7. **Точка V (вертекс)** \rightarrow точка ортодромии, имеющая наибольшее значение широты (φ_V). Это точка «перегиба» ортодромии и курс судна в этой точке $K_V = 90^\circ$ – при плавании судна в восточном направлении; или $K_V = 270^\circ$ – если судно совершает плавание по ортодромии в западном направлении.

26.2. Основные формулы ортодромии. Способы ее задания

26.2.1. Основные формулы ортодромии

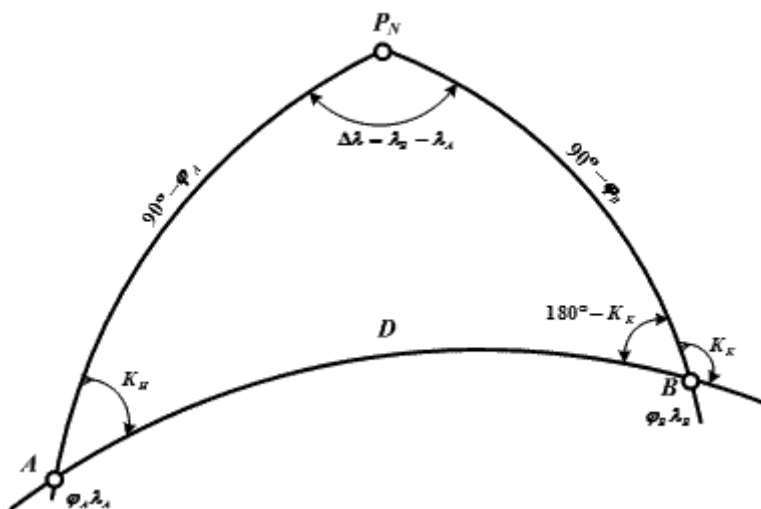


Рис. 26.4. Сферический треугольник ортодромии

Треугольник AP_NB – сферический треугольник, элементами которого являются (рис. 26.4):

- **Стороны** треугольника AP_NB :
 - $AP_N \rightarrow (90^\circ - \varphi_A)$;
 - $P_NB \rightarrow (90^\circ - \varphi_B)$;
 - $AB \rightarrow D$ (длина ортодромии)
- **Углы** треугольника AP_NB :
 - $\angle P_NAB \rightarrow K_H$ (начальный курс плавания по ДБК);
 - $\angle P_NBA \rightarrow 180^\circ - K_K$ (конечный курс плавания по ДБК);
 - $\angle AP_NB \rightarrow \Delta\lambda = \lambda_B - \lambda_A$ (разность долгот между конечной B и начальной A точками ДБК).

Из сферической тригонометрии известно «...если в сферическом треугольнике известны три элемента то, по формулам сферической тригонометрии, можно определить и все остальные...».

Применяя **формулу «косинуса стороны»** («...косинус стороны равен произведению косинусов двух других сторон плюс произведение синусов тех же сторон на косинус угла между ними...») можно определить длину ортодромии (D) между любыми двумя ее точками (т. A и т. B), координаты которых известны, то есть:

$$\cos D = \cos(90^\circ - \varphi_A) \cdot \cos(90^\circ - \varphi_B) + \sin(90^\circ - \varphi_A) \cdot \sin(90^\circ - \varphi_B) \cdot \cos(\lambda_B - \lambda_A)$$

или, после преобразования:

$$\cos D = \sin \varphi_A \cdot \sin \varphi_B + \cos \varphi_A \cdot \cos \varphi_B \cdot \cos(\lambda_B - \lambda_A) \quad (26.3)$$

Применяя формулу «котангенса угла» («...произведение котангенса крайнего угла на синус среднего угла равно произведению котангенса крайней стороны на синус средней стороны минус произведение косинусов средних частей...») можно определить значение начального K_H и конечного K_K курсов плавания по ортодромии.

$$\operatorname{ctg}K_H = \cos\varphi_A \cdot \operatorname{tg}\varphi_B \cdot \operatorname{cosec}(\lambda_B - \lambda_A) - \sin\varphi_A \cdot \operatorname{ctg}(\lambda_B - \lambda_A) \quad (26.4)$$

$$\operatorname{ctg}K_K = -\operatorname{tg}\varphi_A \cdot \cos\varphi_B \cdot \operatorname{cosec}(\lambda_B - \lambda_A) + \sin\varphi_B \cdot \operatorname{ctg}(\lambda_B - \lambda_A) \quad (26.5)$$

Аналогично определяем остальные величины:

$$\operatorname{tg}\varphi_i = \left[\frac{\operatorname{tg}(\lambda_i - \lambda_A)}{\operatorname{tg}K_H - \cos\varphi_A} + \operatorname{tg}\varphi_A \right] \cdot \cos(\lambda_i - \lambda_A) \quad (26.6)$$

или

$$\operatorname{tg}\varphi_i = \sin(\lambda_i - \lambda_0) \cdot \operatorname{ctg}K_0 \quad (26.7)$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{\lambda_A + \lambda_B}{2} - \lambda_0\right) = \sin(\varphi_A + \varphi_B) \cdot \operatorname{cosec}(\varphi_B - \varphi_A) \cdot \operatorname{tg}\frac{\lambda_B - \lambda_A}{2} \quad (26.8)$$

$$\operatorname{tg}\varphi_i = \cos\theta_i \cdot \operatorname{tg}\varphi_v \quad (26.9)$$

где $\theta = \lambda_v - \lambda_i$.

$$\varphi_v = 90^\circ - K_0 \quad (26.10)$$

$$\lambda_v = \lambda_0 \pm 90^\circ \quad (26.11)$$

26.2.2. Способы задания ортодромии

Ортодромия может быть задана одним из 4-х способов:

- по координатам любых двух ее точек (т. A : $\varphi_A \lambda_A$ и т. B : $\varphi_B \lambda_B$) при условии, что эти точки не лежат на противоположных концах земного диаметра;
- по координатам любой точки ортодромии ($\varphi_A \lambda_A, \varphi_i \lambda_i, \varphi_B \lambda_B \dots$) и направлению (курсу) ортодромии в этой точке (K_H или K_i или K_K);
- по долготу (λ_0) точки пересечения ортодромии с экватором и направлению ортодромии в этой точке (K_0);
- по координатам точки V – вертекса ($\varphi_v \lambda_v$) ортодромия в этой точке касательна к параллели).

Плавание по ортодромии обычно осуществляется при больших (тысячи миль) океанских переходах и при том условии, что такое плавание будет экономически выгоднее, чем обычное плавание постоянным курсом, то есть по локсодромии.

Плавание по ортодромии считается выгодным если:

$$\Delta S = \frac{S - D}{S} \cdot 100 \geq 0,5\% \quad (26.12)$$

где S – длина локсодромии (мили);

D – длина ортодромии (мили).

То есть для принятия решения «как плыть» необходимо первоначально рассчитать S и D и сравнить их.

26.3. Расчет плавания по локсодромии

Расчет плавания по локсодромии выполняется по формулам аналитического (письменного) счисления.

Протяженность плавания по локсодромии – расстояние между начальной (т. A) и конечной (т. B) точками плавания рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{ЛОК}} = \frac{P_{\text{III}} \cdot \operatorname{sec}K_{\text{ЛОК}}}{1 + f} \quad (26.13)$$

→ с учетом сжатия Земли;

или

$$S_{\text{лок}} = PШ \cdot \text{sec} K_{\text{лок}} \quad (26.14)$$

→ для шара (без учета сжатия Земли).

где $PШ = (\varphi_B - \varphi_A)$ – разность широт, выполняемая судном при плавании;

$$\text{tg} K_{\text{лок}} = \frac{PД}{PМЧ} \quad (26.15)$$

где $PД = (\lambda_B - \lambda_A)$ – разность долгот, выполняемая судном при плавании;

$PМЧ = (MЧ_B - MЧ_A)$ – разность меридиональных частей: конечной (B) и начальной (A) точек плавания судна.

Методику расчета плавания судна по локсодромии рассмотрим на конкретном **примере**.

Судну предстоит совершить океанский переход по маршруту:

т. A (начало плавания; пункт отхода): $\varphi_A = 20^\circ 00,0'N$, $\lambda_A = 73^\circ 50,0'W$.

т. B (пункт прихода): $\varphi_B = 42^\circ 12,0'N$, $\lambda_B = 8^\circ 50,0'W$.

Решение:

1. $PШ = (\varphi_B - \varphi_A) = 42^\circ 12,0'N - 20^\circ 00,0'N = 22^\circ 12,0'$ к $N = +1332'$.
2. $PД = (\lambda_B - \lambda_A) = -8^\circ 50,0' - (-73^\circ 50,0') = 65^\circ 00,0'$ к $E = +3900'$.
3. $PМЧ = (MЧ_B - MЧ_A) = 2782,4 - 1217,3 = 1565,1$

$$\left. \begin{array}{l} MЧ_B = (42^\circ 12,0') = 2782,4 \\ MЧ_A = (20^\circ 00,0') = 1217,3 \end{array} \right\} \rightarrow \text{из табл. 26 «MT-75» (с. 280-287) или из табл. 2.28 а «MT-2000» (с. 314-321) \rightarrow \text{см. табл. 26.5}$$

4. $\text{tg} K_{\text{лок}} = \frac{PД}{PМЧ} = \frac{3900}{1565,1} = 2,4919 \rightarrow$ табл. 6а «MT-75» (с. 155-199) или табл. 5.42а «MT-2000» (с. 460-461) $\rightarrow 68^\circ 08'$ (см. табл. 26.6).

Или (через логарифмы):

$$\left. \begin{array}{l} - \lg PД (3900) \\ - \lg PМЧ (1565,1) \end{array} \right\} \rightarrow \left. \begin{array}{l} \text{табл. 2 «MT-75» (с. 62-76) или} \\ \text{табл. 5.44 «MT-2000» (с. 465)} \end{array} \right\} \begin{array}{l} - = 3,59106 \\ = 3,19454 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} - \lg PД (3900) \\ - \lg PМЧ (1565,1) \end{array}} \right\} \text{см. табл. 26.4}$$

$$= \lg \text{tg} K_{\text{лок}} = 0,39652 \rightarrow \text{табл. 5а «MT-75»$$

$$(с. 93-137) \rightarrow K_{\text{лок}} = 68^\circ 08' NE \approx 68,1^\circ \text{ (см. табл. 26.7).}$$

5. $S_{\text{лок}} = PШ \cdot \text{sec} K_{\text{лок}} = 1332 \cdot 2,68494 = 3576,3$ мили (2,68494 – из табл. 6а «MT-75» (с. 155-199) для $\text{sec} 68^\circ 08'$ или табл. 5.42а «MT-2000» (с. 460-461).

Или (через логарифмы):

$$\left. \begin{array}{l} + \lg PШ (1332') \\ + \lg \text{sec} K_{\text{лок}} (68^\circ 08') \end{array} \right\} \rightarrow \left. \begin{array}{l} \text{табл. 2 «MT-75» (с. 62-76)} \\ \text{табл. 5а «MT-75» (с. 93-137)} \end{array} \right\} \begin{array}{l} + = 3,12450 \text{ (см. табл. 26.4)} \\ = 0,42893 \text{ (см. табл. 26.7)} \end{array}$$

$$= \lg S_{\text{лок}} = 3,55343 \rightarrow \text{табл. 2 «MT-75»$$

(с. 62-76) или табл. 5.44 «MT-2000» (с. 465) – обр. вход $\rightarrow S_{\text{лок}} = 3576,3$ мили (см. табл. 26.4).

Ответ: при плавании по локсодромии следуя из т. A в т. B постоянным курсом $K_{\text{лок}} = 68^\circ 08'$ (~ $68,1^\circ$), пройденное расстояние $S_{\text{лок}}$ составит **3576,3 мили**.

26.4. Расчет плавания по ортодромии

26.4.1. Расчет пройденного по ортодромии расстояния (D)

По формуле 26.3:

$$\begin{aligned} \cos D &= \sin \varphi_A \cdot \sin \varphi_B + \cos \varphi_A \cdot \cos \varphi_B \cdot \cos (\lambda_B - \lambda_A) \\ &+ 20^\circ 00' + 42^\circ 12' + 20^\circ 00' + 42^\circ 12' + 65^\circ 00' \\ &\text{из табл. 6a «MT-75» (с. 155÷199) или табл. 5.42a «MT-2000» (с. 460÷461):} \\ 0,52394 &= 0,34202 \cdot 0,67172 + 0,93969 \cdot 0,74080 \cdot 0,42262 \\ &\text{из табл. 6a «MT-75» (или табл. 5.42a «MT-2000») обратным входом} \\ \approx 58^\circ 24,2' &= \mathbf{3504,2 \text{ мили}} \rightarrow D. (58^\circ \cdot 60' + 24,2') \rightarrow \text{см. табл. 26.6.} \end{aligned}$$

Расчет расстояния D , выполненный по формуле (26.3), проверяем решением данной задачи по таблицам «ТВА-57», где (см. табл. 26.1).

- вместо $\delta \rightarrow \varphi_B$;
- вместо $t \rightarrow PД$;
- вместо $\varphi_C \rightarrow \varphi_A$.

Решение по «ТВА-57» возможно, если $D < 5400$ миль:

Таблица 26.1.

δ	φ_B	N	42°12,0'	$+T_\delta$	69875						Схема 24.1.
t	$PД$	E	65°00,0'	S_t	7481	$-T_t$	77352				
X		N	65°00,6'	$=T_X$	77356	S_X	7484				
φ_C	φ_A	N	20°00,0'			$=T_P$	69868				
$Y=90^\circ+(X-\varphi)$			135°00,6'			$+S_Y$	3009	$-T_Y$	70722		
A_C	K_H		52°01,5'NE $\approx 52,0^\circ$			$=T_A$	72877	S_A	4218		
h_C			31°35,7' (90° - h_C) = 58°24,3' = $\mathbf{3504,3 \text{ миль}} = D$						66504		

Вывод: и по формуле и по «ТВА-57» – $D = 3504,3$ мили.

Оцениваем экономичность плавания по ортодромии.

$$\Delta S\% = \frac{S-D}{S} \cdot 100 = \frac{3576,3-3504,2}{3576,2} \cdot 100 \approx 2\% > \text{чем } 0,5\%.$$

Вывод: плавание по ортодромии выгодно.

26.4.2. Расчет начального курса плавания по ортодромии (K_H)

По формуле 26.4:

$$\begin{aligned} \operatorname{ctg} K_H &= \cos \varphi_A \cdot \operatorname{tg} \varphi_B \cdot \operatorname{cosec} (\lambda_B - \lambda_A) - \sin \varphi_A \cdot \operatorname{ctg} (\lambda_B - \lambda_A) \\ &+ 20^\circ 00' + 42^\circ 12' + 65^\circ 00' + 20^\circ 00' + 65^\circ 00' \\ &\text{из табл. 6a «MT-75» (с. 155÷199) или табл. 5.42a «MT-2000» (с. 460÷461):} \\ 0,78064 &= 0,93969 \cdot 0,90674 \cdot 1,10338 - 0,34202 \cdot 0,46631 \\ &\text{из табл. 6a «MT-75» (или табл. 5.42a «MT-2000») обратным входом} \\ K_H &= 52^\circ 01,4' \approx \mathbf{52,0^\circ} \text{ (см. табл. 26.6).} \end{aligned}$$

Вывод: и по «ТВА-57» и по формуле – начальный курс плавания по ортодромии из т. $A \rightarrow K_H = 52^\circ 01,4' \approx 52,0^\circ$.

Правило знаков:

- Если φ_N , то все функции «+»;
- Если φ_S , то \sin «-», а \cos «+»;
- Знак $\cos \Delta \lambda$ зависит лишь от величины угла, но не зависит от его наименования ($\lambda < 90^\circ \rightarrow \cos$ «+» и наоборот).

26.4.3. Расчет конечного курса плавания по ортодромии (K_K)

По формуле 26.5:

$$ctg K_K = -tg \varphi_A \cdot \cos \varphi_B \cdot cosec (\lambda_B - \lambda_A) + \sin \varphi_B \cdot ctg (\lambda_B - \lambda_A)$$

↑
из табл. 6а «МТ-75» (с. 155÷199) или табл. 5.42а «МТ-2000» (с. 460÷461):

$$0,01573 = -0,36397 \cdot 0,74080 \cdot 1,10338 + 0,67172 \cdot 0,46631$$

↓
из табл. 6а «МТ-75» (или табл. 5.42а «МТ-2000») обратным входом по $ctg K_K = 0,01573$ находим значение

$K_K = 89^\circ 06,0' \approx 89,1^\circ$, т.е. в т. В курс судна $K_K = 89,1^\circ$ (см. табл. 26.6).

26.4.4. Расчет значений K_0 и λ_0

По формуле 26.8:

$$tg \left(\frac{\lambda_A + \lambda_B}{2} - \lambda_0 \right) = \sin(\varphi_A + \varphi_B) \cdot cosec(\varphi_B - \varphi_A) \cdot tg \left(\frac{\lambda_B - \lambda_A}{2} \right)$$

$\begin{matrix} -41^\circ 20' & +62^\circ 12' & +22^\circ 12' & +32^\circ 30' \end{matrix}$

$$tg \left(\frac{\lambda_A + \lambda_B}{2} - \lambda_0 \right) = \sin 62^\circ 12' \cdot cosec 22^\circ 12' \cdot tg 32^\circ 30' = (\text{см. т. 6а «МТ-75» или т. 5.42а «МТ-2000»}) = 0,88458 \cdot 2,64662 \cdot 0,63707 = 1,49147$$

т.е.

$$tg \left(\frac{\lambda_A + \lambda_B}{2} - \lambda_0 \right) = 1,49147$$

$$\frac{\lambda_A + \lambda_B}{2} = \frac{-73^\circ 50' + (-8^\circ 50')}{2} = \frac{-82^\circ 40'}{2} = -41^\circ 20'$$

$tg(-41^\circ 20' - \lambda_0) = (\text{т. 6а «МТ-75» или т. 5.42а «МТ-2000»}) = 56^\circ 09,6'$ (см. табл. 26.6).

Тогда:

$$-41^\circ 20' - \lambda_0 = 56^\circ 09,6',$$

а для

$$\lambda_0 = -41^\circ 20' - 56^\circ 09,6' = -97^\circ 29,6'$$

т.е.

$$\lambda_0 = \underline{\underline{97^\circ 29,6'W.}}$$

(Или через логарифмы):

$$\left. \begin{array}{l} \left(\frac{\lambda_B - \lambda_A}{2} = +32^\circ 30' \right. \\ \left(\varphi_A + \varphi_B = +62^\circ 12' \right. \\ \left(\varphi_B - \varphi_A = +22^\circ 12' \right. \\ \left. \lg tg(-41^\circ 20' - \lambda_0) \right. \end{array} \right\} \begin{array}{l} \lg tg \\ \lg \sin \\ \lg cosec \\ = 0,17362 \end{array} \left. \begin{array}{l} +9,80419 \\ +9,94674 \\ 0,42269 \\ \end{array} \right\} \leftarrow \text{из табл. 5а «МТ-75» (с. 93÷137).}$$

$$\lg tg(-41^\circ 20' - \lambda_0) = \underline{\underline{0,17362}} \rightarrow (\text{см. табл. 26.7})$$

из табл. 5а «МТ-75» (с. 93÷137) обратным входом $\rightarrow 56^\circ 09,6'$ и тогда:

$$\lambda_0 = -41^\circ 20,0' - 56^\circ 09,6' = -97^\circ 29,6'$$

т.е.

$$\lambda_0 = \underline{\underline{97^\circ 29,6'W.}}$$

А по формуле (26.7):

$$tg \varphi_A = \sin(\lambda_A - \lambda_0) \cdot ctg K_0$$

$$\begin{aligned} \operatorname{ctg} K_0 &= \frac{\operatorname{tg} \varphi_A}{\sin(\lambda_A - \lambda_0)} = \frac{\operatorname{tg} 20^{\circ}00,0'}{\sin[-73^{\circ}50,0' - (-97^{\circ}29,6')]} = \frac{\operatorname{tg} 20^{\circ}00,0'}{\sin 23^{\circ}39,6'} = \\ &= (\text{из табл. 6a «MT-75» или из табл. 5.42a «MT-2000»}) = \frac{0,36397}{0,40131} = 0,90695 = \operatorname{ctg} K_0 = \\ &= (\text{из табл. 6a «MT-75» или из табл. 5.42a «MT-2000»}) = 47^{\circ}47,6' = K_0 \text{ (см. табл. 26.6)}. \end{aligned}$$

(Или через логарифмы):

$$\begin{aligned} + \lg \operatorname{tg} \varphi_A \quad (+20^{\circ}00') &= +9,56107 \\ \lg \operatorname{cosec}(\lambda_A - \lambda_0) \quad (+23^{\circ}39,6') &= 0,39652 \end{aligned} \left. \vphantom{\begin{aligned} + \lg \operatorname{tg} \varphi_A \quad (+20^{\circ}00') \\ \lg \operatorname{cosec}(\lambda_A - \lambda_0) \quad (+23^{\circ}39,6') \end{aligned}} \right\} \text{из табл. 5a «MT-75» (с.93÷137)}$$

$$= \lg \operatorname{ctg} K_0 \rightarrow = 9,95759 \rightarrow \text{из т. 5a «MT-75» (обратным входом)} \rightarrow 47^{\circ}47,6' \approx 47,8^{\circ}, \text{ т.е. } K_0 = 47,8^{\circ} \text{ (см. табл. 26.7)}.$$

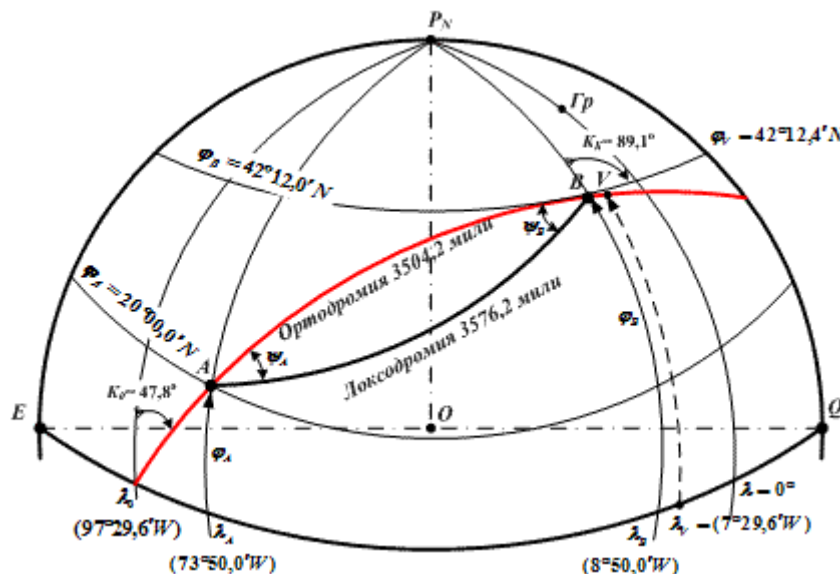


Рис. 26.5. Схема плавания судна по ДБК – ортодромии

26.4.5. Расчет координат промежуточных точек ортодромии

1) По значениям λ_0 и K_0 .

$$\lambda_0 = 97^{\circ}29,6'W \quad K_0 = 47^{\circ}47,6'.$$

По формуле 26.7 $\rightarrow \operatorname{tg} \varphi_i = \sin(\lambda_i - \lambda_0) \cdot \operatorname{ctg} K_0$

из табл. 6a «MT-75» (с. 155÷199) или табл. 5.42a «MT-2000» (с. 460÷461).

Для промежуточной точки № 1:

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \sin(\lambda_i - \lambda_0) \cdot \operatorname{ctg} K_0 = \sin(67^{\circ}29,6' - 97^{\circ}29,6') \cdot \operatorname{ctg} 47^{\circ}47,6' = \sin 30^{\circ} \cdot \operatorname{ctg} 47^{\circ}47,6' = 0,50000 \cdot 0,90685 = 0,45343(\operatorname{tg} \varphi_i) \rightarrow$$

\rightarrow из табл. 6a «MT-75» или табл. 5.42a «MT-2000» (обратный вход) \rightarrow

$$\varphi_i = 24^{\circ}23,6'N \text{ (см. табл. 26.6)}.$$

Задаваясь значениями долготы λ_i (через 10°) по формуле (7) рассчитываем значения широт всех промежуточных точек φ_i . Выполним это через логарифмы (табл. 26.2):

$$\lg \operatorname{tg} \varphi_i = \lg \sin(\lambda_i - \lambda_0) + \lg \operatorname{ctg} K_0$$

табл. 5a «MT-75» (с. 93÷137) (табл. 26.7).

Таблица 26.2

№№ точек	Заданная долгота λ_i (через 10°)	$\lambda_i - \lambda_0$ $\lambda_0 = 97^{\circ}29,6'W$	$\lg \sin(\lambda_i - \lambda_0)$	$\lg \operatorname{ctg} K_0$ $K_0 = 47^{\circ}47,6'$	$\lg \operatorname{tg} \varphi_i$	φ_i
1	$67^{\circ}29,6'W$	30°	9,69897	9,95759	9,65656	$24^{\circ}23,6'N$
2	$57^{\circ}29,6'W$	40°	9,80807	9,95759	9,76566	$30^{\circ}14,5'N$
3	$47^{\circ}29,6'W$	50°	9,88425	9,95759	9,84184	$34^{\circ}47,4'N$
4	$37^{\circ}29,6'W$	60°	9,93753	9,95759	9,89512	$38^{\circ}08,9'N$
5	$27^{\circ}29,6'W$	70°	9,97299	9,95759	9,93058	$40^{\circ}26,4'N$
6	$17^{\circ}29,6'W$	80°	9,99335	9,95759	9,95094	$41^{\circ}46,2'N$

2) Проверим правильность расчета φ_i по координатам «вертекса»

$$\varphi_V = 90^\circ - K_0 = 90^\circ - 47^\circ 47,6' = 42^\circ 12,4'N$$

$$\lambda_V = \lambda_0 \pm 90^\circ = 97^\circ 29,6' - 90^\circ = 7^\circ 29,6'W$$

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \cos \theta_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_V$$

$$\theta = \lambda_V - \lambda_i \quad (26.16)$$

$$\operatorname{lg} \varphi_i = \operatorname{lg} \cos \theta_i + \operatorname{lg} \operatorname{tg} \varphi_V \quad (26.17)$$

табл. 5а «МТ-75» (с. 93÷137).

Для промежуточной точки № 1:

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \cos(\lambda_V - \lambda_i) \cdot \operatorname{tg} \varphi_V = \cos(7^\circ 29,6' - 67^\circ 29,6') \cdot \operatorname{tg} 42^\circ 12,4' = \cos 60^\circ \cdot \operatorname{tg} 42^\circ 12,4' = 0,50000 \cdot 0,90695$$

$$= 0,4534(\operatorname{tg} \varphi_i) \rightarrow$$

→ из табл. 6а «МТ-75» или табл. 5.42а «МТ-2000» (обратный вход) →

$$\varphi_i = 24^\circ 23,6'N \text{ (см. табл. 26.6).}$$

Задаваясь значениями долготы λ_i через 10° ($\lambda_2 = 57^\circ 29,6'W$, $\lambda_3 = 47^\circ 29,6'W$, $\lambda_4 = 37^\circ 29,6'W$, $\lambda_5 = 27^\circ 29,6'W$, $\lambda_6 = 17^\circ 29,6'W$) по формуле (26.17) рассчитываем значения широт всех промежуточных точек. Выполним это через логарифмы по формуле (26.17). Результаты расчетов сведены в табл. 26.3.

Таблица 26.3

№№ точек	Заданная долгота λ_i (через 10°)	$\theta = \lambda_V - \lambda_i$ $\lambda_V = 7^\circ 29,6'W$	$\operatorname{lg} \cos \theta$	$\operatorname{lg} \operatorname{tg} \varphi_V$ ($\varphi_V = 42^\circ 12,4'N$)	$\operatorname{lg} \operatorname{tg} \varphi_i$	φ_i
1	$67^\circ 29,6'W$	60°	9,69897	9,95758	9,65655	$24^\circ 23,6'N$
2	$57^\circ 29,6'W$	50°	9,80807	9,95758	9,76565	$30^\circ 14,5'N$
3	$47^\circ 29,6'W$	40°	9,88425	9,95758	9,84183	$34^\circ 47,4'N$
4	$37^\circ 29,6'W$	30°	9,93753	9,95758	9,89511	$38^\circ 08,9'N$
5	$27^\circ 29,6'W$	20°	9,97299	9,95758	9,93057	$40^\circ 26,4'N$
6	$17^\circ 29,6'W$	10°	9,99335	9,95758	9,95093	$41^\circ 46,2'N$

Вывод: расчеты выполнены правильно. Аналогично можно выполнить расчет φ_i через 5° по долготе (а не через 10°), что чаще всего и выполняется.

Нанеся по координатам начальную точку (т. А), 6 промежуточных точек (тт. 1÷6) и конечную точку (т. В) на морскую навигационную карту(ы), получим (рис. 26.6) маршрут перехода судна с изменением курса через каждые 10° долготы (плавание по хордам ортодромии).

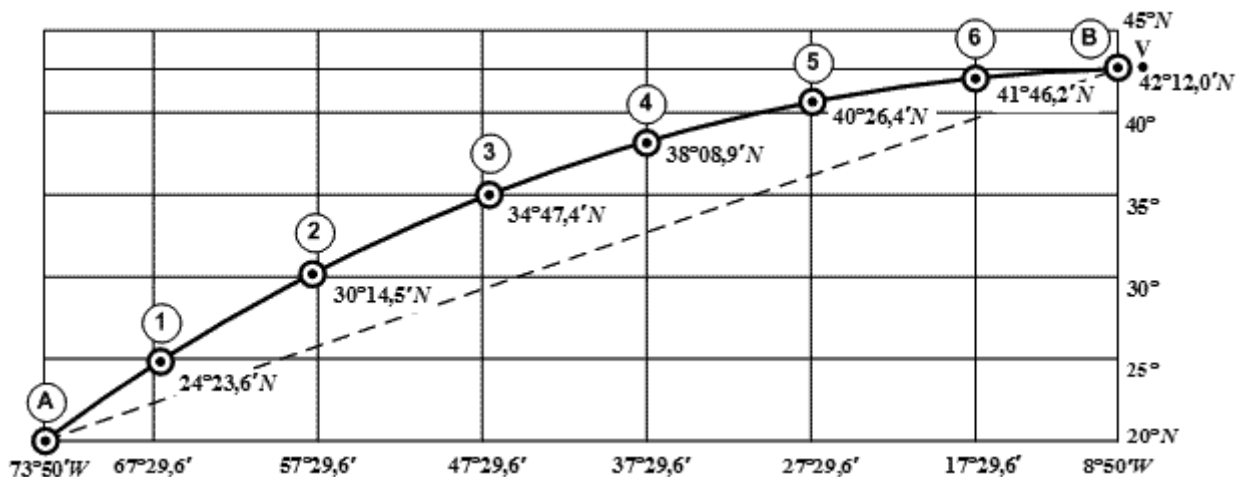


Рис. 26.6. Схема плавания судна по хордам ортодромии

26.4.6. Задачи на расчет плавания по ДБК

№ зад.	Дано		Ответ						
	т.А $\frac{\varphi_A}{\lambda_A}$	т.В $\frac{\varphi_B}{\lambda_B}$	$\frac{K_{ЛОК}}{S_{ЛОК}}$	$\frac{D_{ОРТ}}{\%}$	$\frac{K_H}{K_K}$	$\frac{K_0}{\lambda_0}$	$\frac{\varphi_V}{\lambda_V}$	$\frac{\varphi_1}{\lambda_1}$	$\frac{\varphi_2}{\lambda_2}$
1	$\frac{47^\circ 56,0'N}{5^\circ 23,0'W}$	$\frac{11^\circ 40,0'N}{58^\circ 36,0'W}$	$\frac{231,2^\circ}{3471,8}$	$\frac{3426,4}{1,6}$	$\frac{249,1^\circ}{219,7^\circ}$	$\frac{218,8^\circ}{68^\circ 09'W}$	$\frac{51^\circ 15'N}{21^\circ 51'E}$	$\frac{47^\circ 11'N}{8^\circ 09'W}$	$\frac{23^\circ 05'N}{48^\circ 09'W}$
2	$\frac{25^\circ 35,0'N}{78^\circ 10,0'W}$	$\frac{31^\circ 45,0'N}{17^\circ 00,0'W}$	$\frac{85,5^\circ}{3256,0}$	$\frac{3200,4}{1,7}$	$\frac{68,2^\circ}{99,9^\circ}$	$\frac{56,9^\circ}{125^\circ 24'W}$	$\frac{33^\circ 07'N}{35^\circ 24'W}$	$\frac{26^\circ 33'N}{75^\circ 24'W}$	$\frac{33^\circ 07'N}{35^\circ 24'W}$
3	$\frac{31^\circ 45,0'N}{17^\circ 00,0'W}$	$\frac{25^\circ 35,0'N}{78^\circ 10,0'W}$	$\frac{263,5^\circ}{3256,0}$	$\frac{3200,2}{1,7}$	$\frac{279,9^\circ}{248,2^\circ}$	$\frac{236,9^\circ}{125^\circ 24'W}$	$\frac{33^\circ 07'N}{35^\circ 24'W}$	$\frac{32^\circ 43'N}{25^\circ 24'W}$	$\frac{29^\circ 27'N}{65^\circ 24'W}$
4	$\frac{13^\circ 40,0'N}{124^\circ 15,0'E}$	$\frac{22^\circ 19,0'N}{175^\circ 45,0'E}$	$\frac{67,7^\circ}{2998,6}$	$\frac{2970,8}{0,9}$	$\frac{72,2^\circ}{89,2^\circ}$	$\frac{67,7^\circ}{87^\circ 57'E}$	$\frac{22^\circ 20'N}{177^\circ 57'E}$	$\frac{14^\circ 47'N}{127^\circ 57'E}$	$\frac{22^\circ 01'N}{167^\circ 57'E}$
5	$\frac{22^\circ 19,0'S}{175^\circ 45,0'E}$	$\frac{13^\circ 40,0'N}{124^\circ 15,0'E}$	$\frac{247,7^\circ}{2998,7}$	$\frac{2971,0}{0,9}$	$\frac{269,2^\circ}{252,2^\circ}$	$\frac{247,7^\circ}{87^\circ 57'E}$	$\frac{22^\circ 20'N}{177^\circ 57'E}$	$\frac{22^\circ 01'S}{167^\circ 57'E}$	$\frac{14^\circ 48'N}{127^\circ 57'E}$
6	$\frac{2^\circ 40,0'N}{179^\circ 50,0'W}$	$\frac{23^\circ 50,0'N}{114^\circ 20,0'W}$	$\frac{67,6^\circ}{4165,0}$	$\frac{4133,5}{0,8}$	$\frac{63,2^\circ}{82,2^\circ}$	$\frac{63,7^\circ}{174^\circ 26'W}$	$\frac{26^\circ 20'N}{84^\circ 26'W}$	$\frac{0^\circ 00'}{174^\circ 26'W}$	$\frac{17^\circ 39'N}{134^\circ 26'W}$
7	$\frac{23^\circ 50,0'N}{114^\circ 20,0'W}$	$\frac{2^\circ 40,0'S}{179^\circ 50,0'W}$	$\frac{247,6^\circ}{4165,0}$	$\frac{4133,6}{0,8}$	$\frac{257,8^\circ}{245,1^\circ}$	$\frac{243,0^\circ}{174^\circ 26'W}$	$\frac{27^\circ 00'N}{84^\circ 26'W}$	$\frac{21^\circ 19'N}{124^\circ 26'W}$	$\frac{5^\circ 03'N}{164^\circ 26'W}$
8	$\frac{21^\circ 20,0'S}{57^\circ 40,0'E}$	$\frac{33^\circ 03,0'S}{115^\circ 46,0'E}$	$\frac{102,7^\circ}{3187,4}$	$\frac{3135,6}{1,6}$	$\frac{116,1^\circ}{87,4^\circ}$	$\frac{123,2^\circ}{20^\circ 56'E}$	$\frac{33^\circ 09'S}{110^\circ 56'E}$	$\frac{22^\circ 46'S}{60^\circ 56'E}$	$\frac{32^\circ 45'S}{100^\circ 56'E}$
9	$\frac{33^\circ 03,0'S}{115^\circ 46,0'E}$	$\frac{21^\circ 20,0'S}{57^\circ 40,0'E}$	$\frac{282,7^\circ}{3187,4}$	$\frac{3140,0}{1,5}$	$\frac{267,4^\circ}{296,0^\circ}$	$\frac{303,2^\circ}{20^\circ 56'E}$	$\frac{33^\circ 09'S}{110^\circ 56'E}$	$\frac{33^\circ 09'S}{110^\circ 56'E}$	$\frac{26^\circ 34'S}{70^\circ 56'E}$
10	$\frac{2^\circ 10,0'S}{61^\circ 20,0'E}$	$\frac{35^\circ 20,0'S}{115^\circ 05,0'E}$	$\frac{123,4^\circ}{3615,2}$	$\frac{3584,5}{0,9}$	$\frac{130,4^\circ}{111,1^\circ}$	$\frac{130,4^\circ}{58^\circ 47'E}$	$\frac{40^\circ 23'S}{148^\circ 47'E}$	$\frac{8^\circ 24'S}{68^\circ 47'E}$	$\frac{33^\circ 05'S}{108^\circ 47'E}$

Логарифмы чисел
(выдержка из табл. 2 «МТ-75» или табл. 5.44 «МТ-2000»)

Таблица 26.4

Число	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
133	12.385	12.418	12.450	12.483	12.516	12.548	12.581	12.613	12.646	12.678
156	19.312	19.340	12.368	19.396	19.424	19.451	19.479	19.507	19.535	19.562
159	20.140	20.167	20.194	20.222	20.249	20.276	20.303	20.330	20.358	20.385
162	20.952	20.978	21.005	21.032	21.059	21.085	21.112	21.139	21.165	21.192
199	29.885	29.907	29.929	29.951	29.973	29.994	30.016	30.038	30.060	30.081
212	32.634	32.654	32.675	32.695	32.715	32.736	32.756	32.777	32.797	32.818
217	33.646	33.666	33.686	33.706	33.726	33.746	33.766	33.786	33.806	33.826
256	40.824	40.841	40.858	40.875	40.892	40.909	40.926	40.943	40.960	40.976
299	47.567	47.582	47.596	47.611	47.625	47.640	47.654	47.669	47.683	47.698
309	48.996	49.010	49.024	49.038	49.052	49.066	49.080	49.094	49.108	49.122
318	50.243	50.256	50.270	50.284	50.297	50.311	50.325	50.338	50.352	50.365
319	50.379	50.393	50.406	50.420	50.433	50.447	50.461	50.474	50.488	50.501
322	50.786	50.799	50.813	50.826	50.840	50.853	50.866	50.880	50.893	50.907
325	51.188	51.202	51.215	51.228	51.242	51.255	51.268	51.282	51.295	51.308
347	54.033	54.045	54.058	54.070	54.083	54.095	54.108	54.120	54.133	54.145
348	54.158	54.170	54.183	54.195	54.208	54.220	54.233	54.245	54.258	54.270
357	55.267	55.279	55.291	55.303	55.315	55.328	55.340	55.352	55.364	55.376
361	55.751	55.763	55.775	55.787	55.799	55.811	55.823	55.835	55.847	55.859

367	56.467	56.478	56.490	56.502	56.514	56.526	56.538	56.549	56.561	56.573
370	56.820	56.832	56.844	56.855	56.867	56.879	56.891	56.902	56.914	56.926
390	59.106	59.118	59.129	59.140	59.151	59.162	59.173	59.184	59.195	59.207
393	59.439	59.450	59.461	59.472	59.483	59.494	59.506	59.517	59.528	59.539
416	61.909	61.920	61.930	61.941	61.951	61.962	61.972	61.982	61.993	62.003
419	62.221	62.232	62.242	62.252	62.263	62.273	62.284	62.294	62.304	62.315
519	71.517	71.525	71.533	71.542	71.550	71.559	71.567	71.575	71.584	71.592
543	73.480	73.488	73.496	73.504	73.512	73.520	73.528	73.536	73.544	73.552
703	84.696	84.702	84.708	84.714	84.720	84.726	84.733	84.739	84.745	84.751
788	89.653	89.658	89.664	89.669	89.675	89.680	89.686	89.691	89.697	89.702

Например: 1) $lg\ 3900 \rightarrow 3,59106$; 2) $lg\ 1565,1 \rightarrow 3,19454$

Меридиональные части
(выдержка из табл. 26 «МТ-75» или табл. 2.28а «МТ-2000»)

Таблица 26.5

Широта														
'	2 ⁰	11 ⁰	13 ⁰	20 ⁰	21 ⁰	22 ⁰	23 ⁰	25 ⁰	31 ⁰	33 ⁰	35 ⁰	42 ⁰	47 ⁰	60 ⁰
0'	119,2	659,7	781,6	1217,3	1280,9	1345,1	1409,6	1540,3	1946,2	2087,0	2231,1	2766,3	3185,9	4507,4
...
3'	122,2	662,7	784,7	1220,4	1284,1	1348,3	1412,9	1543,6	1949,6	2090,5	2234,7	2770,3	3190,3	4513,4
...
10'	129,2	669,8	791,8	1227,9	1291,6	1355,8	1420,4	1551,2	1957,8	2098,9	2243,2	2779,7	3200,5	4527,4
...
12'	131,1	671,9	793,8	1230,0	1293,7	1357,9	1422,6	1553,4	1960,1	2101,2	2245,7	2782,4	3203,4	4531,4
...
19'	138,1	678,9	801,0	1237,4	1301,2	1365,5	1430,2	1561,1	1968,2	2109,6	2254,2	2791,8	3213,7	4545,5
20'	139,1	680,0	802,0	1238,4	1302,3	1366,5	1431,3	1562,2	1969,4	2110,8	2255,4	2793,2	3215,2	4547,5
...
35'	154,0	695,2	817,3	1254,4	1318,3	1382,7	1447,5	1578,8	1986,9	2128,7	2273,8	2813,4	3237,3	4577,9
...
40'	159,0	700,2	822,5	1259,7	1323,6	1388,1	1453,0	1584,3	1992,8	2134,6	2279,9	2820,2	3244,7	4588,1
...
45'	164,0	705,3	827,6	1265,0	1329,0	1393,4	1458,4	1589,8	1998,6	2140,6	2286,0	2827,0	3252,1	4598,3
...
50'	168,9	710,4	832,7	1270,3	1334,3	1398,8	1463,8	1595,3	2004,5	2146,6	2292,2	2833,8	3259,5	4608,5
...
56'	174,9	716,5	838,8	1276,7	1340,8	1405,3	1470,3	1602,0	2011,5	2153,8	2299,5	2841,9	3268,5	4620,8
...

Натуральные значения тригонометрических функций
(выдержка из табл. 6-а «МТ-75» или 5.42-а «МТ-2000»)

Таблица 26.6

угол α ↓	$\sin \alpha$	$\operatorname{cosec} \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\operatorname{ctg} \alpha$	$\operatorname{sec} \alpha$	$\cos \alpha$	↑ угол α
0 ⁰ 0'	0,00 000	∞	0,00 000	∞	1,00 000	1,00 000	90 ⁰ 00'
0 ⁰ 50'	0,01 454	68,757	0,01 455	68,750	1,00 011	0,99 989	89 ⁰ 10'
0 ⁰ 54'	0,01 571	63,665	0,01 571	63,657	1,00 012	0,99 988	89 ⁰ 06'
2 ⁰ 10'	0,03 781	26,451	0,03 783	26,432	1,00 072	0,99 929	87 ⁰ 50'
2 ⁰ 12'	0,03 839	26,050	0,03 842	26,031	1,00 074	0,99 926	87 ⁰ 48'
2 ⁰ 33'	0,04 449	22,476	0,04 454	22,454	1,00 099	0,99 901	87 ⁰ 27'
2 ⁰ 38'	0,04 594	21,766	0,04 599	21,599	1,00 106	0,99 894	87 ⁰ 22'
2 ⁰ 40'	0,04 653	21,494	0,04 658	21,470	1,00108	0,99 892	87 ⁰ 20'
4 ⁰ 50'	0,08 426	11,868	0,08 456	11,826	1,00 357	0,99 644	85 ⁰ 10'
4 ⁰ 55'	0,08 571	11,668	0,08 602	11,625	1,00 369	0,99 632	85 ⁰ 05'
5 ⁰ 03'	0,08 803	11,360	0,08 837	11,316	1,00 390	0,99 612	84 ⁰ 57'
5 ⁰ 24'	0,09 411	10,626	0,09 453	10,579	1,00 446	0,99 556	84 ⁰ 36'
6 ⁰ 10'	0,10 742	9,3092	0,10 805	9,2553	1,00 582	0,99 421	83 ⁰ 50'
6 ⁰ 30'	0,11 320	8,8337	0,11 394	7,7769	1,00 647	0,99 357	83 ⁰ 30'

6°32'	0,11 378	8,7888	0,11 452	8,7317	1,00 654	0,99 351	83°28'
7°49'	0,13 600	7,3527	0,13 728	7,2844	1,00 938	0,99 071	82°11'
8°24'	0,14 608	6,8454	0,14 767	6,7720	1,01 084	0,98 927	81°36'
8°39'	0,15 040	6,6490	0,15 213	6,5734	1,01 151	0,98 863	81°21'
9°36'	0,16 677	5,9963	0,16 914	5,9124	1,01 420	0,98 600	80°24'
9°53'	0,17 164	5,8261	0,17 423	5,7396	1,01 506	0,98 516	80°07'
9°56'	0,17 250	5,7970	0,17513	5,7101	1,01 522	0,98 501	80°04'
9°58'	0,17 308	5,7778	0,17 573	5,6906	1,01 532	0,98 491	80°02'
10°00'	0,17 365	5,7588	0,17 633	5,6713	1,01 543	0,98 481	80°00'
11°40'	0,20 222	4,9452	0,20 648	4,8430	1,02 110	0,97 934	78°20'
11°43'	0,20 307	4,9244	0,20 739	4,8218	1,02 128	0,97 916	78°17'
12°13'	0,21 161	4,7257	0,21 651	4,6187	1,02 317	0,97 735	77°47'
12°44'	0,22 041	4,5369	0,22 597	4,4253	1,02 521	0,97 541	77°16'
12°45'	0,22 070	4,5311	0,22 628	4,4194	1,02 528	0,97 534	77°15'
13°00'	0,22 495	4,4454	0,23 087	4,3315	1,02 630	0,97 437	77°00'
13°40'	0,23 627	4,2324	0,24 316	4,1126	1,02 914	0,97 169	76°20'
13°54'	0,24 023	4,1627	0,24 747	4,0408	1,03 017	0,97 072	76°06'
14°18'	0,24 700	4,0486	0,25 490	3,9232	1,03 197	0,96 902	75°42'
14°47'	0,25 516	3,9190	0,26 390	3,7893	1,03 424	0,96 690	75°13'
16°13'	0,27 927	3,5808	0,29 084	3,4383	1,04 144	0,96 021	73°47'
17°28'	0,30 015	3,3317	0,31 466	3,1780	1,04 834	0,95 389	72°32'
17°39'	0,30 320	3,2981	0,31 818	3,1429	1,04 940	0,95 293	72°21'
17°50'	0,30 625	3,2653	0,32 171	3,1084	1,05 047	0,95 195	72°10'
18°09'	0,31 151	3,2102	0,32 782	3,0505	1,05 236	0,95 024	71°51'
18°24'	0,31 565	3,1681	0,33 266	3,0061	1,05 388	0,94 888	71°36'
18°25'	0,31 593	3,1653	0,33 298	3,0032	1,05 398	0,94 878	71°35'
19°35'	0,33 518	2,98 349	0,35 576	2,81 091	1,06 140	0,94 215	70°25'
20°00'	0,34 202	2,92 380	0,36 397	2,74 748	1,06 418	0,93 969	70°00'
20°46'	0,35 456	2,82 037	0,37 920	2,63 714	1,06 948	0,93 503	69°14'
20°55'	0,35 701	2,80 104	0,38 220	2,61 646	1,07 055	0,93 410	69°05'
21°05'	0,35 973	2,77 990	0,38 553	2,59 381	1,07 174	0,93 306	68°55'
21°06'	0,36 000	2,77 780	0,38 587	2,59 156	1,07 186	0,93 295	68°54'
21°10'	0,36 108	2,76 945	0,38 721	2,58 261	1,07 235	0,93 253	68°50'
21°19'	0,36 352	2,75 086	0,39 022	2,56 266	1,07 344	0,93 159	68°41'
21°20'	0,36 379	2,74 881	0,39 055	2,56 046	1,07 356	0,93 148	68°40'
21°46'	0,37 083	2,69 667	0,39 930	2,50 440	1,07 677	0,92 870	68°14'
21°52'	0,37 245	2,68 494	0,40 132	2,49 177	1,07 752	0,92 805	68°08'
22°01'	0,37 488	2,66 755	0,40 436	2,47 302	1,07 866	0,92 707	67°59'
22°12'	0,37 784	2,64 662	0,40 809	2,45 043	1,08 006	0,92 587	67°48'
22°19'	0,37 973	2,63 348	0,41 047	2,43 623	1,08 097	0,92 510	67°41'
22°20'	0,37 999	2,63 162	0,41 081	2,43 422	1,08 109	0,92 499	67°40'
22°26'	0,38 161	2,62 049	0,41 258	2,42 218	1,08 187	0,92 432	67°34'
22°46'	0,38 698	2,58 412	0,41 968	2,38 279	1,08 449	0,92 209	67°14'
23°02'	0,39 127	2,55 580	0,42 516	2,35 205	1,08 663	0,92 028	66°58'
23°05'	0,39 207	2,55 057	0,42 619	2,34 636	1,08 703	0,91 994	66°55'
23°12'	0,39 394	2,53 845	0,42 860	2,33 317	1,08 798	0,91 914	66°48'
23°40'	0,40 141	2,49 119	0,43 828	2,28 167	1,09 183	0,91 590	66°20'
23°50'	0,40 408	2,47 477	0,44 175	2,26 374	1,09 323	0,91 472	66°10'
24°13'	0,41 019	2,43 790	0,44 977	2,22 337	1,09 649	0,91 200	65°47'
24°24'	0,41 310	2,42 070	0,45 362	2,20 449	1,09 808	0,91 068	65°36'
24°25'	0,41 337	2,41 914	0,45 397	2,20 278	1,09 822	0,91 056	65°35'
24°30'	0,41 469	2,41 142	0,45 573	2,19 430	1,09 895	0,90 996	65°30'
24°53'	0,42 077	2,37 658	0,46 382	2,15 596	1,10 233	0,90 717	65°07'
25°00'	0,42 262	2,36 620	0,46 631	2,14 451	1,10 338	0,90 632	65°00'
25°35'	0,43 182	2,31 576	0,47 876	2,08 872	1,10 870	0,90 196	64°25'
25°45'	0,43 445	0,30 179	0,48 234	2,07 321	1,11 025	0,90 070	64°15'
26°04'	0,43 942	2,27 574	0,48 917	2,04 426	1,11 323	0,89 828	63°56'
26°20'	0,44 359	2,25 432	0,49 495	2,02 039	1,11 579	0,89 623	63°40'
26°30'	0,44 620	2,24 116	0,49 858	2,00 569	1,11 740	0,89 493	63°30'
26°33'	0,44 698	2,23 724	0,49 967	2,00 131	1,11 789	1,89 454	63°27'
26°34'	0,44 724	2,23 594	0,50 004	1,99 986	1,11 805	0,89 441	63°26'
26°37'	0,44 802	2,23 205	0,50 113	1,99 550	1,11 854	0,89 402	63°23'

26 ⁰ 51'	0,45 166	2,21 407	0,50 623	1,97 538	1,12 083	0,89 219	63 ⁰ 09'
26 ⁰ 53'	0,45 218	2,21 153	0,50 696	1,97 253	1,12 117	0,89 193	63 ⁰ 07'
27 ⁰ 00'	0,45 399	2,20 269	0,50 953	1,96 261	1,12 233	0,89 101	63 ⁰ 00'
27 ⁰ 12'	0,45 710	2,18 772	0,51 393	1,94 579	1,12 433	0,88 942	62 ⁰ 48'
27 ⁰ 14'	0,45 762	2,18 524	0,51 467	1,94 301	1,12 467	0,88 915	62 ⁰ 46'
27 ⁰ 48'	0,46 639	2,14 414	0,52 724	1,89 667	1,13 048	0,88 458	62 ⁰ 12'
27 ⁰ 57'	0,46 870	2,13 356	0,53 059	1,88 469	1,13 205	0,88 336	62 ⁰ 03'
28 ⁰ 40'	0,47 971	2,08 458	0,54 673	1,82 906	1,13 970	0,87 743	61 ⁰ 20'
28 ⁰ 50'	0,48 226	2,07 356	0,55 051	1,81 649	1,14 152	0,87 603	61 ⁰ 10'
29 ⁰ 03'	0,48 557	2,05 942	0,55 545	1,80 014	1,14 391	0,87 420	60 ⁰ 57'
29 ⁰ 26'	0,49 141	2,03 496	0,56 424	1,77 230	1,14 820	0,87 093	60 ⁰ 34'
29 ⁰ 27'	0,49 166	2,03 391	0,56 462	1,77 110	1,14 839	0,87 079	60 ⁰ 33'
29 ⁰ 29'	0,49 217	2,03 182	0,56 539	1,76 869	1,14 877	0,87 050	60 ⁰ 31'
29 ⁰ 54'	0,49 849	2,00 607	0,57 503	1,73 905	1,15 354	0,86 690	60 ⁰ 06'
30 ⁰ 00'	0,50 000	2,00 000	0,57 735	1,73 205	1,15 470	0,86 603	60 ⁰ 00'
30 ⁰ 14'	0,50 352	1,98 601	0,58 279	1,71 588	1,15 743	0,86 398	59 ⁰ 46'
30 ⁰ 15'	0,50 377	1,98 502	0,58 318	1,71 473	1,15 763	0,86 384	59 ⁰ 45'
30 ⁰ 24'	0,50 603	1,97 615	0,58 670	1,70 446	1,15 940	0,86 251	59 ⁰ 36'
30 ⁰ 35'	0,50 879	1,96 544	0,59 101	1,69 203	1,16 159	0,86 089	59 ⁰ 25'
31 ⁰ 30'	0,52 250	1,91 388	0,61 280	1,63 185	1,17 283	0,85 264	58 ⁰ 30'
31 ⁰ 32'	0,52 299	1,91 207	0,61 360	1,62 972	1,17 325	0,85 234	58 ⁰ 28'
31 ⁰ 36'	0,52 399	1,90 845	0,61 520	1,62 548	1,17 409	0,85 173	58 ⁰ 24'
31 ⁰ 45'	0,52 621	1,90 037	0,61 882	1,61 598	1,17 598	0,85 035	58 ⁰ 13'
31 ⁰ 54'	0,52 844	1,89 237	0,62 245	1,60 657	1,17 790	0,84 897	58 ⁰ 06'
31 ⁰ 56'	0,52 893	1,89 060	0,62 325	1,60 449	1,17 832	0,84 866	58 ⁰ 04'
32 ⁰ 00'	0,52 992	1,88 708	0,62 487	1,60 033	1,17 918	0,84 805	58 ⁰ 00'
32 ⁰ 30'	0,53 730	1,86 116	0,63 707	1,56 969	1,18 569	0,84 339	57 ⁰ 30'
32 ⁰ 40'	0,53 975	1,85 271	0,64 117	1,55 966	1,18 790	0,84 182	57 ⁰ 20'
32 ⁰ 43'	0,53 049	1,85 019	0,64 240	1,55 666	1,18 856	0,84 135	57 ⁰ 17'
32 ⁰ 45'	0,54 097	1,84 852	0,64 322	1,55 467	1,18 901	0,84 104	57 ⁰ 15'
32 ⁰ 54'	0,54 317	1,84 103	0,64 693	1,54 576	1,19 102	0,83 962	57 ⁰ 06'
33 ⁰ 03'	0,54 537	1,83 362	0,65 065	1,53 693	1,19 304	0,83 819	56 ⁰ 57'
33 ⁰ 05'	0,54 586	1,83 198	0,65 148	1,53 497	1,19 349	0,83 788	56 ⁰ 55'
33 ⁰ 07'	0,54 635	1,83 034	0,65 231	1,53 302	1,19 394	0,83 756	56 ⁰ 53'
33 ⁰ 09'	0,54 683	1,82 871	0,65 314	1,53 107	1,19 440	0,83 724	56 ⁰ 51'
33 ⁰ 10'	0,54 708	1,82 790	0,65 355	1,53 010	1,19 463	0,83 708	56 ⁰ 50'
33 ⁰ 24'	0,55 048	1,81 659	0,65 938	1,51 658	1,19 782	0,83 485	56 ⁰ 36'
33 ⁰ 50'	0,55 678	1,79 604	0,67 028	1,49 190	1,20 386	0,83 066	56 ⁰ 10'
34 ⁰ 35'	0,56 760	1,76 179	0,68 942	1,45 049	1,21 462	0,82 330	55 ⁰ 25'
34 ⁰ 47'	0,57 047	1,75 293	0,69 459	1,43 970	1,21 756	0,82 132	55 ⁰ 13'
34 ⁰ 48'	0,57 071	1,75 219	0,69 502	1,43 881	1,21 781	0,82 115	55 ⁰ 12'
35 ⁰ 20'	0,57 833	1,72 911	0,70 891	1,41 061	1,22 579	0,81 580	54 ⁰ 40'
35 ⁰ 37'	0,58 236	1,71 715	0,71 637	1,39 593	1,23 012	0,81 293	54 ⁰ 23'
35 ⁰ 57'	0,58 708	1,70 335	0,72 521	1,37 891	1,23 529	0,80 953	54 ⁰ 03'
35 ⁰ 59'	0,58 755	1,70 198	0,72 610	1,37 722	1,23 581	0,80 919	54 ⁰ 01'
36 ⁰ 15'	0,59 131	1,69 116	0,73 323	1,36 383	1,24 001	0,80 644	53 ⁰ 45'
36 ⁰ 16'	0,59 154	1,69 049	0,73 368	1,36 300	1,24 028	0,80 627	53 ⁰ 44'
36 ⁰ 18'	0,59 201	1,68 915	0,73 457	1,36 134	1,24 081	0,80 593	53 ⁰ 42'
36 ⁰ 40'	0,59 716	1,67 460	0,74 447	1,34 323	1,24 669	0,80 212	53 ⁰ 20'
36 ⁰ 44'	0,59 809	1,67 198	0,74 628	1,33 998	1,24 777	0,80 143	53 ⁰ 16'
36 ⁰ 47'	0,59 879	1,67 003	0,74 764	1,33 754	1,24 859	0,80 091	53 ⁰ 13'
37 ⁰ 30'	0,60 876	1,64 268	0,76 733	1,30 323	1,26 047	0,79 335	52 ⁰ 30'
37 ⁰ 40'	0,61 107	1,63 648	0,77 196	1,29 541	1,26 330	0,79 158	52 ⁰ 20'
37 ⁰ 44'	0,61 199	1,63 402	0,77 382	1,29 229	1,26 443	0,79 087	52 ⁰ 16'
37 ⁰ 59'	0,61 543	1,62 487	0,77 082	1,28 071	1,26 873	0,78 819	52 ⁰ 01'
38 ⁰ 09'	0,61 772	1,61 885	0,78 551	1,27 306	1,27 162	0,78 640	51 ⁰ 51'
38 ⁰ 29'	0,62 229	1,60 698	0,79 496	1,25 792	1,27 748	0,78 279	51 ⁰ 31'
38 ⁰ 30'	0,62 251	1,60 639	0,79 544	1,25 717	1,27 778	0,78 261	51 ⁰ 30'
38 ⁰ 42'	0,62 524	1,59 938	0,80 115	1,24 820	1,28 134	0,78 043	51 ⁰ 18'
38 ⁰ 45'	0,62 592	1,59 764	0,80 258	1,24 597	1,28 224	0,77 988	51 ⁰ 15'
38 ⁰ 49'	0,62 683	1,59 533	0,80 450	1,24 301	1,28 344	0,77 916	51 ⁰ 11'
40 ⁰ 00'	0,64 279	1,55 572	0,83 910	1,19 175	1,30 541	0,76 604	50 ⁰ 00'

40°23'	0,64 790	1,54 345	0,85 057	1,17 569	1,31 281	0,76 173	49°37'
40°26'	0,64 856	1,54 187	0,85 207	1,17 361	1,31 378	0,76 116	49°34'
40°27'	0,64 878	1,54 134	0,85 257	1,17 292	1,31 411	0,76 097	49°33'
40°29'	0,64 923	1,54 029	0,85 358	1,17 154	1,31 476	0,76 059	49°31'
41°20'	0,66 044	1,51 415	0,87 955	1,13 694	1,33 177	0,75 088	48°40'
41°46'	0,66 610	1,50 128	0,89 306	1,11 975	1,34 073	0,74 586	48°14'
41°47'	0,66 632	1,50 079	0,89 358	1,11 909	1,34 108	0,74 567	48°13'
42°04'	0,66 999	1,49 255	0,90 251	1,10 802	1,34 704	0,74 237	47°56'
42°12'	0,67 172	1,48 871	0,90 674	1,10 285	1,34 988	0,74 080	47°48'
42°25'	0,67 452	1,48 254	0,91 366	1,09 450	1,35 454	0,73 826	47°35'
42°46'	0,67 901	1,47 272	0,92 493	1,08 116	1,36 217	0,73 413	47°14'
42°49'	0,67 965	1,47 134	0,92 655	1,07 927	1,36 327	0,73 353	47°11'
43°14'	0,68 497	1,45 992	0,94 016	1,06 365	1,37 255	0,72 857	46°46'
43°40'	0,69 046	1,44 831	0,95 451	1,04 766	1,38 242	0,72 337	46°20'
45°00'	0,70 711	1,41 421	1,00 000	1,00 000	1,41 421	0,70 711	45°00'
угол α	cos α	sec α	ctg α	tg α	cosec α	sin α	угол α

Логарифмы тригонометрических функций
(выдержка из табл. 5-а «МТ-75»)

Таблица 26.7

угол α	sin α	cosec α	tg α	ctg α	sec α	cos α	угол α
0°00'	- ∞	+ ∞	- ∞	+ ∞	0,00 000	0,00 000	90°00'
0°01'	6,46 373	3,53 627	6,46 373	3,53 627	0,00 000	0,00 000	89°59'
2°10'	8,57 757	1,42 243	8,57 788	1,42 212	0,00 031	9,99 969	87°50'
2°12'	8,58 419	1,41 581	8,58 451	1,41 549	0,00 032	9,99 968	87°48'
2°33'	8,64 827	1,35 173	8,64 870	1,35 130	0,00 043	9,99 957	87°27'
2°40'	8,66 769	1,33 231	8,66 816	1,33 184	0,00 047	9,99 953	87°20'
4°50'	8,92 561	1,07 439	8,92 716	1,07 284	0,00 155	9,99 845	85°10'
4°55'	8,93 301	1,06 699	8,93 462	1,06 538	0,00 160	9,99 840	85°05'
5°03'	8,94 461	1,05 539	8,94 630	1,05 370	0,00 169	9,99 831	84°57'
5°24'	8,97 363	1,02 637	8,97 556	1,02 444	0,00 193	9,99 807	84°36'
6°10'	9,03 109	0,96 891	9,03 361	0,96 639	0,00 252	9,99 748	83°50'
6°30'	9,05 386	0,94 614	9,05 666	0,94 334	0,00 280	9,99 720	83°30'
8°24'	9,16 460	0,83 540	9,16 928	0,83 072	0,00 468	9,99 532	81°36'
8°39'	9,17 724	0,82 276	9,18 221	0,81 779	0,00 497	9,99 503	81°21'
9°36'	9,22 211	0,77 789	9,22 824	0,77 176	0,00 612	9,99 388	80°24'
9°53'	9,23 462	0,76 538	9,24 112	0,75 888	0,00 649	9,99 351	80°07'
9°58'	9,23 823	0,76 177	9,24 484	0,75 516	0,00 660	9,99 340	80°02'
10°00'	9,23 967	9,76 033	9,24 632	0,75 368	0,00 665	9,99 335	80°00'
11°43'	9,30 765	0,69 235	9,31 679	0,68 321	0,00 914	9,99 086	78°17'
12°11'	9,32 437	0,67 563	9,33 426	0,66 574	0,00 989	9,99 011	77°49'
12°13'	9,32 553	0,67 447	9,33 548	0,66 452	0,00 995	9,99 005	77°47'
12°44'	9,34 324	0,65 676	9,35 405	0,64 595	0,01 081	9,98 919	77°16'
12°45'	9,34 380	0,65 620	9,35 464	0,64 536	0,01 084	9,98 916	77°15'
13°40'	9,37 341	0,62 659	9,38 589	0,61 411	0,01 247	9,98 753	76°20'
13°54'	9,38 062	0,61 938	9,39 353	0,60 647	0,01 291	9,98 709	76°06'
14°18'	9,39 270	0,60 730	9,40 636	0,59 364	0,01 367	9,98 633	75°42'
14°47'	9,40 682	0,59 318	9,42 144	0,57 856	0,01 462	9,98 538	75°13'
14°48'	9,40 730	0,59 270	9,42 195	0,57 805	0,01 465	9,98 535	75°12'
16°13'	9,44 602	0,55 398	9,46 366	0,53 634	0,01 763	9,98 237	73°47'
17°28'	9,47 734	0,52 266	9,49 784	0,50 216	0,02 050	9,97 950	72°32'
17°39'	9,48 173	0,51 827	9,50 267	0,49 733	0,02 094	9,97 906	72°21'
18°09'	9,49 347	0,50 653	9,51 563	0,48 437	0,02 216	9,97 784	71°51'
18°24'	9,49 920	0,50 080	9,52 200	0,47 800	0,02 279	9,97 721	71°36'
19°35'	9,52 527	0,47 473	9,55 115	0,44 885	0,02 588	9,97 412	70°25'
20°00'	9,53 405	0,46 595	9,56 107	0,43 893	0,02 701	9,97 299	70°00'
20°46'	9,54 969	0,45 031	9,57 887	0,42 113	0,02 917	9,97 083	69°14'
21°06'	9,55 630	0,44 370	9,58 644	0,41 356	0,03 014	9,96 986	68°54'

36 ⁰ 09'	9,77 078	0,22 922	9,86 365	0,13 635	0,09 287	9,90 713	53 ⁰ 51'
36 ⁰ 16'	9,77 199	0,22 801	9,86 551	0,13 449	0,09 352	9,90 648	53 ⁰ 44'
36 ⁰ 18'	9,77 233	0,22 767	9,86 603	0,13 397	0,09 370	9,90 630	53 ⁰ 42'
36 ⁰ 44'	9,77 677	0,22 323	9,87 290	0,12 710	0,09 614	9,90 386	53 ⁰ 16'
37 ⁰ 30'	9,78 445	0,21 555	9,88 498	0,11 502	0,10 053	9,89 947	52 ⁰ 30'
38 ⁰ 08'	9,79 063	0,20 937	9,89 489	0,10 511	0,10 426	9,89 574	51 ⁰ 52'
38 ⁰ 09'	9,79 079	0,20 921	9,89 515	0,10 485	0,10 436	9,89 564	51 ⁰ 51'
38 ⁰ 29'	9,79 399	0,20 601	9,90 035	0,09 965	0,10 636	9,89 364	51 ⁰ 31'
38 ⁰ 42'	9,79 605	0,20 395	9,90 371	0,09 629	0,10 767	9,89 233	51 ⁰ 18'
38 ⁰ 45'	9,79 652	0,20 348	9,90 449	0,09 551	0,10 797	9,89 203	51 ⁰ 15'
38 ⁰ 49'	9,79 715	0,20 285	9,90 553	0,09 447	0,10 838	9,89 162	51 ⁰ 11'
40 ⁰ 00'	9,80 807	0,19 193	9,92 381	0,07 619	0,11 575	9,88 425	50 ⁰ 00'
40 ⁰ 23'	9,81 151	0,18 849	9,92 971	0,07 029	0,11 820	9,88 180	49 ⁰ 37'
40 ⁰ 26'	9,81 195	0,18 805	9,93 048	0,06 952	0,11 852	9,88 148	49 ⁰ 34'
40 ⁰ 27'	9,81 210	0,18 790	9,93 073	0,06 927	0,11 863	9,88 137	49 ⁰ 33'
41 ⁰ 46'	9,82 354	0,17 646	9,95 088	0,04 912	0,12 734	9,87 266	48 ⁰ 14'
41 ⁰ 47'	9,82 368	0,17 632	9,95 113	0,04 887	0,12 745	9,87 255	48 ⁰ 13'
42 ⁰ 04'	9,82 607	0,17 393	9,95 545	0,04 455	0,12 938	9,87 062	47 ⁰ 56'
42 ⁰ 12'	9,82 719	0,17 281	9,95 748	0,04 252	0,13 030	9,86 970	47 ⁰ 48'
42 ⁰ 13'	9,82 733	0,17 267	9,95 774	0,04 226	0,13 041	9,86 959	47 ⁰ 47'
42 ⁰ 46'	9,83 188	0,16 812	9,96 611	0,03 389	0,13 423	9,86 577	47 ⁰ 14'
42 ⁰ 49'	9,83 229	0,16 771	9,96 687	0,03 313	0,13 458	9,86 542	47 ⁰ 11'
43 ⁰ 40'	9,83 914	0,16 086	9,97 978	0,02 022	0,14 064	9,85 936	46 ⁰ 20'
45 ⁰ 00'	9,84 949	0,15 051	0,00 000	0,00 000	0,15 051	9,84 949	45 ⁰ 00'
угол α	cos α	sec α	ctg α	tg α	cosec α	sin α	угол α

Выводы

1. Ортодромия – дуга большого круга (ДБК) – кратчайшее расстояние между двумя точками. На земной сфере – прямая, на МНК в проекции Меркатора – кривая, обращенная выпуклостью к ближайшему полюсу. На картах в гномонической проекции – прямая линия.
2. Элементы ортодромии рассчитываются по формулам сферической тригонометрии.
3. Плавание судна по ортодромии выгодно, если:

$$\Delta S = \frac{S - D}{S} \cdot 100\% > 0,5\%$$

S – длина локсодромии,

D – длина ортодромии.

ГЛАВА 27. АНГЛИЙСКИЕ МОРСКИЕ КАРТЫ, РУКОВОДСТВА И ПОСОБИЯ ДЛЯ ПЛАВАНИЯ

27.1. Английские морские карты

Гидрография РФ и отечественная гидрография обеспечивают морскими картами все суда для их плавания практически во всех районах Мирового океана.

Однако в отдельных районах может оказаться полезной дополнительная информация, получаемая с иностранных морских карт.

На отечественных судах часто используют **английские Адмиралтейские карты**, официально издаваемые Гидрографическим управлением Британского Адмиралтейства (выпускается более 6.000 различных морских карт, охватывающих почти все моря и океаны).

Математическая основа многих из этих карт базируется на материалах прошлого столетия и построена на элементах различных эллипсоидов (Эйри – 1858 г., Кларка – 1866 г., Бесселя – 1841 г. и др.) и не приведена еще к единой геодезической основе. Поэтому вполне возможны расхождения в координатах одних и тех же объектов, нанесенных на английские и отечественные карты.

Английские карты издаются обычно в том же масштабе, в котором велась съемка, а поэтому отмечается низкая точность нанесения глубин и судоводителям, использующим английскую карту, **следует считать предостерегательной изобату 10 саженей**

(1 сажень морская = 6 футов = 2 ярдам = 1,8288 метра;

1 фут = 0,3048 метра = 12 дюймам = 1/3 ярда = 1/6 морской сажени;

1 ярд = 0,9144 метра = 36 дюймам = 3 футам;

1 дюйм = 25,4 мм)

и без крайней необходимости за нее не заходить.

Категории английских карт:

1. **(Navigational Charts)** → **навигационные карты**, предназначенные для прокладки пути судна.
2. **(Non-navigational Charts)** → **ненавигационные карты** (как отечественные справочные и вспомогательные карты).
3. **(Diagrams)** → **диаграммы**, дополняющие 1-ю и 2-ю категории и служащие также для облегчения различного рода навигационных расчетов и графического решения задач судовождения.
4. **(Plotting Sheets)** → **прокладочные планшеты** – крупномасштабные карты-сетки.

27.1.1. Английские навигационные карты

Английские навигационные карты (АНК) подразделяются на 4 вида:

1. · океанские АНК (М = 1:1.800.000 и мельче);
 2. · генеральные АНК (М = 1:365.000 до 1:3.500.000);
 3. · прибрежные АНК (М = 1:50.000 до 1:750.000);
 4. · крупномасштабные АНК (масштабом крупнее 1:50.000).
1. · **Ocean Charts** → **океанские АНК** масштабом от 1:1.800.000 и мельче – предназначены для общегеографического изучения вод Мирового океана и районов плавания при больших океанских переходах. Из средств навигационного оборудования (СНО) на них показаны только системы дальней навигации и маяки с дальностью видимости более 15 миль.
 2. · **General Charts** **генеральные карты** масштабом от 1:365.000 до 1:3.500.000 – предназначены для обеспечения плавания вне видимости берегов или в значительном удалении от них (идентичны нашим генеральным МНК).
 3. · **Coastal Charts** → **прибрежные карты** масштабом от 1:50.000 до 1:750.000 – предназначены для обеспечения плавания в непосредственной близости к берегам (соответствуют нашим путевым и частным МНК).

4. • **Large-Scale Charts** → **крупномасштабные карты** масштабом от 1:1000 до 1:25000 – предназначены для обеспечения прохода узкостей, плавания по фарватерам, входа в заливы, бухты, гавани и порты. На такие карты всю обстановку наносят полностью, однако береговая ситуация показана очень ограниченно и только вблизи береговой линии.

Большая часть АНК составлена в нормальной проекции Меркатора с масштабом, отнесенным к средней параллели карты.

На современных АНК глубины даны в **метрах**. Глубины обычно отнесены к среднему уровню малых сизигийных вод, то есть фактическая глубина не может быть меньше указанной на карте.

Высоты дают в **футах (или метрах)** над средним уровнем полных сизигийных вод.

Видимость огней дают в морских милях для $e = 4,5$ м (15 футов).

Фарватеры на АНК обозначают прерывистыми линиями.

Гарантированные глубины иногда отмечают надписями: «**Dredged to 30ft (1959)**» – углублен до 30 футов с 1959 г.

«**Violent Eddies**» → стремительное встречное течение (водоворот);

«**Strong over Falls**» → сильная толчея;

«**Race**» → быстрина, сулой;

«**Breaks**» → буруны и т.п.

АНК содержат значительное число предостережений («**Cautions**») и примечаний («**Notes**»).

Эта информация носит самый разнообразный характер.

27.1.2. Английские справочные и вспомогательные карты

Такие карты издаются со специальным грифом «not to be used for navigation» - для навигационных целей непригодна.

1. • Карты океанских путей и переходов:

→ для судов с мощными СЭУ – № 5307;

→ для парусных судов – № 5308;

→ для парусных судов и судов со слабыми СЭУ – № 5309.

2. • Mine Danger Charts → карты с опасными от мин районами.

Опасные от мин районы окрашены розовым цветом. Полосатая бело-розовая окраска охватывает минные поля, где мины поставлены на большой глубине и здесь разрешается плавание надводных судов.

Пути, имеющие ширину 3 мили и более, считаются рекомендованными и обозначаются пунктирными линиями зеленого цвета (менее 3 миль – сплошная зеленая линия).

3. • Boat navigation Charts → **специальные водонепромокаемые карты** для использования в спасательных ботах. Полный комплект содержит 6 карт.

Небольшие черные кресты на АНК означают скалы, над которыми менее 6 футов воды.

Вся информация относительно ветра, погоды, течений, льда, прибоя и т.д. нанесена линиями и знаками различного цвета, подробные пояснения которых отпечатаны на обороте листа.

Здесь же даны пояснения, как следует использовать данную карту; приведены различные советы и рекомендации относительно судовождения, управления ботом, вплоть до советов по организации жизни на боте.

4. • Карты и атласы по приливам и приливо-отливным течениям Британского Адмиралтейства имеют широкое распространение среди мореплавателей.

В виде отдельных сборников и коллекций Британское Адмиралтейство издает так же магнитные карты полярных районов, гномонические карты для плавания по дуге большого круга и многое другое, сведения о которых можно получить из **Каталога карт и книг Британского Адмиралтейства (Catalogue of Admiralty Charts and Publications)**.

AEGEAN SEA
APPROACHES TO CANAKKALL BOGAZI (THE DARDANELLES)
DEPTHS in METRES
SCALE 1:100000 at lat 40°00'

Depths are in meters and reduced to Chart Datum, which is approximately the level of Lowest Astronomical Tide. The maximum range of tide is about 0,3 meter.

Heights are in meters above Mean Sea Level.

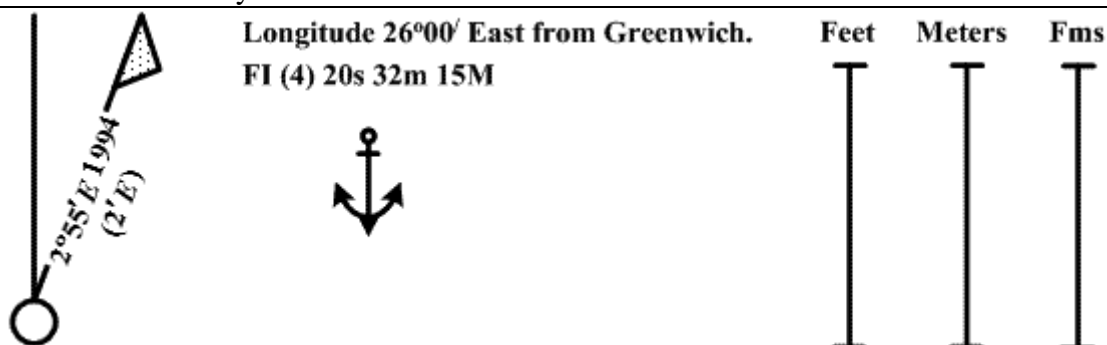
Positions are referred to European Datum (1950).

(see SATELLITE-DERIVED POSITIONS note).

Navigational marks: IALA Maritime Buoyade System-Region A (Red to port).

Projection Mercator.

Sources: Turkish Government charts of 1967 to 1993 and a Greek Government chart of 1984 with later corrections Details of the survey source data are not available.



27.2. Английские руководства и пособия для плавания

Navigational Publications for the professional mariner

1. «Admiralty Sailing Directions (Pilots)» → лоции.
2. «Admiralty List of Radio Signals» → описания радиосигналов.
3. «Admiralty Tide Tables» (4 тома) → таблицы приливов.
4. «Admiralty List of Lights and Fog signals» → описания огней и туманных сигналов.
5. «Admiralty Distance Tables» → таблицы расстояний.
6. «Ocean Passages for the World» → океанские пути Мира.
7. «The Mariners Handbook» (№ 1, 2, 3) → морские пособия.
8. «Admiralty Tidal Stream Atlases» (19) → атласы течений.
9. «Catalogue of Admiralty charts and publications» → каталог карт и книг.

27.2.1. Английские лоции («Pilots»)

Всего английских лоций 72 тома (Vol. №№ 1÷72) по районам Мирового океана.

Vol. № 24 – лоция Черного и Азовского морей.

Vol. № 45÷49 – лоции Средиземного моря и т.д.

Все английские лоции составлены по типовой схеме.

1. Вводные документы – содержат специальные замечания, список иллюстраций, словарь местных терминов и справку о транскрипции географических названий.

Специальные замечания указывают, что без самого последнего дополнения и ежегодного сборника ИМ данной книгой пользоваться нельзя.

Список иллюстраций представляет собой перечень видов, фотографий и зарисовок, помещенных в книге.

Если данная лоция охватывает иностранные воды, то в ней помещают словарь употребляющихся в лоции иностранных слов и местных терминов; их английский перевод и толкование.

2. Введение к английской лоции состоит из 3-х разделов:

Раздел I → содержит указания о порядке корректуры. Здесь же приводятся краткие описания различных навигационных пособий, издаваемых Гидрографическим управлением Английского Адмиралтейства (лоций, описаний огней, радиосигналов, таблиц приливов и др.).

Раздел II → содержит указания о пользовании картами и общие замечания по практической навигации.

Здесь же даны сведения о СНО, туманных сигналах, приливах, течениях, об определении места судна, магнитном склонении, магнитных аномалиях и бурях и т.д.

Раздел III → содержит некоторые общие сведения по метеорологии (классификация воздушных масс, атмосферных фронтов и т.д.), которые могут потребоваться мореплавателю.

Перед началом текста лоции помещен **сборный лист**, с помощью которого можно уточнить границы района, описываемого книгой.

3. Первая глава английской лоции содержит обзорные сведения для описываемого района; общее навигационно-географическое описание района; сведения о лоцманских, штормовых и других сигналах; о подводных кабелях, спасательной службе, системе плавучего ограждения, радиослужбе, рыболовстве, различные правила плавания, наставления и другие сведения общего характера.

В конце главы приводятся данные о климате и погоде с подробным гидрометеорологическим описанием района, снабженным таблицами гидрометеорологических данных.

4. Вторая глава и все последующие главы английских лоций представляют собой навигационное описание участков района в определенной географической последовательности.

В конце каждой главы (подглавы) приводятся наставления, либо указания для плавания на описываемом участке.

5. Приложения – представляют собой **справочный отдел** и, как правило, содержат сведения об основных портах описываемого района, о сухих и плавучих доках и об эллингах; портовые правила, справочные таблицы.

CAUTION

Attention is Called to Admiralty
Notices to Mariners NOS 1÷19
of the Current Year which Contain
The Following information.

CONTENTS INTRODUCTORY

1. Caution.
2. Advertisement.
3. Bibliography.
4. Contents.
5. List of views.
6. Glossary of geographical terms and words.
7. System of Orthography.
8. Information relating to Admiralty Charts and Publications, general navigation and general meteorology.
9. Index chart.

CHAPTER I

General remarks – Turkey – Bulgaria – Romania – RF – Black Sea – Ice – Currents – Range of water level – Signals – Life-saving – Buoyage systems – RF.

Navigational aids – Pilotage – Standard and summer times – Air lights – Radio stations – Supplies – Repairs – British Consular officers – Local magnetic anomaly – Submarine cables – Regulations – Climate and Weather – Climatic tables.

CHAPTER II (III, IV...)

Dardanelles.

The General Remarks. Regulations – Caution. Buoyage – Caution. Pilots. Salvage. Currents. Winds and weather. Coast. Dangers. Lights. Anchorages. Trade – Communications. Climatic table. Piers. Submarine cable. Banks. Light-buoy. Directions. Speed of vessels.

APPENDICES

- I. List of ports available for under-water repairs.
 - II. List of principal ports, showing particulars of depths, etc.
- Index.

THE BLACK SEA PILOT
№ 24 COMPRISING
THE DARDANELLES, MARMARA DENIZI,
THE BOSPORUS, BLACK SEA, AND
SEA OF AZOV.
TENTH EDITION,
1955

27.2.2. Английские описания огней и туманных сигналов (The Admiralty List of Lights and For Signals)

Это английское руководство для плавания издается **один раз в 1,5 года в 11-ти томах (№№ 74÷84)**.

«Admiralty List of Lights and For Signals»

1. Vol. A (NP-74) British Isles and North Coast of France.
2. Vol. B (NP-75) Southern and Eastern sides of the North Sea.
3. Vol. C (NP-76) Baltic Sea.
4. Vol. D (NP-77) Eastern Atlantic Ocean, Western Indian Ocean and Arabian Sea.
5. Vol. E (NP-78) Mediterranean, Black Sea and Red Sea.
6. Vol. F (NP-79) Bag of Bengal and Pacific Ocean.
7. Vol. G (NP-80) Western side of South Atlantic Ocean and East Pacific Ocean.
8. Vol. H (NP-81) Northern and Eastern coasts of Canada.
9. Vol. J (NP-82) Western side of North Atlantic Ocean.
10. Vol. K (NP-83) Indian Ocean and Pacific Ocean.
11. Vol. L (NP-84) Northern Seas.

Сведения о его корректуре публикуются в Отделе V еженедельных ИМ.

«Описания огней и туманных сигналов» составлены по типовой схеме:

1. Вводные документы → содержат предупреждения о необходимости ознакомиться с №№ 1÷20 ИМ, которые содержат различные правила и инструкции; вступительные замечания.

2. Огни и туманные сигналы → предваряются вводными значениями относительно чтения карт и руководств для плавания в части СНО. Приведены общие сведения об огнях, туманных сигналах, подводных звуковых сигналах; краткие сведения о плавучих маяках, сигнальных станциях и т.п.

Основное содержание, представленное в виде таблицы из 9-ти колонок близко к содержанию отечественных «Огней и знаков» («Огней»).

В ясную погоду огни выставляются от захода (☉) до восхода (☀) Солнца. Во время тумана и в пасмурную погоду – за 1 час до захода и через 1 час после восхода Солнца.

3. Сигналы времени → представляют собой таблицы, в которых содержатся детальные характеристики визуальных сигналов времени, подаваемых в портах.

4. Словарь технических терминов → составлен на 12 языках (... , русский, ...).

5. Алфавитный указатель.

Содержание каждого тома

1. Geographical range tables (таблица перевода футов в метры).
2. Luminous range Diagram.
3. Abbreviations used in Admiralty List of Lights (сокращения).
4. Preface.
5. Abbreviations in this Volume.
6. Contents (содержание).
7. Introductory remarks.
8. International Numbers of Lights.
9. Description.
10. Explanation-Lights.
11. Nomenclature of Lights.
12. For signals.
13. Lights Characters.
14. Glossary of Foreign terms.
15. Lights: Character; Colours; For Signals; Light Signals; Descriptive Terms.
16. Special Remarks.
17. Index, название, координаты, характер, высота, дальность, примечание. Fl (2) W 15s – группопроблесковый, 2 проблеска в группе, белый (W), период огня 15 с.

{ П – постоянный	{ Зтм – затмевающийся	{ Пр – проблесковый
{ F – Fixed	{ Oc – Single – occulting	{ Fl – Single – flashing.

18. Index.

The United Kingdom Hydrographic Office.

27.2.3. Английские описания радиосигналов (The Admiralty List of Radio Signals)

Описания радиосигналов состоят из 8-ми томов.

Каждый том охватывает весь Мировой океан, но по определенным РТЧНО.

Volume 1 (NP 281). Coast Radio Stations (Public Correspondence) (Береговые радиостанции)

includes all frequencies and classes of emission; Medical Advice by Radio; arrangements for Quarantine Reports, Locust Reports and Pollution Reports; IMMARSAT, Maritime Satellite Service; Global Maritime Distress and Safety System; Ship Reporting Systems; Piracy and Armed Robbery Reports; Alien Smuggling Reporting; Regulations for the use of Radio in Territorial Waters and a brief extract from the International Radio Regulations; together with associated diagrams.

Volume 1 is divided into two parts the following geographical areas:

Part 1 – Europe, Africa and Asia.

Part 2 – the Philippine Islands, Indonesia, Australasia, the Americas, Greenland and Iceland.

Volume 2 (NP 282). Radio Navigational Aids (Радионавигационные средства)

including Aero Radiobeacons in coastal region Radio Direction-finding Stations, Coast Radio Stations which give a QTG service, Calibration Stations, Beacons Transmitting DGPS corrections and Radar Beacons. (Recons and Remarks). Radio Time Signals, Legal Time and Electronic Position Fixing Systems; together with many associated diagrams.

Volume 3 (NP 283).**Radio Weather Services and Navigational Warnings
(Радиослужба погоды)**

together with other Maritime Safety information (MSI) broadcasts. The volume also includes certain Meteorological Codes provided for the use of shipping; together with many associated diagrams.

Volume 3 is divided into two parts covering the following geographical areas:

Part 1 – Europe, Africa and Asia.

Part 2 – the Philippine Islands, Indonesia, Australasia, the Americas, Greenland and Iceland.

Volume 4 (NP 284).**List of Meteorological observation Station and associated diagram
(Метеорологические станции)****Volume 5 (NP 285).****Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)**

information on various Distress, Search and Rescue procedures, together with all the services available to assist vessels using or participating in the GMDSS. The volume also includes many explanatory diagrams and specific extracts from the relevant International Radio Regulations.

Volume 6 (NP 286).**Pilot Services and Part Operations****(Портовые операции, лоцманские службы и регулирование движения судов)**

include all the maritime radio procedures essential to assist vessels requiring Pilots and or Entering Part. Also included are services for Small Craft including information on Marina and Harbour VHF facilities. These elements can range from the initial Estimated Time of Arrival (ETA) message to Berthing Instructions, from requests for Deep Sea Pilotage to advance booking of a Marina Berth. The detailed text is supplemented with over 75 associated diagrams which show the key elements of the many individual procedures.

Volume 6 is divided into two parts covering the following geographical areas:

Part 1 – Europe and the Mediterranean.

Part 2 – Africa, Asia, Australasia, the Americas, Greenland and Iceland.

Volume 7 (NP 287).**Vessel Traffic Services and Reporting Systems**

contain all the information on the many local, national and international Vessel Traffic Services (VTS), including all those systems that have been adopted by the IMO, and details on the voluntary, recommended and mandatory Reporting Systems world-wide. Over 100 diagrams and illustrations complement the text.

Fully complementing Volume 6, 7 is divided into the same two parts covering the following geographical areas:

Part 1 – Europe and the Mediterranean.

Part 2 – Africa, Asia, Australasia, the Americas, Greenland and Iceland.

Volume 8 (NP 288).**Satellite Navigation Systems****(Спутниковые навигационные системы)**

contains comprehensive information on all aspects of Satellite Navigation Systems including detailed explanation of and advice on various position error sources.

Том I. Береговые радиостанции.

(NP 281) **Coast Radio Stations** (Part 1 – Европа, Африка, Азия; Part 2 – Филиппинские острова, Индонезия, Австралия, Америка, о. Гренландия и о. Исландия).

Этот том состоит из 10-ти разделов:

Раздел 1. – Береговые радиостанции (номер и название радиостанции; ϕ , λ ; позывные, частота, род работы и т.п.).

Раздел 2. – Медицинские консультации по радио.

Раздел 3. – Радиокарантинные донесения с судов, находящихся в море.

Раздел 4. – Сообщения о саранче по радио.

Раздел 5. – Правила пользования радиотелеграфом и радиотелефоном в территориальных водах и гаванях.

Раздел 6. – Радиосвязь при аварийных, поисковых и спасательных работах.

Раздел 7. – Автоматическая система взаимопомощи и спасения судов.

Раздел 8. – Система радиосвязи австралийских судов.

Раздел 9. – Общие правила радиосвязи.

Раздел 10. – Международные морские службы УКВ.

Том II. Радионавигационные средства.

(NP 282) Radio Navigational Aids.

Этот том содержит сведения о радиомаяках, радиопеленгаторных станциях, береговых РЛС, радиолокационных маяках, береговых радиостанциях службы QТG, океанских службах погоды.

Раздел I. – Радиомаяки и радиопеленгаторные станции.

Отдел 1. – Определения и общие сведения.

Отдел 2. – Алфавитный указатель опознавательных сигналов РМК^{OB}.

Отдел 3. – Сведения о станциях.

Раздел II. – Океанские суда погоды – содержит сведения о судах службы погоды для 2-х районов: N часть Атлантического океана и N часть Тихого океана.

Раздел III. – Береговые РЛС, обеспечивающие навигацию – кроме основной информации о таких РТСН, содержит также рекомендации о движении в гаванях, на непосредственных подходах к порту и т.п.

Раздел IV. – Радиолокационные маяки – кроме основной информации о радиолокационных маяках, дополнительно дает сведения о принципах устройства и правилах использования различного вида радиолокационных маяков; рекомендации по методике судовождения в районах, обслуживаемых такими РТСН.

Таким образом, том II позволяет определить, какие радионавигационные средства имеет данный район (страна); подобрать РМК^И для определения по ним места судна; определить название РМК^A и его положение по опознавательному сигналу; получить сведения о радиопеленгаторных станциях и девиационных РМК^{AX} в данном районе, об океанских судах службы погоды.

Том III. Радиослужба погоды.

(NP 283) **Radio Weather Service** (Part 1 – Европа, Африка, Азия; Part 2 – Филиппинские острова, Индонезия, Австралия, Америка, о. Гренландия и о. Исландия).

Этот том содержит сведения о радиостанциях, передающих информацию о погоде, включая метеорологические коды для обеспечения мореплавания.

Том IV. Метеорологические станции.

(NP 284) Meteorological Observation Stations.

Этот том состоит из списка распределения номеров станций внутри номера группы; алфавитного списка с указанием номеров группы; перечень наблюдающих метеорологических станций.

Том V. Радиосигналы времени, радионавигационные предупреждения и системы для определения места судна.

(NP 285).

Раздел I. – Радиосигналы времени.

(Radio Time Signals).

Этот раздел содержит сведения о сигналах времени, передаваемых различными радиостанциями и данные о них.

Раздел II. – Навигационные предупреждения, передаваемые по радио.

(Radio Navigational Warnings).

Этот раздел содержит информацию о Всемирной системе навигационных предупреждений по радио (ВСНП), данные о радиостанциях, передающих **НАВИП**.

Раздел III. – РНС для определения места судна.

(Position Fixing Systems).

Этот раздел дает описание действующих РНС («Декка», «Консол», «Консолан», «Лоран-С» и др.).

В конце данного тома приведены указатели станций, передающих сигналы времени, навигационные предупреждения по радио, а также указатели позывных таких станций.

Том V-a. Приложения к разделам т.V. Схемы радиосвязи и системам определения места судна, а также таблицы поправок для различных РНС.

Том VI. Портовые операции, лоцманские службы и регулирование движения судов
(NP 286).

Этот том содержит данные о портовых радиосетях и станциях, лоцманских службах, сгруппированные по странам, включая указатель станций, а также фонетическую таблицу для произношения букв, цифр и знаков.

Том VII. Регулирование движением судов.
(NP 287).

Этот том содержит информацию о местных, национальных и международных системах разделения движения судов (СРДС), включая те системы, которые установлены ИМО. Около 100 диаграмм и иллюстраций дополняют текст.

Полностью дополняя том VI (NP 286), том VII разделен на две части, каждая из которых описывает следующие географические районы:

Часть 1 – Европа и Средиземноморье;

Часть 2 – Африка, Азия, Австралия, Америка, Гренландия и Исландия.

Том VIII. Спутниковые навигационные системы.
(NP 288).

Этот том содержит исчерпывающую информацию про все аспекты использования спутниковых навигационных систем, включая детальное объяснение и рекомендации по исключению различного рода ошибок.

Содержание каждого тома «**Admiralty List of Radio Signals**» составлено по типовой схеме:

1. Notice.
2. Directions for correcting this Volume.
3. Useful contacts Within the United Kingdom Hydrographic Office.
4. Admiralty List of Radio Signals – Report.
5. Contents.
6. Preface.
7. Admiralty List of Radio Signals.
8. General information.
9. Glossary.
10. Bibliography and Acknowledgments.
11. Index of Diagrams.
12. Index of Geographical sections.
13. Abbreviations, terms and Definitions.
 - Radio-Facsimile. Radio-Weather services and Navigational warnings.
 - Navigational Warnings. – Ice Reports. – Navtex. – Global marine Meteorological Services.
14. Tables.
15. General Radio Regulations.
16. Index of Call Signs.
17. Index of Radio Stations.
18. International Morse Code and Conventional Signals.
19. Notes.

27.2.4. Английские таблицы приливов
(*Admiralty Tide Tables*)

Limits of Admiralty Tide Tables (4 тома).

Volume I → берега Британии.

Volume II → Атлантический и Северный Ледовитый океаны.

Volume III → Индийский океан.

Volume IV → Тихий океан.

Каждый том составлен по типовой схеме:

1. Index to standard Ports (...Brest...66с).
2. Схема районов по томам 1÷4.
3. Preface.
4. Contents.
5. Instructions for the of Tables.
6. Supplementary Tables: (Table 1, 2 ...).

Part I. Tidal predictions for standard Ports. (с.2÷229), h и t ПВ и МВ в основных пунктах.

Part II. Time and height differences secondary Ports. (с.302÷359), поправки Δt и Δh для дополнительных пунктов.

Notes on Part II (с.360÷362).

Part III. Harmonic Constants (с.402÷429).

$Z_0 M_2 S_2 K_1 O_1$	1/4 diurnal	1/6 diurnal
	$f_4 F_4$	$f_6 F_6$

Part III-a. Harmonic Constants for Tidal Streams (с.431, 432).

GENERAL (с.443÷445).

Geographical index (с.445÷463).

Tidal publications.

Tidal prediction form (формы таблиц).

27.2.5. Английский каталог карт и книг (*Catalogue of Admiralty charts and publications*) NP 131.

Английский Адмиралтейский Каталог карт и книг **издается двумя изданиями:**
– **полным** и – **сокращенным**.

Английские каталоги подобны отечественным и состоят из вводных документов (Часть 1) и информации по всем издаваемым картам и навигационным пособиям по морям всего Земного шара (Часть 1÷10).

Часть 1. – Предисловие и введение:

1. → Общие сведения.
2. → Список Адмиралтейских агентств и складов по продаже карт и гидрографических изданий;
3. → Номерной указатель всех карт и других навигационных пособий.

Часть 2. – Навигационные карты, которые составляют основную часть каталога.

Часть 3. – Отведена для справочных, вспомогательных карт и диаграмм.

Часть 4. – Здесь размещаются книжные издания.

Части 3 и 4 в большинстве случаев снабжаются указателями в виде сборных листов.

Каталоги переиздаются **ежегодно**.

Об изменениях в течении года объявляется в ИМ и, кроме того, выпускаются специальные листки опечаток и корректуры за определенный период времени.

Part 1. The UKHO Products Services.

- INTRODUCTION.
- The UKHO Keeping Pace with Technology.
- Chart Agents.
- Arrangement of Catalogue.
- Visit our Web site.
- Description of Admiralty Charts and Publications.
- Decca Charts.
- User Feedback.
- Advertisement Disclaimer.
- Correction of Charts and Publications.
- Copyright Notice.
- Contact details.

Part 2. Navigational Charts.

Index Limits of Admiralty Charts Indexes.

A. The World – General Charts of the Oceans.

AA. Planning Charts.

A1. The World – Index of Charts at 1:3500000 or comparable scale.

A2. North-East Atlantic Ocean, European Waters and Mediterranean Sea – Small Scale Charts.

B. South-West England and Brittany.

B1.

D2.

:

P. Central Pacific Islands.

:

X. Admiralty Chart Folios.

Part 3. Thematic Charts.

- Routing Charts Guides.
- Gnomonic Charts.
- Instructional Charts (Training).
- Hydrographic Practice and Symbols.
- UK series Thematic Charts.
- World Series Thematic Charts.
- Astronomical Charts.
- Meteorological Charts.
- Magnetic Variation Charts.
- Territorial Sea Baseline Charts.
- Tidal Charts.
- Plotting Diagrams Sheets.
- Bathymetric Charts.

Part 4. Navigational Publications.

- Tidal Publications.
- Sailing Directions (Pilots).
- Admiralty List of Lights Fog Signals.
- ALRS – Admiralty List of Radio Signals.
- Distance Tables.
- Astronomical.
- Catalogues.
- Hydrographic Practice and Symbols.
- Meteorological Publications.
- Oceanographic Publications.
- Miscellaneous Publications.
- Notices to Mariners.

Part 5. Digital Products.

- ARCS Navigator.
- Original Equipment Manufacturers.
- ENC and Primary.
- Digital Publications and Services.

Part 6. Miscellaneous Products and Services.

- Notices to Mariners on the World Wide Web.
- Admiralty Collection.
- Wrecks Service.
- Law of the Sea.
- Tidal Predictions.

Part 7. Leisure Products.

- Small Craft Editions.
- Small Craft Folios.
- ARCS Skipper.

Part 8. Advertisers.

- Index to Advertisers.
- Advertisements.

Part 9. Numerical Index.

- Numerical Index of Chart and Publication Numbers to Pages.

Part 10. Price List.

- Admiralty Charts and Publications Recommended Retail Price List.

Выводы

1. На судах отечественного флота используются и английские карты, официально издаваемые гидрографическим управлением Британского Адмиралтейства. Выпускается более 6000 различных морских карт, охватывающих почти все моря и океаны.
2. Английские навигационные карты подразделяются на 4 вида:
 - океанские масштаба 1:1.800.000 и мельче;
 - генеральные масштаба 1:365.000 до 1:3.500.000;
 - прибрежные масштаба 1:50.000 до 1:750.000;
 - крупномасштабные масштаба от 1:1000 до 1:25.000.
3. Используя английские навигационные карты, следует четко разбирать (читать) всю информацию, которая в виде условных знаков и предостережений нанесена на карту.
4. К английским руководствам и пособиям, прежде всего, относятся
 - лоции;
 - описание огней и туманных сигналов;
 - описание радиосигналов;
 - каталог карт и книг;
 - таблицы приливов и др.

ГЛАВА 28. СУДОВАЯ КОЛЛЕКЦИЯ КАРТ, РУКОВОДСТВ И ПОСОБИЙ ДЛЯ ПЛАВАНИЯ

28.1. Судовая коллекция карт, руководств и пособий для плавания (СККРиПДП)

28.1.1. Комплектование СККРиПДП

Для обеспечения безопасности плавания на каждом морском судне должны быть постоянно в наличии необходимые карты, руководства и пособия для плавания, обязательный перечень которых для конкретного судна определяется службой мореплавания судовладельца с учетом типа судна, плана перевозок, закрепления судна на той или иной судоходной линии, а также возможных вариантов изменения районов плавания.

Капитан судна имеет право дополнить этот запас по своему усмотрению.

При отсутствии на район плавания отечественных МНК нужных масштабов, их дополняют иностранными.

Комплект карт, руководств и пособий для плавания – это МНК, руководства и пособия для плавания, охватывающие определенный географический район (часть океана, моря, ту или иную судоходную линию или часть ее и т.п.).

Такие комплекты, составленные и утвержденные службой мореплавания, облегчают процедуру заказа карт, руководств и пособий для плавания по радио, при переписке, а также ускоряют процесс их подбора и упрощают выполнение их корректуры.

СККРиПДП – комплекты карт, руководств и пособий для плавания, включенные службой мореплавания в перечень обязательных для данного судна.

В СККРиПДП входят:

1. МНК – генеральные, путевые и частные карты и планы по районам плавания судна;
2. МНК – М 1:2.000.000 следует иметь на все возможные варианты плавания судна;
3. РНК – тех РНС, приемоиндикаторы которых установлены на судне;
4. НПК – только для промысловых судов и судов специального назначения;
5. карты ВВП – М 1:5.000÷1:100.000 – для обеспечения плавания по рекам и озерам;
6. ВК и СК и номограммы: карты-сетки М 1:200.000-1:1.000.000 для обеспечения судовождения при плавании в открытых частях морей и океанов;
7. карты РНС, содержащие сведения о расположении и зонах действия РНС и точности определения места при их использовании;
8. карты гидрометеорологических элементов для справок о течениях, волнениях, приливах, льдах, ветрах, туманах, об опасных гидрометеорологических явлениях и т.д.;
9. **шлюпочные карты** – для снабжения спасательных шлюпок судов I, II категории;
10. **карты для прокладки ДБК** в гномонической проекции – на весь Мировой океан (комплект);
11. **руководства и пособия для плавания:** лоции, огни и знаки (огни), РТСНО, расписания радиопередач навигационных и гидрометеорологических сообщений для мореплавателей, расписания факсимильных радиопередач гидрометеорологических сведений (при наличии факсимильной аппаратуры);
12. **правила плавания**, гидрометеорологические атласы и таблицы;
13. справочные издания:
 - Океанские пути Мира;
 - МППСС-72;
 - МСС-65;
 - обязательные постановления по морским портам;
 - Сборник Международных соглашений и законодательных актов по вопросам мореплавания;
 - Таблицы ширины территориальных вод и специальных зон зарубежных государств;
 - условные знаки для морских карт и карт ВВП;
 - рекомендации для плавания в районах РДС;
 - Таблицы расстояний;
 - наставление гидрометеорологическим станциям и постам;
 - Таблицы для определения места судна при помощи РНС;
 - астрономические таблицы и пособия (МАЕ, МТ-75 или МТ-2000, ВАС-58, ТВА-57 и др.);
 - каталоги карт и книг;
 - корректурные документы.

СККРиПДП делится на 3 группы:

- I группа** → включает комплекты карт, руководств и пособий для плавания, предназначенные для обеспечения плавания по судоходной линии, на которой закреплено судно, между определенными портами, а для нелинейных судов – в соответствии с очередным рейсовым заданием.
- К этой группе относятся также «Каталоги карт и книг» и «Сводные описания режима плавания на морях».
- II группа** → включает карты, руководства и пособия для плавания, которые могут быть использованы в предстоящем плавании в случае отклонения судна от намеченного пути, непредвиденного захода в порт-убежище и т.п.
- III группа** → включает все остальные карты, руководства и пособия для плавания, входящие в судовую коллекцию.

Для получения необходимых карт, руководств и пособий для плавания **3-й помощник капитана составляет заявку** в 2-х экземплярах, **подписывает ее у капитана** судна и за 10 суток до даты получения сдает ее (заявку) **в службу мореплавания пароходства**.

При подаче заявки с моря по радио, такая заявка должна быть послана не менее чем за 10 суток с указанием даты прибытия судна в порт.

Суда, вышедшие с постройки заявку представляют за 20 суток.

В заявке вначале, в возрастающем порядке, указываются Адм. № МНК, РНК, НПК и карты ВВП, а затем вспомогательные (ВК) и справочные (СК) карты, включая номограммы.

После слова **«карты»** пишется слово **«книги»**, а затем указываются Адм. №№ лоций, огней и знаков, РТСНО и т.д.

Если руководства и пособия для плавания Адм. № не имеют, то в конце заявки указывают названия этих руководств и пособий.

Копия заявки (2-й экз.) остается на судне.

В службе мореплавания пароходства на подготовленные к выдаче на судно карты, руководства и пособия для плавания **выписывается накладная**, в которой на каждое издание указаны год издания, Адм. № и т.д.

3-й помощник капитана по копии (2-му экз.) заявки сверяет ее содержание с **выписанной накладной** и удостоверяется в соответствии карт, руководств и пособий для плавания этим документам, и что они полностью откорректированы на дату получения, после чего «издания» доставляются на судно.

28.1.2. Хранение, учет, передача и списание карт, руководств и пособий для плавания на судне

Стандартного порядка размещения карт, руководств и пособий для плавания (КРиПДП) на судне нет, и он осуществляется для каждого судна отдельно.

Пользование КРиПДП разрешается только лицам, имеющим непосредственное отношение к этим документам, без выноса из специально отведенных служебных помещений.

Карты судовой коллекции **должны храниться** в ящиках штурманского стола, либо на специальных стеллажах или в пеналах; руководства и пособия для плавания – в шкафах или на специальных полках.

Штурманская рубка (или другое помещение, в котором хранятся КРиПДП) является служебным помещением, порядок доступа в которое определяется капитаном судна.

Ведение учета судовой коллекции КРиПДП, ее сохранность и поддержание на уровне современности **возлагается на 3-го ПК** (помощника капитана), а **контроль** за состоянием корректуры – **на СПК** (старшего помощника капитана).

Учет всех КРиПДП ведется на судне в **«Каталогах карт и книг»** (ККК), а сами они (ККК) регистрируются в **«Книге учета материальных ценностей»** в разделе «Штурманское имущество» как учетные документы.

При замене того или иного ККК все данные учета КРиПДП должны быть перенесены в новый ККК.

Учет карт в ККК ведется в его **Номерном указателе карт**, а учет руководств и пособий для плавания – в текстовой части к сборным листам соответствующих руководств для плавания:

- Адм. № полученных на судно КРиПДП обводятся кружком (чернилами) далее простым карандашом заполняются графы: «год печати» (издания), «дата получения» и др. Это позволяет менять такие записи при корректуре, списании, передаче и т.п.

Графа «дата списания» заполняется в том случае, если данное пособие изъято из пользования и не подлежит замене другим под тем же Адм. №.

Передача КРиПДП с одного судна на другое производится по усмотрению капитана, а сама передача оформляется актом в 3-х экземплярах (1-й экз. – в БЭРНК).

Передача КРиПДП на судно другого министерства или ведомства производится только в крайних случаях.

При разборе аварийного происшествия **в иностранном порту** передавать КРиПДП администрации или морским агентам этого порта допускается только по разрешению капитана судна.

С получением объявления в ИМ о выходе новых КРиПДП 3-й помощник капитана обязан немедленно информировать об этом капитана судна и с его разрешения подать заявку в БЭРНК на получение этих изданий.

КРиПДП, пришедшие в негодность – подлежат списанию. **Минимальный срок** службы карты, после чего она считается пришедшей в негодность в результате постоянной работы судна в каком-либо районе – **6 месяцев со дня ее получения на судно.**

Сроки использования на судах РиПДП определяется их переизданием.

Во всех случаях **списание (уничтожение) КРиПДП производится по акту**, в котором указывается №№ списанных карт или их названия, год печати, количество, цена за 1 шт., общая сумма стоимости, основание или причина списания (уничтожения) и примечания.

Акт о списании в 2-х экземплярах подписывают члены комиссии во главе с СПК; **утверждает акт капитан судна** (1-й экз. – в службу мореплавания, 2-й экз. – на судне). После этого корректируют документы по учету судовых навигационных пособий.

3-й помощник капитана ведет специальную папку, в которой хранит:

1. копии заявок в БЭРНК на КРиПДП;
2. копии накладных на полученные КРиПДП;
3. акты инвентаризации штурманского имущества;
4. акты на списанные (уничтоженные) КРиПДП;
5. приемо-сдаточные акты по передаче судовых КРиПДП.

Списанные карты могут быть использованы для учебных целей и пр.

Уничтожение, подлежащих списанию **КРиПДП производится только после получения на судно новых взамен уничтожаемых.**

При приеме-передаче – передающий 3-й помощник капитана предъявляет, а принимающий 3-й помощник капитана проверяет наличие и техническое состояние всего штурманского имущества, в состав которого входит и судовая коллекция КРиПДП.

При такой передаче **приемо-сдаточные акты на КРиПДП** составляются отдельно от актов на передачу другого ГШИ (гидрографического и штурманского имущества).

При составлении такого акта и до его подписания **принимающий 3-й помощник капитана обязан:**

1. → проверить соответствие фактического наличия на судне КРиПДП их утвержденному для судовой коллекции перечню, а также их учету в «Каталогах карт и книг»;
2. → удостовериться, что корректура КРиПДП по району плавания судна и самих ККК выполнена по последним ИМ и другим корректурным документам, имеющихся на судне (дата, на которую выполнена корректура, должна быть указана в акте);
3. → проверить наличие на судне всех корректурных документов, разнесенных в соответствующие подшивки, а также отметок на них о выполненной по ним корректуре;
4. → убедиться, что капитан своевременно ознакомлен со всеми корректурными документами и на каждой из них поставил свою подпись;
5. → ознакомиться с имеющимися на судне актами на списанные (уничтоженные) КРиПДП;
6. → проверить все документы (заявки, накладные), по которым получены на судно КРиПДП;
7. → внимательно ознакомиться с предыдущим приемо-сдаточным актом.

Все **выявленные замечания** по комплектации СККРиПДП состоянию самих карт и книг, либо корректурных документов, обязательно **должны быть отражены в акте** (при необходимости указать стоимость недостающих карт и книг).

Сдающий дела помощник капитана до подписания акта обязан закончить оформление списания КРиПДП.

При значительной запущенности корректуры карт и книг принимающий дела обязан доложить об этом особым рапортом капитану судна.

При передаче судна одним капитаном другому 3-й помощник капитана докладывает капитану, принимающему судно, о наличии КРиПДП и состоянии их корректуры.

После подписания приемо-сдаточного акта **ответственность за всю СККРиПДП и их корректуру ложится на лицо, принявшего дела 3-го помощника капитана.**

28.1.3. Каталоги карт и книг

Каталог карт и книг (ККК) – основной документ по систематизации КРиПДП в судовых условиях. Это – справочное пособие, издаваемое ГУНиО МО РФ.

ККК состоит из **8 частей**: № 17 – включает КРиПДП, предназначенные для обеспечения мореплавания (по районам Мирового океана).

Часть VIII содержит специальные издания, не находящие широкого применения на транспортных и промысловых судах.

Кроме полного варианта ККК издаются:

- «Сокращенный ККК» – систематизирующий карты и книги на районы, открытые для захода иностранных судов;
- «Каталог навигационных промысловых карт и книг»;
- «Каталог для судов каботажного плавания и плавания по ВВП».

Каждая часть ККК предназначена для определенного района Мирового океана.

Схема любой из частей ККК одинакова и содержит:

1. **обложку** с указанием №... части ККК и района Мирового океана, охватываемого данной частью;
2. **титульный лист**, повторяющий надпись на обложке;
3. **«нарезку» частей ККК**, помещаемую на оборотной стороне титульного листа;
4. **лист для учета корректуры** (№ ИМ, дата корректуры, подпись);
5. **предисловие** – краткое описание ККК;
6. **содержание** – указывает № стр. расположения в ККК основных его разделов;
7. **номерной указатель карт** любой части ККК – кроме указательных функций, **выполняет и роль реестра карт судовой коллекции.**

Раздел I – «Карты» – содержит **2 отдела**:

Отдел I → «Навигационные карты» – предваряется специальным указателем – **«Сборный лист сборных листов»** (СЛСЛ) – карта Мирового океана (района) этой части ККК. Такой район разбит на несколько **участков**, каждый из которых описывается определенным комплектом карт – секция. Участки пронумерованы (например IV-12). Во всех случаях римская цифра (IV) означает № части ККК, а арабская цифра (12) – № Сборного листа карт в этой части.

Количество «Сборных листов карт» в отделе I каждого ККК различно.

1-й «Сборный лист карт» отведен для **генеральных карт**; остальные – для путевых, частных карт и планов.

«Сборный лист карт» – карта определенного участка моря (океана), с помощью которой нетрудно выписать Адм. № карт, необходимых для обеспечения плавания судна в водах этого участка, для чего:

1. – на «Сборном листе карт» простым карандашом проводят линию, ориентировочно совпадающую с предстоящим плаванием судна в данном районе;
2. – все карты, границы нарезки которых пересекаются такой линией, считаются необходимыми для обеспечения предстоящего рейса, а их Адм. № выписывают в виде списка для набора из судовой коллекции карт.

Составив список Адм. № карт – с нечетной (правой) страницы выписывают текст (название карты, год ее печати или издания, масштаб).

Таким образом, карты для предстоящего плавания судна подбираются по откорректированным ККК в следующей последовательности:

1. → в любой части ККК (I-VII) по листу «Нарезка частей каталога», определяется нужная часть ККК;
2. → в выбранной части ККК по «Сборному листу сборных листов», помещенному в начале раздела «Карты», выписываются №№ «Сборных листов карт», по которым далее подбираются и выписываются Адм. №№, необходимых на переход карт.

Первыми обычно выписываются №№ генеральных карт, на которых расположены порты (пункты) отхода и прихода; затем №№ планов, частных и путевых карт.

Для выхода из порта, плавания на рейде и в узкости лучшими будут частные карты и планы М 1:50.000 и крупнее:

- при плавании в видимости берегов – путевые карты М 1:100.000 ÷ 1:250.000;
- при плавании в открытом море, в зоне действия РМК^{ОВ} и РНС дальнего действия – карты М 1:250.000 ÷ 1:500.000, а при отсутствии таких путевых карт – карты-сетки.

По выписанным Адм. №№ из судовой коллекции набирают нужные на переход карты и **тщательно проверяют состояние их корректуры**, а при необходимости – корректируют их **по последним корректурным документам**.

Если предполагаются попутные заходы, то одновременно подбирают карты и планы и на промежуточные порты захода.

Отдел II → «Справочные, вспомогательные карты и номограммы».

Небольшой по объему отдел: сборных листов не имеет и содержит только текст, поясняющий справочные и вспомогательные карты и номограммы по схеме, как и в отделе I.

Здесь же описаны карты-сетки для района, включенного в данную часть ККК.

При использовании этой части пособия отдел просматривается полностью, а карты и номограммы отбираются по усмотрению судоводителя.

Подобранные на предстоящий рейс МНК укладываются в верхние ящики штурманского стола лицевой стороной вверх в последовательности их использования во время плавания.

Первым (сверху) укладывают план порта отхода, затем генеральную карту района перехода, далее путевые карты по маршруту и последними – подходную (частную) карту и план порта прихода.

При большом переходе генеральную карту укладывают в отдельный ящик. Судовые номера картам не присваивают.

Ящики штурманского стола с МНК должны быть закрыты на ключ, а при стоянке – опечатаны судовой печатью.

РНК, карты-сетки, карту часовых поясов и др. справочные карты на рейс, укладывают отдельно от МНК.

Раздел II – «Книги» – содержит сведения о всех руководствах и пособиях для плавания (руководства, справочные и вычислительные пособия). Это раздел на отделы не подразделяется.

Для основных, наиболее важных руководств для плавания на четных (левых) страницах даются сборные листы их нарезки по данной части ККК.

Цифры на этих листах соответствуют Адм. №№, присвоенным руководствам.

Подобранные на весь переход (часть его) руководства и пособия для плавания укладываются на специальной полке вблизи штурманского стола.

3-й помощник капитана, закончив подбор КРиПДП и выполнив их корректуру, обязан доложить капитану судна о наличии генеральных и путевых карт на весь район предстоящего плавания; частных карт и планов пунктов (портов) отхода, прихода и планируемых к заходу промежуточных пунктов; всех необходимых руководств и пособий для плавания.

Кроме того, он обязан доложить также о наиболее существенных изменениях навигационной обстановки по району предстоящего плавания.

Капитан судна, в свою очередь, должен **проверить наличие** необходимых для рейса откорректированных КРиПДП, а также корректурных документов. В период же плавания должен **осуществлять постоянный контроль** за своевременным получением навигационной информации, передаваемой по радио, а также своевременной корректурой по ней карт и руководств для плавания.

28.2. Поддержание карт, руководств и пособий для плавания на уровне современности

28.2.1. Общие положения

Одним из основных условий, определяющих **достоверность КРиПДП**, является соответствие их реальной обстановке.

Многие **элементы местности**, изображенные на МНК и описанные в руководствах для плавания, **не остаются неизменными**. Часть изменений происходит сравнительно медленно, а часть, напротив, настолько быстро, что исправления необходимы не только во время использования карты, но даже в процессе их составления.

Несоответствие содержания карт и руководств для плавания действительной обстановке не только затрудняет решение навигационных задач, **но может привести** к грубым просчетам, а порой и к **навигационной аварии**.

Таким образом, безопасность мореплавания существенно зависит от своевременности и качества поддержания карт и руководств для плавания на уровне современности.

Корректурa – систематическое исправление и дополнение сведений на картах и в руководствах для плавания с целью постоянного их поддержания на уровне современности.

Систематической корректуре подлежат все МНК, содержащие наиболее быстро изменяющиеся элементы обстановки; из руководств для плавания постоянно корректируются лоции, руководства для захода в порты, РТСНО и ККК.

Корректурa состоит из широкого комплекса специальных работ, которые начинаются с регистрации изменений, происходящих на местности, и заканчивающихся нанесением информации об этих изменениях на карты и руководства для плавания.

Сбор данных об изменениях ведется постоянно. Источником такой информации являются специальные наблюдения гидрографических органов, официальные сообщения органов других ведомств, донесения капитанов судов, лоцманов и т.п.

Полученная таким образом информация обобщается, проверяется и принимается к учету.

Все многообразие работ по осуществлению корректуры карт и руководств для плавания можно разделить на **2 основных этапа** – переиздание и **текущая корректурa**.

I. Переиздание → это цикл работ, начиная от исправлений издательских оригиналов до издания откорректированных материалов либо дополнений и вклеек к ним.

II. Текущая корректурa → это впечатывание корректуры, подклеивание вклеек и исправления от руки.

Переиздают руководства для плавания в тех случаях, когда объем исправлений достигает 15% общего объема руководства. По выходе из печати переизданных руководств для плавания предыдущее издание становится непригодным для навигационных целей, о чем объявляют в ИМ.

Переиздание МНК, в зависимости от характера и объема исправлений, делится на 3 вида: → новое издание; → малая корректурa; → вклейки.

1. Новым изданием карты печатают в тех случаях, когда исправления настолько значительны, что не могут быть нанесены иначе, как путем изготовления новых издательских оригиналов карт. На картах, выпущенных новым изданием, под нижней рамкой помещают надпись «Новое издание ... (дата)». Дата нового издания обозначает время переиздания карты и дату последнего учтенного выпуска ИМ.

При выходе новой, переизданной карты ее предыдущие тиражи непригодны для навигационных целей, о чем объявляется в ИМ.

2. С малой корректурой карты печатают по мере израсходования предыдущих тиражей и необходимости их пополнения. При печати на МНК типографским способом наносят все исправления, объявленные в постоянных ИМ и других источников, содержащих навигационную информацию. Под нижней рамкой такой карты слева помещают надпись «Малая корректурa ... (дата)». По выходе карт с

малой корректурой предыдущие тиражи этих карт остаются пригодными для использования (откорректированные вручную).

3. Вклейки издаются на карты в тех случаях, когда отдельные участки карты подверглись таким изменениям, которые не могут быть объявлены в ИМ и в то же время не вызывают необходимости в переиздании карты. На одну карту может издаваться до 3-х вклеек размером не более 15x25 см каждая. При необходимости исправлений на площади карты, превышающей площадь 3-х вклеек – карту переиздают.

4. Текущая корректура КРиПДП осуществляется на основании печатных корректурных документов и специальных радионавигационных извещений.

Береговые корректорские подразделения непрерывно ведут текущую корректуру до выдачи в БЭРНК. По получении КРиПДП БЭРНК пароходств продолжают их текущую корректуру вплоть до выдачи КРиПДП на судно. При этом текущая корректура для карт выполняется полностью, а для руководств для плавания – только по постоянным ИМ; по временным и предварительным ИМ текущую корректуру руководств для плавания на берегу не делают.

По мере накопления корректуры ежегодно издают **сводные корректуры** к руководствам для плавания, включающие всю информацию, которая объявлена в ИМ для данного руководства после его издания.

Кроме сводных корректур, периодически издаются «**Дополнения к лощиям**». О выходе их в свет объявляется в ИМ.

Руководства для плавания по сводным корректурам и дополнениям в БЭРНК не корректируются, их вкладывают в выдаваемые на суда руководства.

На каждой карте и руководстве для плавания, выдаваемым на судно, проставляется корректорский штамп БЭРНК с указанием № и даты последних ИМ.

С получением КРиПДП на судно их дальнейшую текущую корректуру продолжают на судне по **корректурным документам**.

28.2.2. Печатные корректурные документы

I. Извещения мореплавателям (ИМ) представляют собой **сборники информации об изменениях** в СНО и РТСНО, об обнаруженных навигационных опасностях, о важных объявлениях и предупреждениях, включая изменения в режимах плавания, а также сведения об изданиях новых карт и руководств для плавания, об изъятиях отдельных карт и руководств из употребления и корректуре тех из них, которые остаются в силе.

ИМ издаются с целью доведения до мореплавателей сведений об изменениях в навигационной обстановке и режиме плавания на морях и океанах и производства корректуры карт и руководств для плавания в береговых корректорских подразделениях и непосредственно на судах.

ИМ издаются **гидрографическими учреждениями** всех государств, издающих карты и руководства для плавания.

ИМ являются **официальными публикациями** международного значения, обязательными для принятия судоводителями всех стран; они распространяются бесплатно и служат предметом добровольного обмена.

В ИМ публикуется **информация об изменениях навигационной обстановки на морях и океанах**.

Каждому ИМ присваивается порядковый номер, а издаются они еженедельными выпусками, в которых содержится несколько самостоятельных №№ ИМ.

В выпуске № 1 ежегодно подробно излагаются правила и инструкции о режиме плавания, обязательные постановления, правила и инструкции, выписки из них и другие важные для безопасности мореплавания сведения.

Содержание выпуска № 1 ИМ предваряется «**Обращением к мореплавателям**» в котором содержится просьба – сообщать в ГС обо всех вновь обнаруженных опасностях, о случаях расхождения карт и руководств для плавания с местностью и других сведений, которые могут облегчить определение места судна и обеспечить безопасность мореплавания.

Все последующие **выпуски ИМ (с № 2)** издаются по **типовой схеме**:

1. Титульный лист, на котором указаны: · № выпуска и дата; · №№ публикуемых в выпуске ИМ, **НАВАРЕА** и НАВИП; · общие положения справочного характера (единицы измерения H , S , h , направлений и пр.). В нижней части титульного листа обычно приведены особо важные объявления для мореплавателей.

2. Содержание – перечень разделов данного выпуска.

Перечень КРиПДП, подлежащих корректуре по данному выпуску (в порядке возрастания Адм. №№ тех карт, которые нужно корректировать; с указанием № ИМ, по которым данную карту надо корректировать).

То есть данный перечень является **номерником ИМ за неделю**, в котором приведены Адм. №№ всех карт и руководств, подлежащих исправлению по ИМ, включенным в данный выпуск.

№№ ИМ, напечатанные курсивом, относятся к временным и предварительным ИМ.

Последовательность расположения ИМ в выпуске представляет собой перечень географических районов, против их названий указаны страницы выпуска, на которых помещены ИМ, относящиеся к этому району. Если по данному району ИМ нет – прочерк.

3. Отдел I – «Общая информация по вопросам мореплавания» – кроме общей содержит и информацию для корректуры карт – сведения о границах рыболовных, экономических и специальных зон, а также ИМ с объявлением районов боевой подготовки ВМС и др. Группируется эта информация по океанам (морям) в принятой географической последовательности районов.

4. Отдел II – «Корректурa карт» – основной документ для корректуры МНК. В нем приводятся сгруппированные по морям и океанам данные, которые доводятся до сведения мореплавателей и используются непосредственно при текущей корректуре карт (нанести, упразднить, исправить и пр.).

Координаты объектов даются с точностью, соответствующей точности карты наиболее крупного масштаба. Перед текстом каждого ИМ помещается №№ карт, на которые следует наносить указанные в ИМ изменения. Первым указывается № МНК наиболее крупного масштаба. Остальные МНК – в порядке уменьшения масштаба.

В конце отдела помещается специальный раздел: «Информация, поступившая во время издания выпуска».

5. Отдел III – «Корректурa руководств и пособий для плавания» – текст печатается только на одной стороне листа и может использоваться в качестве вклеек в соответствующие листы книжных изданий.

После текста каждого ИМ приводятся названия, Адм. №№ и год издания руководства для плавания, в которое должна быть внесена объявленная корректура.

Информация группируется по видам руководств.

6. Отдел IV – «Корректурa каталога карт и книг» – содержит информацию по корректуре ККК, а также сведения об изданиях ГУНиО МО.

7. Отдел V – «Навигационные предупреждения» – содержит 2 раздела: 1) НАВАРЕА-ХIII и 2) НАВИП, – которые представляют собой печатные дубликаты навигационных предупреждений, ранее переданных по радио и действующих на момент данного выпуска ИМ.

В начале отдела указываются №№ действующих и отмененных НАВАРЕА- ХIII и их тексты на русском и английском языках.

После этого приводятся сведения о НАВИП, открываемые перечнем карт (по районам) подлежащих корректуре по действующим НАВИП, за которым следует перечень НАВИП, опубликованных в ИМ.

В конце отдела V приводится перечень (по районам) действующих НАВИП, а также тексты НАВИП, объявленные за истекшую неделю.

По своему характеру ИМ подразделяются на:

- 1. Постоянные ИМ**→ содержат навигационные сведения, не подвергающиеся частым изменениям: – об изменениях в СНО гидротехнических и береговых сооружений; – обнаружении навигационных опасностей; – о минной обстановке; – о районах, с особым режимом плавания и т.д. Обозначаются условным знаком в виде прямоугольника, внутри которого ставят порядковый номер данного ИМ (для ГС флотов). Постоянные ИМ ГУНиО МО этого условного знака не имеют.
- 2. Временные ИМ**→ содержат сведения о непродолжительных изменениях в навигационной обстановке: сведения об изменениях или нарушениях в штатных СНО; о постановке нештатных СНО; о районах с особым режимом плавания и их ограждении. У порядкового № временных ИМ – знак (В). Если указан срок его действия, то оно отмене не подлежит – утрачивает силу по истечении срока. Если срок действия не указан, то при утрате своего значения оно подлежит отмене постоянным ИМ.

3. **Предварительные ИМ** – содержат сведения о предполагаемых в ближайшее время изменениях в навигационной обстановке или о начатых, но не доведенных до конца изменениях. У порядкового номера их ставится буква (П).

II. Нумерники ИМ ГУНиО МО → издаются, чтобы облегчить подбор ИМ для корректуры карт и руководств для плавания, а также для упрощения контроля за уже выполненной корректурой; их издаются отдельными брошюрами 2 раза в год – за I-е полугодие и за год.

В них, в порядке возрастания Адм. №№, приводятся карты и руководства для плавания и указываются номера ИМ, по которым они должны быть откорректированы.

В нумерники включают все номера ИМ независимо от их характера, кроме отмененных. После издания к руководствам для плавания дополнений в нумерники включают только те номера ИМ, которые опубликованы после даты, указанной в дополнении.

Перечень карт и руководств для плавания, подлежащих корректуре по выпускам ИМ за I-е полугодие, обобщают и выпускают отдельной брошюрой – Нумерник за I-е полугодие. Точно так же в конце года выпускают нумерник за истекший год. В конце каждого нумерника помещают перечень изданий, объявленных в ИМ ГУНиО МО за полугодие или год.

III. Дополнения к руководствам для плавания и **Сводные корректуры** также являются официальными печатными корректурными документами. Материал в Дополнениях расположен в виде поправок и вставок к страницам руководства и печатается на одной стороне листа для удобства подклейки к корректируемой странице руководства.

Для облегчения корректуры руководств для плавания в Дополнениях к ним указывается страница и строка, к которой относится данное исправление.

Иногда в руководствах замене может подлежать целый лист. В этом случае соответствующий лист Дополнения печатается с обеих сторон.

В Дополнения не включают данные об изменении вида и высот сооружений маяков и светящихся знаков, а также высот огней.

Для облегчения работы по отысканию необходимых исправлений в начале дополнения помещают оглавление.

IV. Сводные корректуры к руководствам для плавания включают информацию, которая была объявлена в ИМ для данного руководства после его издания или после издания последнего Дополнения к нему.

Каждая последующая сводная корректура включает в себя все, не утратившие силу, данные предыдущей. Несколько ИМ, дополняющих или изменяющих друг друга, объединяют в единый окончательный текст корректуры по данному объекту. (В) и (П) ИМ сюда не включаются.

Если данное руководство регулярно корректировать по ИМ, то сводная корректура используется только для контроля выполненной корректуры. Сводные корректуры к руководствам для плавания издаются ежегодно.

V. Английские ИМ → издаются в виде **еженедельных общих** и частных **адмиралтейских ИМ (АИМ)**.

Кроме того, после выхода очередных дополнений к английским лотциям выпускаются годовые сборники ИМ (Ежегодный свод АИМ).

Общие АИМ – для корректуры всех карт и руководств для плавания. Выпуски №№ 52 общих АИМ представляют собой еженедельные сборники, каждый из которых **состоит из 6 секций:** (1) указатель ИМ; 2) извещения; 3) навигационные предупреждения (радио); 4) исправления к ЧИНПАКС и ИМ № 6 (мины); 5) корректура «Описаний огней и туманных сигналов»; 6) корректура «Описаний радиосигналов»).

Для удобства корректуры, подклейки исправлений с секций в печатаются на одной стороне листа; вклейки могут быть как текстовыми, так и в виде части карт.

В конце выпуска помещена форма и указания для составления донесений об обнаруженных опасностях и изменениях в навигационной обстановке.

Для нанесения на карты новых пунктов и для нахождения корректируемых объектов в неясных случаях даны П и D. **Звездочка (*)** у № означает, что содержание ИМ базируется на достоверных данных.

Географические координаты в АИМ приведены для карт самого крупного масштаба, если не установлено иначе; **направления истинные** (0÷360°); направления, относящиеся к огням, даны с моря. **Видимость огней** указана для ясной погоды.

Туманные сигналы действуют только во время пасмурной погоды или тумана.

Глубины приведены к нулю карты самого крупного масштаба.

Высоты даны над уровнем средней полной воды (ПВ) в сизигию.

Для выполнения обширной корректуры к краткому тексту АИМ прилагается снимок с карты наиболее крупного масштаба, на котором показана вся корректура.

В начале каждого года отдельной брошюрой издается «**Ежегодный свод АИМ**». Такой свод постоянно действующих АИМ включает в себя ту информацию общего характера, которая приводится в выпуске № 1 ИМ ГУНиО МО РФ.

Этот свод состоит из 4-х частей:

I часть → вступительная – содержит различные указатели, облегчающие работу со сводом;

II часть → содержит действующие ежегодные АИМ №№ 1÷21;

III часть → временные (В) и предварительные (П) АИМ, действующие на дату выхода в свет данного свода;

IV часть → содержит АИМ только для корректуры руководств и пособий для плавания и приложения – карты и схемы к отдельным номерам ежегодных АИМ.

Для исправления ККК издается корректурный документ: «Опечатки и исправления за период...».

Частные АИМ издаются также еженедельно; они служат только для корректуры навигационных карт и руководств для плавания и включаются в общие АИМ.

Заглавные буквы *P* или *T* после номера некоторых АИМ обозначают, что АИМ является предварительным (*P*) или временным (*T*).

Порядок и форма изложения материалов в ИМ других государств примерно такие же, как в английских и отечественных.

Перечень основной штурманской документации на судне (приложение 1 РШСУ-98)

1. → Судовой журнал.
2. → Реестр судовых журналов.
3. → Формуляры, технические паспорта и инструкции по эксплуатации на судовые ТСН.
4. → Журнал поправок хронометра.
5. → Журнал поправок компаса.
6. → Журнал замеров воды в льялах и танках.
7. → Таблица девиации магнитного компаса.
8. → Таблица радиодевиации.
9. → Таблица поправок лага.
10. → Схемы теневых секторов и мертвых зон РЛС.
11. → Информация о маневренных характеристиках судна.
12. → Приказ по судоходной компании об объявлении перечня КРиПДП.
13. → Каталоги карт и книг.
14. → Подшивки ИМ и корректурных калек (трейсингов).
15. → Подшивки (журналы) ПРИП, НАВАРЕА, НАВТЕКС.
16. → Подшивка (журнал) прогнозов погоды.

28.2.3. Навигационные предупреждения, передаваемые по радио

I. Общие сведения.

Данные об изменениях навигационной обстановки, которые необходимо срочно довести до сведения мореплавателей до получения ими печатных ИМ передаются по радио.

В последующем эти сведения дублируются в печатных ИМ, если к моменту выпуска последних не произошло изменений.

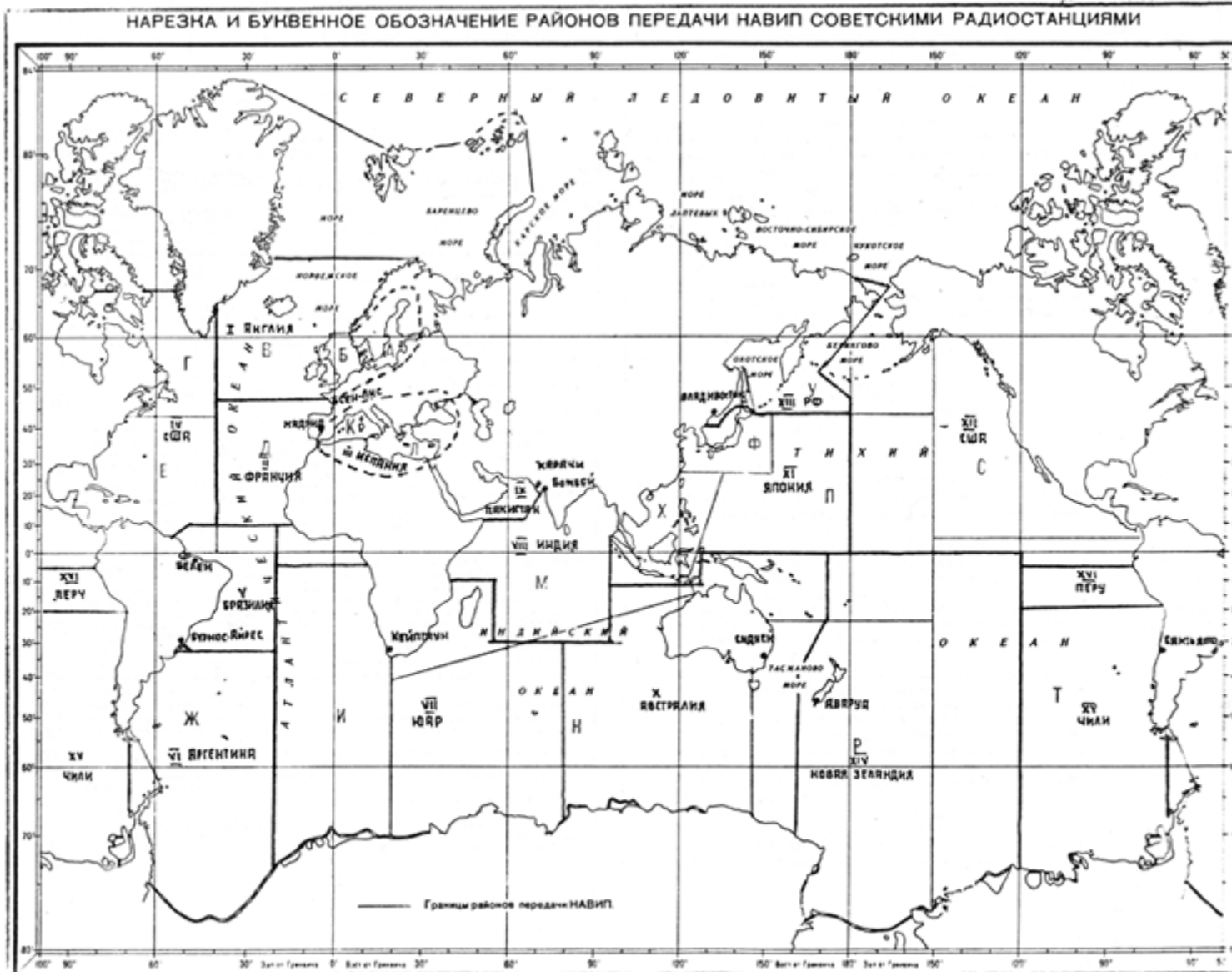
По своему характеру и срокам передачи навигационные предупреждения подразделяются на **внеочередные** (оповещение об опасностях для мореплавания) и **передачи по расписанию**.

Внеочередные оповещения и передачи по расписанию осуществляются по радио в рамках **ВСРНИ**, предназначенной для координирования таких передач.

II. ВСРПП – Всемирная служба радионавигационных предупреждений.

В рамках ВСРПП передаются 3 вида навигационных предупреждений: 1) районные, 2) прибрежные, 3) местные.

Схема 1.



1. Для координации радиопередач *районных предупреждений* весь Мировой океан разделен на 16 географических районов (см. схему 1). Установление границ районов не имеет отношения к границам между государствами и не должно ставить их под сомнение. Там, где необходимо, для сокращения обозначения района используют **термин НАВАРЕА (NAVAREA)** с последующей римской цифрой, указывающей номер района.

В каждом из районов выделен районный координатор – орган, в обязанности которого входит подбор информации, объявление предупреждений и бюллетень на свой район.

Таким образом, районный координатор – это страна, осуществляющая сбор, анализ и передачу по радио навигационной информации, относящейся к району, в виде районных предупреждений НАВАРЕА.

РФ является районным координатором района XIII и передает НАВАРЕА- XIII по этому району через районную радиостанцию «Владивосток».

Районные предупреждения НАВАРЕА представляют собой радионавигационные предупреждения дальнего радиуса действия, составленные районным координатором на свой район и переданные через мощную радиостанцию (или несколько радиостанций), обеспечивающую прием предупреждений в своем районе и в прилегающих частях соседних районов.

Некоторые районы ВСРПП, в виду особо интенсивного судоходства в них, делятся на подрайоны, представляющие собой часть района, в котором несколько стран установили координированную систему для передачи прибрежных предупреждений.

(... координатором подрайона Балтийского моря является Швеция).

Во всех случаях прием передач районной радиостанцией должен обеспечиваться за пределами всего района, на расстоянии, которое может пройти быстроходное судно за сутки (~ 700 миль).

2. Прибрежные предупреждения → следующая после района (подрайона) ступень ВСРНП. Некоторые районы (и подрайоны) разбиваются на регионы, по числу прибрежных стран.

Регион → часть района (подрайона), в котором одно государство приняло на себя ответственность за передачу прибрежных предупреждений (ПРИП).

Координатор района (подрайона), в который входит более одного национального региона, должен служить центральной инстанцией для связи национальных координаторов и также обязан ретранслировать навигационные предупреждения своему районному координатору.

ПРИП → это радионавигационные предупреждения, относящиеся к региону или части района, объявляемые национальным координатором через национальные береговые радиостанции.

Подрайон Балтийского моря (координатор – Швеция) разбит на 6 регионов (РФ, Финляндия, Польша, Германия, Швеция, Дания). Каждый из регионов через свою региональную радиостанцию передает ПРИП по своему региону.

Нумерация ПРИП своя в каждом регионе – сквозная в течении года.

Наиболее важные ПРИП отбирают для передачи в виде НАВАРЕА.

Национальный координатор должен оставлять ПРИП там, где это необходимо. Кроме этого он также должен организовать получение предупреждений НАВАРЕА, переданных по радио по району, в который он входит, и включать в свои национальные ИМ те действующие из них, которые относятся к его региону.

Национальные координаторы должны учитывать возможность и желательность получения мореплавателями в порту действующих предупреждений.

3. Местные предупреждения, → предусмотренные ВСРНП предупреждения, относящиеся к району, находящемуся в пределах юрисдикции портовых властей. Такие предупреждения не требуют их передачи за пределы района действия.

III. Предупреждения НАВАРЕА.

Они обслуживают информацией, которая необходима для обеспечения безопасности мореплавания на дальних (океанских) переходах. В них включается информация, касающаяся повреждений важных СНО, а также информация, которая может потребовать изменения запланированного маршрута перехода:

1. → неисправность огней, туманных сигналов и буев, обеспечивающих плавание по основным судоходным путям;
2. → наличие опасных затонувших судов на основных судоходных путях в непосредственной близости от них;
3. → установка нового важного СНО или существенные изменения имеющегося, если такая установка или изменения могут повлиять на безопасность плавания;
4. → наличие больших буксирных караванов в районах стесненного плавания;
5. → дрейфующие мины;
6. → районы поиско-спасательных работ и районы, в которых проводятся мероприятия по борьбе с загрязнением моря;
7. → наличие вновь обнаруженных скалистых мелей, рифов и затонувших судов, которые могут представлять опасность для мореплавания и, если есть, их ограждение;
8. → неожиданные изменения или временное запрещение плавания по УПДС;
9. → работа по прокладке подводных кабелей или трубопроводов или других подводных работ, которые могут представлять опасность мореплавания на судоходных путях;
10. → значительные нарушения режима работы РТСНО;
11. → информация, касающаяся особых действий, которые могут повлиять на безопасность мореплавания в некоторых случаях в обширных районах (учения ВМС, ракетные стрельбы и др.).

Первоначально эта информация должна быть объявлена соответствующим районным координатором по возможности не позднее чем за 5 дней до начала действия. Эти сообщения по мере необходимости должны повторяться до завершения действия.

Расписания передач каждого района ВСРНП составляется так, чтобы время передачи НАВАРЕА по данному району не совпадало со временем подобных передач соседних районов.

Если навигационные предупреждения остаются в силе после последней передачи их по радио, то содержащаяся в них информация доводится до сведения мореплавателей всего Мира.

Для того, чтобы на судах не было повторного приема одних и тех же предупреждений и ненужного ожидания, береговые радиостанции передают свои НАВАРЕА в очередности, обратной их получению радиостанцией (то есть – с конца).

Переданные по радио НАВАРЕА должны, как правило, содержать информацию только по своему району.

Передачи НАВАРЕА ведутся в установленное время и повторяются по радио сразу же после первоначальной передачи, затем – по мере необходимости.

НАВАРЕА, как правило, передаются не менее 2 раз в сутки, повторяются по радио от 30 до 45 суток после первого объявления.

Бюллетени предупреждений НАВАРЕА передаются периодически.

Все НАВАРЕА остаются в силе до тех пор, пока они не будут отменены районным координатором.

Каждый районный координатор должен обеспечить других районных координаторов или национальные органы по их запросам письменными текстами предупреждений НАВАРЕА, имеющими срок действия более 6 недель.

Печатные НАВАРЕА могут выдаваться портовыми властями, а где это возможно, их включают в общедоступные печатные издания.

В каждом районе ведется своя порядковая нумерация переданных по радио НАВАРЕА, начиная с 1 января каждого года.

Передача по радио НАВАРЕА не должна предваряться сигналом навигационного предупреждения (**модуляция частотой 2200 Гц**) и **сигналом безопасности ТТТ**. Во всех случаях для передачи НАВАРЕА используется класс излучения А1 (радиотелеграфия). Дополнительно к этому районный координатор должен рассмотреть возможность использования других классов излучения (буквопечатания, факсимиле, телефонию и др.) в зависимости от потребности судов в районе и имеющегося оборудования.

IV. Предупреждения ПРИП.

Эти предупреждения относятся к прибрежным водам. Там, где есть необходимость в таких предупреждениях, их прием должен быть возможен на расстояниях в 1000 миль от берега. ПРИП могут содержать ту же информацию, что и НАВАРЕА, однако они не должны ограничиваться информацией по основным судоходным путям.

ПРИП могут подразделяться на **особо важные** (vital), **важные** (important) и **обыкновенные** (scheduled), **передающиеся по расписанию**.

1. **Особо важные ПРИП** → передаются немедленно по их получении в конце первого ближайшего периода молчания и в очередные сроки по расписанию. Их передача по радио предваряется сигналом навигационного предупреждения и сигналом безопасности ТТТ или SECURITE.
2. **Важные ПРИП** → передаются в конце первого, ближайшего периода молчания в очередные сроки по расписанию, они предваряются сигналом навигационной безопасности.
3. **ПРИП, передаваемые по расписанию**, сигналом безопасности не предваряются, кроме тех случаев, когда важное ПРИП передается впервые или когда идет повторение особо важного ПРИП.

ПРИП передаются по радио до тех пор, пока информация остается в силе или пока она не будет доведена до сведения мореплавателям другими путями.

ПРИП, переданные по радио, передаются в морские, рыбные и речные порты, где они могут быть получены в печатном виде на русском или английском языках у капитана порта.

V. Местные предупреждения.

Эти предупреждения дополняют систему ПРИП подробной информацией, которая обычно не требуется судам в открытом море. Они могут объявляться на национальном языке.

VI. Важная метеорологическая информация.

Опыт показывает, что влияющие на безопасность мореплавания метеорологические предупреждения, будучи переданными, вместе с навигационными предупреждениями и на тех же частотах, оказываются более эффективными.

В этой связи отдельные районные координаторы уже теперь ведут передачу метеорологических предупреждений одновременно с НАВАРЕА. Во избежание недоразумений могут предваряться словом «метео».

Язык. Все навигационные предупреждения (кроме местных) передаются по радио на английском языке. В случае необходимости НАВАРЕА могут передаваться еще на одном или нескольких официальных языках ООН.

ПРИПы передаются на английском и национальном языках.

Местные предупреждения – только на национальном языке.

В ближайшее время (с началом дублирования НАВАРЕА на русском языке) в выпусках ИМ ГУНиО МО РФ будут печататься не только НАВАРЕА-ХИП, но и районные предупреждения по всем 16-ти районам ВСРНП, переданные по радио за истекшую неделю, срок действия которых более 6 недель.

VII. Навигационные предупреждения (НАВИП).

НАВИП в рамках ВСРНП обеспечивают мореплавателей всех стран навигационной информацией на английском языке.

Перечень навигационной информации в НАВИП, аналогичен перечню информации, передаваемой в НАВАРЕА и ПРИП.

НАВИП → радионавигационные предупреждения на территориальные воды иностранных государств и воды открытого моря, передаваемые радиостанциями РФ по определенным районам Мирового океана.

НАВИП, переданные по радио по срокам действия более 1 месяца, печатаются в отделе НАВИП выпусков ИМ ГУНиО МО РФ.

Одновременно с дублированием НАВАРЕА-I÷XVI на русском языке радиостанциями Владивосток, Калининград и Киев будет произведено совмещение районов НАВИП с нарезкой районов ВСРНП. Служба НАВИП будет резервной.

НАВИП, утратившие свое значение, отменяют по радио.

НАВИП, НАВАРЕА, содержащие информацию с продолжительным сроком действия, публикуются в отделе V ИМ ГУНиО МО РФ.

VIII. Другие радионавигационные сообщения.

Существенное значение имеет также следующая радионавигационная информация:

- американские системы ГИДРОЛАНТ → для Атлантического океана и ГИДРОПАРК → для Тихого и Индийского океанов;
- английские системы НАВИМ → для *E* части Атлантического океана и Средиземного моря; НАВСАТ → для *SE* части Тихого океана и *SW* части Индийского океана; НАВИНД → для *N* части Индийского океана; НАВИСТ → для Южно-Китайского моря и Индонезии; НАВАУС → для Австралии и Новой Гвинеи.

По мере ввода в действие ВСРНП эти системы упразднят.

После выхода из отечественного порта на переходах морем и во время стоянки в иностранных портах на судне должен быть организован систематический и бесперебойный прием судовой радиостанцией навигационной информации, передаваемой по радио. Сведения о работе радиостанций, передающих эту информацию, помещены в руководствах: «Расписания передач навигационных и гидрометеорологических сообщений для мореплавателей» (№ 3004, 3005, 3006).

НАВТЕКС → **Международная автоматизированная система навигационной и метеорологической информации.** Береговые станции системы работают на частоте 518 кГц и передают информацию о навигационных и гидрометеорологических предупреждениях, ледовой обстановке и прогнозы погоды. Суда валовой регистровой вместимостью 300 рег.т и более, вводимые в эксплуатацию с 1990 г. должны иметь приемники НАВТЕКС.

28.2.4. Корректирующие документы и их хранение на судне

На судне необходимо принимать все №№ НАВАРЕА и НАВИП по району плавания. В случае пропуска какого-то № – принять его в очередной срок передачи.

НАВАРЕА и НАВИП подлежат систематическому учету **в журнале специальной формы:**

1) дата приема; 2) № НАВАРЕА, НАВИП; 3) текст сообщения; 4) отметка о корректуре карты (подпись); 5) отметка об отмене (подпись).

В случае приема информации по радио непосредственно на пишущую машинку – разрешается подшивать бланки с принятыми сообщениями в папки для НАВАРЕА и НАВИП (отметки об использовании сообщений для корректуры и отметки об отмене сообщений делают прямо на бланках радиogramм).

Тексты принятых по радио навигационных оповещений вахтенный радист докладывает вахтенному помощнику капитана и капитану судна, который после просмотра и подписи принятых сообщений передает их 3-му помощнику капитана для выполнения соответствующей корректуры.

Порядок получения и хранения на судне печатных корректирующих документов следующий:

1. → С приходом судна в порт 3-й помощник капитана должен получить в БЭРНК или в Инспекции портового надзора ИМ, вышедшие в свет за время пребывания судна в море. В случае отсутствия необходимых выпусков ИМ 3-й помощник капитана обязан немедленно доложить об этом капитану судна.
2. → Перед оформлением отхода судна из порта 3-й помощник капитана обязан ознакомиться в службе мореплавания или в Инспекции портнадзора с последней навигационной информацией, опубликованной или объявленной по радио на день выхода судна в рейс, а также получить недостающие выпуски ИМ и вклейки на карты, просмотреть радионавигационную информацию (включая НАВИП) с момента прекращения ее приема судовой радиостанцией и сделать выписки; получить в службе мореплавания последнюю навигационную информацию, еще не объявленную по радио.
3. → Для поддержания на уровне современности СККРиПДП на судах неограниченного района плавания необходимо иметь комплекты (подшивки) общих и частных ИМ **за 2 года**, помимо текущего года.
4. → Все печатные корректирующие документы должны храниться подшитыми в отдельных папках, а сами подшивки должны быть зарегистрированы в «Книге учета материальных ценностей» (раздел «Штурманское имущество»).
5. → Подшивки с ИМ должны храниться в специальном месте, определяемом необходимостью корректуры карт и пособий 3-й группы (подшивки частных ИМ хранятся на судне **в течении 2-х лет**).
6. → С постановкой судна в большой ремонт корректирующие документы, после соответствующего их отбора, уничтожаются установленным порядком (за исключением 1-х выпусков общих и частных ИМ за текущий год, нумерников ИМ за прошедший год, а также сводных описаний районов, в которых запрещено или ограничено плавание судов, объявленных в частных ИМ).

28.2.5. Корректурa карт, руководств и пособий для плавания на судне

I. Общие положения.

СККРиПДП подразделяются на 3 группы:

I группа → комплект КРиПДП, предназначенный для обеспечения плавания по судоходной линии, на которой закреплено судно; для нелинейных судов – в соответствии с очередным рейсовым заданием.

II группа → включает КРиПДП, которые могут быть использованы в случае отклонения судна от намеченного пути;

III группа → включает все остальные КРиПДП, входящие в СККРиПДП.

Комплект КРиПДП I группы корректируется немедленно с получением на судно ИМ и других корректурных документов; их корректура должна быть закончена до выхода судна в рейс.

Выход судна в рейс с неоткорректированными КРиПДП I группы категорически **запрещается**.

При кратковременной (**менее суток**) стоянке в отечественном порту и значительном объеме корректуры по КРиПДП I группы, который полностью выполнить за такое короткое время невозможно, выход судна в рейс, как исключение, разрешается при условии приведения на уровень современности такого количества КРиПДП I группы, которое обеспечивает плавание судна **не менее чем на 3-е суток**.

Корректура остальных КРиПДП I группы продолжается по выходе судна из порта и заканчивается на переходе морем и во время стоянки в промежуточных портах.

Корректура КРиПДП II группы производится после завершения корректуры КРиПДП I группы.

КРиПДП III группы используются редко и охватывают районы только возможного плавания в различных частях Мирового океана и на судне не корректируются. Однако корректурный материал для нее систематизируется в последовательности его поступления и хранится на судне до появления необходимости в его использовании.

С получением рейсового задания, выполнение которого связано с использованием КРиПДП III группы, последние с разрешения Главного штурмана пароходства сдаются для корректуры в БЭРНК с приложением заявки, отмечающей маршрут перехода, Адм. №№ карт и перечень руководств для плавания, а также срок, к которому должна быть выполнена корректура. Заявку составляет 3-й помощник капитана и подписывает капитан судна.

При корректуре КРиПДП, для удобства и упрощения работы, следует пользоваться годовыми, полугодовыми и кварталными Нумерниками ИМ, а также перечнем КРиПДП, подлежащих корректуре по данному выпуску ИМ ГУНиО, который является фактическим Нумерником ИМ за неделю.

II. Корректура карт.

Важнейшей особенностью корректуры карт в рейсе является их корректура по радионавигационным ИМ. Корректура карт I группы производится немедленно по получении любых навигационных предупреждений по радио.

Корректура по радионавигационным ИМ производится простым карандашом, места исправлений при необходимости обводят тем же карандашом для наглядности.

Отметки о корректуре, выполненной по радионавигационным ИМ, делают также простым карандашом в нижнем левом углу под рамкой карты.

В журнале приема радионавигационных ИМ или на радиотелеграфных бланках делают запись: «Корректура произведена ... (дата) ... (подпись)».

С получением ИМ, в которых помещены печатные радионавигационные ИМ, нанесенную карандашом корректуру уточняют и в зависимости от срока действия информации, **оставляют в карандаше или обводят тушью**.

Основную корректуру начинают с раскладки на штурманском столе подобранных на переход карт либо их первоначальных номеров, в последовательности расположения таких карт в нумерниках, то есть **в порядке возрастания Адм. №№**.

Перед корректурой любой карты по ИМ следует проверить, не была ли корректура этой карты выполнена раньше и не заменена ли эта карта ее новым изданием. В последнем случае **на карту нового издания необходимо перенести всю корректуру, выполненную на ее предыдущем (заменном) издании** по действующим (не отмененным) радионавигационным ИМ.

Корректуру карт начинают с самого последнего ИМ, продолжая работу в последовательности убывающих номеров ИМ. При таком порядке исключается возможность внесения изменений указанных в полностью отмененных ИМ. Если какое-либо ИМ отменяет или изменяет другое (предыдущее) ИМ только частично, тогда такие ИМ следует использовать совместно.

При таком порядке корректуры **исключаются возможные ошибки и лишняя работа** по нанесению полностью или частично отмененных ИМ.

По мере производства корректуры по данному выпуску ИМ и его недельному нумернику **кружками обводят №№ карт, а затем и № самого ИМ**, как только все входящие в него карты будут откорректированы по данному ИМ. Одновременно с этим в **нижнем левом углу карты под ее рамкой записывают: – наименование и № ИМ**, по которому исправления карты закончены. Только после этого приступают к корректуре по следующему ИМ.

После завершения корректуры по всему выпуску **на нем ставят дату и подпись** лица выполнившего корректуру. Затем приступают к корректуре по ИМ предыдущего выпуска и так до тех пор, пока не дойдут до ИМ, номер которого уже отмечен в нижнем левом углу карты.

Дату последнего рассмотренного выпуска ИМ и подпись ставят в табличке, помещенной на свободном месте карты. Одновременно и в ККК делают запись.

На тех картах, для которых корректуры нет по имеемым ИМ, также ставят номер последнего из полученных на судно ИМ, дату корректуры и подпись корректора.

В первую очередь корректируются карты наиболее крупного масштаба. Номера таких карт указываются первыми в конце текста каждого номера ИМ. Обычно по этим картам даются координаты объектов, которые должны быть нанесены по данному номеру ИМ.

Все исправления на картах должны быть выполнены аккуратно и четко в соответствии с «Условными знаками... (№ 9025)». Особенно тщательно должны быть нанесены точечные объекты, являющиеся ориентирами.

При корректуре карт по постоянным ИМ новые данные наносят красной тушью (чернилами).

Отмененные обозначения перечеркивают крестом, а текстовую часть зачеркивают тонкой линией.

Ошибочно нанесенное на карту обозначение перечеркивают синей тушью.

По В и П ИМ корректуру карт выполняют аналогично, но простым карандашом (как и по радионавигационным ИМ).

Объявленные в ИМ текстовые предупреждения или примечания, имеющие навигационное значение, переносят на карту от руки и располагают по возможности под ее заголовком. РНК, номера которых соответствуют МНК, корректируют только по тем ИМ, в которых даны изменения режима работы РНС и их положения.

Если в ИМ объявлено об изменении часто тных параметров ВРНС, то на РНК должно быть дано предупреждение, которое помещается под заголовком РНК.

Если РНК используется как путевая, то на нее переносят всю навигационную корректуру и в дальнейшем ее корректируют по всем ИМ для данного Адм. № МНК.

Вклейки к картам аккуратно вырезают и после совмещения контрольных линий, контуров и точек – тщательно наклеивают на соответствующие места (клей ПВА).

Дату, которой соответствует вклейка, вырезают и наклеивают рядом с вклейкой на свободном месте карты.

Корректура по описаниям районов состоит в нанесении на карты границ районов и фарватеров в них и СНО, установленных для ограждения.

Предварительно сводные описания районов должны быть откорректированы по дополнениям к ним и по последующим ИМ.

Опасные от мин районы, фарватеры в них и ограждения наносят условными обозначениями, принятыми для изображения минной обстановки.

Примечания или предупреждения, относящиеся к минной опасности (обстановке), а также условные обозначения таких районов наносят на свободных местах карты красной тушью, по возможности на суше и вблизи заголовка карты.

Наносить на карты какие-либо объекты или исправлять местоположение объектов, имеющих на картах, по координатам, указанным в лоциях или в других руководствах для плавания, **не разрешается.**

В случае корректуры отечественных МНК по иностранным корректурным документам или иностранных карт по отечественным ИМ, необходимо обращать внимание на то, что карты могут быть изданы в разных системах координат и действовать при этом соответственно.

ИМ Британского Адмиралтейства, а также и карты можно приобрести в портах, перечень которых ежегодно публикуется в английском ИМ № 14. в этих же портах можно приобрести радионавигационные сообщения в печатном виде.

Иностранные МНК можно использовать только при условии их систематической корректуры по ИМ той страны, которая издала эти карты.

III. Корректура руководств для плавания (книг).

Корректура руководств для плавания I группы выполняется в основном при стоянке судна в порту. Если стоянка кратковременная, то корректуру их выполняют раздельно, по этапам перехода: причем I-й этап корректуры должен обеспечить плавание судна не менее чем на 3-е суток.

Книги на судне корректируются только по основным ИМ (по В и П, а также по радионавигационной информации – не корректируются).

Для удобства корректуры книг информацию в ИМ группируют по разделам:

I – лоции и руководства для захода судов в отечественные порты;

II – описания огней и знаков (огней);

III – описания РТСНО и расписания радиопередач;

IV – прочие руководства для плавания.

Такую информацию печатают в ИМ на одной стороне листа, предназначенной для вырезки и вклейки в руководства.

Информация Отдела-I ИМ для корректуры книг не используется.

Корректуру от руки применяют лишь при внесении мелких исправлений.

Корректура вклейками вырезок является основной для книг; ее выполняют во всех случаях, когда текст имеет большой объем.

При корректуре вклейкой вырезок из ИМ или Сводной корректуры вырезают нужные строки, абзацы или страницы нового текста. Далее вырезки и вкладные листы нового текста приклеивают за край к внутреннему полю страницы книги в те места, к которым данное исправление относится.

Заклеивать измененный текст книги не разрешается.

Приклеивать нужно так, чтобы всегда можно было прочесть вычеркнутое или изъять вклейку, если ее текст отменяют.

Как и в случае корректуры от руки, на вклейке или около нее на полях книги красной тушью записывают номер ИМ и год его издания. Текст, подлежащий исправлению, аккуратно вычеркивают красной тушью.

При получении на судно дополнения к руководству для плавания следует изъять из него все ранее вклеенные вырезки, а дополнение вложить в руководство для совместного использования.

Все исправления от руки также утрачивают свою силу и стираются.

О получении дополнения и отмене ручной правки делается запись на листе учета корректуры.

ИМ, поступившие после Дополнения, подлежат расклейке. С получением очередного Дополнения следует снова изъять из книги все вклеенные ИМ, а упрядненное Дополнение заменить новым.

Если такое руководство (без пропусков) корректировалось по ИМ, то Сводные корректуры следует использовать только для контроля корректуры, выполненной по ИМ.

Если же это руководство регулярно не корректировалось, то Сводную корректуру необходимо вложить в него для совместного использования с ним и с теми к нему дополнениями, которые предшествуют Сводной корректуре. С получением очередной Сводной корректуры уничтожается только ранее изданная Сводная корректура, а Дополнение остается в силе.

Все руководства для плавания в конце книги имеют Алфавитные указатели (индексы), которые также подлежат корректуре. Все новые и измененные названия, а также термины, приведенные в текстах, учтенные при корректуре данного руководства по ИМ, следует включить в Алфавитный указатель этого руководства. Упраздненные – аккуратно зачеркнуть простым карандашом.

При очень больших изменениях в названиях и терминах рекомендуется составить дополнительный Алфавитный указатель на отдельных листах и подклеить его в конце.

Корректуру руководств для плавания I группы, не выполненную из-за кратковременной стоянки в порту, завершают в рейсе вместе с корректурой книг II группы.

При заполнении листа учета корректуры записи делают красной тушью четко и аккуратно, вписывая только те номера ИМ, по которым выполнена корректура.

Исправлений и подчисток в записях производить нельзя (исправлять – по правилам).

Если в том или ином руководстве лист учета корректуры использован полностью, тогда в соответствующем месте подклеивают дополнительный лист (по образцу).

IV. Корректурa Каталога карт и книг (ККК).

Корректуру ККК производят на судах по ИМ одновременно с корректурой карт I-й группы.

Поддержание ККК на уровне современности позволяет получать верные сведения о выходе в свет новых переизданных КРиПДП, своевременно осуществлять замену изъятых и непригодных для навигационных целей пособий.

При корректуре исправления вносят как в текст ККК, так и на сборные листы, на которых показывают изменения в нарезке действующих или нарезку новых карт. Номера, названия и рамки изъятых карт аккуратно вычеркивают из текста и номерного указателя ККК и его сборных листов.

Аналогичные данные по новым картам, даты первого или нового издания, а также изменения нарезки действующих карт вносятся в номерной указатель ККК в соответствующие графы текстовой части и показываются на сборных листах.

Так как номера некоторых карт встречаются на различных страницах ККК (что указано в номерном указателе), то их необходимо откорректировать на всех страницах.

При выходе в свет или изъятии руководств для плавания и дополнений аналогичные исправления вносятся в раздел «Книги». Вся корректура – красной тушью.

С выходом в свет очередных изданий Руководств для плавания аналогичные исправления вносят в раздел «Книги».

После завершения корректуры 3-й помощник капитана докладывает капитану судна о произошедших изменениях в навигационной обстановке, выявленных в ходе корректуры.

V. Контроль за корректурой СККРиПДП.

Постоянный систематический контроль за поддержанием СККРиПДП на уровне современности осуществляет капитан судна, периодически – **Главный штурман, капитаны-наставники, представители портнадзора и инспектирующие лица** других инстанций, контролирующих безопасность мореплавания.

Проверяющие и инспектирующие лица проверяют:

- соответствие СККРиПДП по району предстоящего плавания обязательному перечню КРиПДП, объявленному Приказом Начальника пароходства;
- наличие необходимых корректурных документов;
- состояние корректуры КРиПДП, включая и соответствующие части ККК;
- правильность учета и хранения КРиПДП на судне.

В ходе проверки обращается внимание на непрерывность получения всех видов навигационной информации, включая и радиоинформацию.

Все обнаруженные недостатки записывают в специальный журнал замечаний. Кроме этого, все недостатки должны быть записаны и в ККК.

Независимо от результатов контроля проверяющих и инспектирующих лиц не менее одного раза в течение каждого календарного года судовая проверочная комиссия, назначаемая приказом капитана судна, должна проверить наличие и соответствие учетным документам КРиПДП, издаваемых ГУНиО МО, а также их учета, организацию хранения, использования и уничтожения.

Выводы

1. Для обеспечения безопасности плавания на каждом морском судне должны быть постоянно в наличии карты, руководства и пособия для плавания, перечень которых определяется службой мореплавания судовладельца.
2. Ведение учета судовой коллекции карт, руководств и пособий для плавания, ее сохранность и корректура возлагаются на 3-го помощника капитана, а контроль за состоянием корректуры – на старшего помощника капитана.
3. Корректура карт, руководств и пособий для плавания – это систематическое исправление и дополнение сведений на КРиПДП с целью постоянного их поддержания на уровне современности.
4. Текущая корректура КРиПДП осуществляется на основе печатных корректурных документов и специальных радионавигационных извещений.
5. К печатным корректурным документам относятся: · еженедельные выпуски ИМ; · нумерники ИМ; · Дополнения и Сводные корректуры к руководствам для плавания.
6. В рамках ВСРНИ передаются по радио 3 вида навигационных предупреждений: 1) · районные (I-XVI); 2) · прибрежные; 3) · местные.
7. НАВТЕКС → Международная автоматизированная система навигационной и гидрометеорологической информации, береговые станции которой работают на частоте 518 кГц.
8. Выход судна в рейс с неоткорректированными КРиПДП I-й группы категорически запрещается.
9. Постоянный контроль за поддержанием СККРиПДП на уровне современности осуществляет капитан судна, периодически – **Главный штурман, капитаны-наставники, представители портнадзора и инспектирующие лица**, контролирующие безопасность мореплавания.

ГЛАВА 29. ПОДГОТОВКА ШТУРМАНСКОЙ ЧАСТИ К РЕЙСУ

29.1. Рейсовое задание

Основным видом технологического процесса работы морского транспортного судна является его рейс, который определяется рейсовым заданием, сообщаемым капитану судна заблаговременно.

Для администрации судна рейсовое задание является основой – рабочей программой, предназначенной для тщательного изучения и анализа всех особенностей и обстоятельств намеченного рейса и для разработки рейсового плана, который должен предусмотреть выполнение рейса с наименьшей затратой времени и обеспечение выполнения судном этого плана.

Рейсовый план должен содержать все необходимые инструктивные указания, разъясняющие и уточняющие условия выполнения судном предстоящего рейса:

- 1) → наименование портов назначения и последовательность захода в них;
- 2) → вид и количество грузов;
- 3) → характер грузовых операций и т.д.

Важным элементом рейса является его продолжительность с указанием (даты и времени) его начала и конца.

Продолжительность рейса, определяющая расходы на эффективную перевозку груза, включает в себя ходовую (t_x) и стояночную (t_c) составляющие.

Ходовую составляющую (t_x) продолжительности рейса протяженностью (l_i) рассчитывают на всех отдельных его участках с учетом скорости судна (V_i).

При планировании рейса длину пути (l_i) выбирают из специальных таблиц морских расстояний.

На различных участках всего пути навигационные условия плавания могут быть различны, поэтому фактически проходимое судном расстояние часто отличается от табличного, так как судоводителю на этих участках приходится выбирать курс и скорость судна в зависимости от конкретных условий плавания.

Из этого следует, что затраты времени судна на вспомогательные ходовые операции зависят, прежде всего, от числа операций, являющихся следствием конкретных условий, в которых совершается плавание.

В этой связи разработка рейсового плана тесно связана с тщательным анализом всех обстоятельств предстоящего рейса:

⇒ определением скорости (V) и времени (t) движения судна в узкостях и на подходах к портам;

⇒ учета возможных задержек в ожидании каравана при обязательных лоцманских проводках судов; в ожидании полной воды, светлого времени суток и т.д.

Получив рейсовое задание, на судне, одновременно с прочими работами, начинают навигационную подготовку к переходу → планирование перехода.

Эффективное планирование перехода судна – важнейший элемент общей организации штурманской службы.

«Руководство по планированию и выполнению переходов» (MSC XXXIX/22, Annex 17) ИМО устанавливает 4 этапа в планировании и осуществлении безопасного перехода:

- 1) → анализ всех обстоятельств, сопутствующих переходу;
- 2) → собственно планирование перехода на основе проведенного анализа;
- 3) → выполнение перехода;
- 4) → контроль за местом судна при выполнении перехода.

Логическая последовательность этих этапов определяет порядок работы судоводительского состава при подготовке к плаванию.

На самом деле сбор всей доступной информации и ее оценка должны быть сделаны прежде, чем путь судна будет нанесен на карты.

Вначале подбирают все необходимые карты, руководства и пособия для плавания, корректируют их по самым последним корректурным документам, затем изучают трассу предстоящего перехода в гидрометеорологическом и навигационном отношении, выбирают наиболее выгодные пути и, наконец, осуществляют предварительную прокладку. В соответствии с «Рекомендациями по организации штурманской службы на морских судах Украины» (РШСУ-98) подготовка штурманской части к рейсу включает в себя:

- 1) → укомплектование установленной «судовой коллекции навигационными морскими картами, руководствами и пособиями для плавания» (СККР и ПДП);
- 2) → получение материалов для корректуры судовой коллекции;
- 3) → подбор МНК, руководств и пособий на предстоящий район плавания по откорректированным каталогам, их корректуру;
- 4) → подбор справочных материалов, которые характеризуют погодные условия перехода, источники получения фактической и прогностической гидрометеорологической информации, включая факсимильные карты, информацию о минной и ледовой обстановках;
- 5) → подготовку к использованию навигационно-штурманских инструментов;
- 6) → подготовку и проверку в работе ТСН и при необходимости их ремонт, пополнение ЗИПов, определение (проверку) их параметров и поправок;
- 7) → изучение района плавания, выбор маршрута и выполнение предварительной прокладки, ввод путевых точек и другой навигационной информации в приемоиндикаторы СНС и РНС;
- 8) → проработку выбранного маршрута перехода со штурманским составом;
- 9) → проверку наличия информации о маневренных характеристиках судна;
- 10) → проверку исправности средств звуковой, световой и аварийной сигнализации, сроков годности пиротехнических средств.

29.2. Подбор карт, руководств и пособий для плавания на переход

1. Для обеспечения плавания в соответствии с рейсовым заданием **одной из важнейших задач является подбор необходимых навигационных карт, руководств и пособий. Основными документами для их подбора являются «Каталоги карт и книг» (ККК):**

[№ 7107] № 7101 ККК Часть I. Северный Ледовитый Океан (№ 7107).

[№ 7207] { № 7201 ККК Часть II. Балтийское море с проливами.
 № 7202 ККК Часть III. Средиземное, Черное, Азовское,
 Каспийское, Аральское моря и озеро Иссык-Куль.
 № 7203 ККК Часть IV. Атлантический океан (№ 7207).

[№ 7307] № 7301 ККК Часть V. Индийский океан (№ 7307).

[№ 7407] { № 7401 ККК Часть VI. Японское, Охотское и Берингово моря.
 № 7402 ККК Часть VII. Тихий океан [№ 7407].

2. **Карты подбираются по откорректированному ККК следующим образом:**

- **а)** → в любой части ККК (I–VII) по листу «Нарезка частей каталога», помещенному в начале книги, **определяется нужная часть каталога;**
- **б)** → **в выбранной части ККК по «Сборному листу сборных листов карт», помещенному в начале раздела «Карты», выписываются номера сборных листов** предстоящего района плавания (простым карандашом наносят тонкую линию приближенного пути предстоящего плавания);
- **в)** → в том же разделе «Карты» **по выписанным сборным листам подбираются и выписываются номера необходимых карт по маршруту плавания;** первыми выписываются номера **генеральных карт**, на которых расположены пункты отхода и прихода, а затем **номера планов, частных и путевых карт** (на каждый сборный лист наносится тонкая линия приближенного пути предстоящего рейса – переносят ее со «Сборного листа сборных листов, карт»);
- **г)** → по выписанным номерам **из СККРиПДП набираются нужные на переход карты,** тщательно проверяется состояние их корректуры и, при необходимости, карты **корректируются по последним ИМ для приведения их на уровень современности.**

Для ускорения подбора карт, особенно путевых, и избежания возможных пропусков их номеров рекомендуется на «Сборном листе карт» между портами отхода и прихода **провести простым карандашом тонкую линию**; затем на отдельный лист выписать все номера карт, через нарезки (рамки) которых проходит эта линия.

Если предполагаются попутные заходы, то одновременно подбирают подходные карты и планы для этих портов захода.

3. Для подбора лоций и других руководств и пособий для плавания пользуются разделом «Книги» ККК. Границы лоций, описаний огней и знаков и др. указаны на соответствующих сборных листах в разделе «Книги», а цифры на этих листах означают номера этих изданий.
4. **Подобранные на предстоящий рейс МНК укладываются в верхние ящики штурманского стола** лицевой стороной вверх в последовательности их использования во время плавания.

Первым сверху укладывается план порта отхода, затем генеральные карты района перехода, далее путевые карты и последними – подходная (частная) карта и план порта прихода.

При большом переходе генеральные карты укладываются в отдельный ящик. **Ящики штурманского стола, в которых уложены карты, должны быть закрыты на ключ**, а при стоянке в порту и **опечатаны судовой печатью**.

5. РНК мелкого масштаба, главным образом для РНС дальнего действия, которые не будут использованы для прокладки, а также карты-сетки, карта часовых поясов и другие справочные карты, необходимые на предстоящий рейс, укладываются отдельно от МНК.
6. **Подобранные на весь переход (или его I-й этап) руководства и пособия для плавания** (лоции, описания огней и знаков, РТСНО, расписания радиопередач, таблицы приливов, МАЕ, МТ и др.) **укладываются на специальной полке вблизи штурманского стола**.

Согласно Уставу службы на судах 3-й помощник капитана обязан:

- 1) → обеспечить судно установленной судовой коллекцией карт, руководств и пособий для плавания;
- 2) → производить подбор карт, руководств и пособий для плавания на предстоящий рейс;
- 3) → своевременно корректировать карты, руководства и пособия для плавания по ИМ, НАВИМ, НАВИП и другой навигационной информации, передаваемой по радио;
- 4) → вести учет судовой коллекции карт, руководств и пособий для плавания и корректурных документов.

С приходом судна в порт 3-й помощник капитана должен получить в службе мореплавания (или инспекции портнадзора) ИМ и приложения к ним.

7. Подобранные по ККК карты, руководства и пособия для плавания записывают в таблицы, составленные по форме (см. таблицы 29.1, 29.2).

А. Карты

Таблица 29.1.

№№ п/п	Адм. № карты	Заголовок (название) карты	Год издания и масштаб	Дата судовой корректуры	Примечание
1	2	3	4	5	6
А. Генеральные карты					
:	:	:	:	:	:
Б. Путевые и частные карты, планы					
:	:	:	:	:	:
В. Радионавигационные карты и планшеты					
:	:	:	:	:	:
Г. Справочные и вспомогательные карты. Номограммы					
:	:	:	:	:	:

Б. Руководства и пособия для плавания

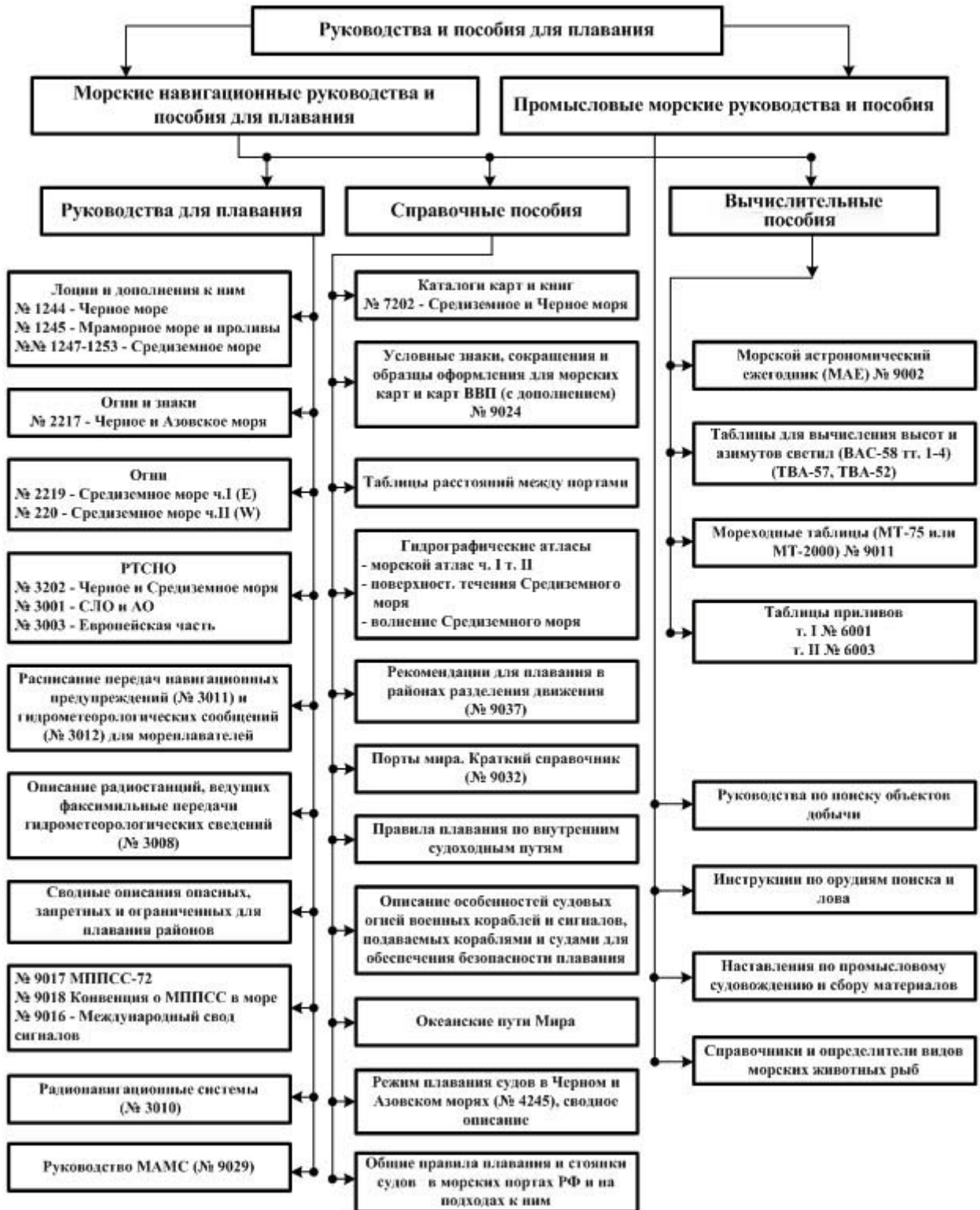
Таблица 29.2.

№№ п/п	Адм. №	Название руководства (пособия)	Год издания	Дата судовой корректуры	Примечание
1	2	3	4	5	6
А. Руководства для плавания					
:	:	:	:	:	:
Б. Справочные пособия					
:	:	:	:	:	:
В. Вычислительные пособия					
:	:	:	:	:	:

8. Закончив подбор карт, руководств и пособий для плавания 3-й помощник докладывает капитану судна об обеспеченности ими предстоящего рейса.
9. Подготовку откорректированных и подобранных для рейса карт, то есть их так называемый «подъем» выполняют с учетом особенностей судна (главным образом его осадки), намечаемого пути и времени перехода.

Примечание:

При подборе карт, руководств и пособий для плавания руководствоваться таблицей № 9.2 «Классификация морских карт» и таблицей № 29.3 «Классификация руководств и пособий для плавания».



29.3. Изучение района плавания

Изучение района плавания в полном объеме выполняется судоводительским составом перед выходом в первое плавание по данному маршруту перехода.

Перед повторным рейсом по ранее изученному маршруту уточняются уже известные положения и изучаются новые данные, связанные с изменениями в навигационной обстановке, объявленные в корректурных документах, а также учитывается опыт, полученный в предыдущих рейсах.

Изучение района плавания выполняется по подобранным и откорректированным картам, руководствам и пособиям с учетом указаний в СУБ судна, а также рекомендаций подразделений безопасности мореплавания судоходной компании, либо лиц, назначенных в соответствии с требованиями МКУБ ответственными за безопасность мореплавания судов компании.

Следует иметь в виду, что на генеральных картах навигационные опасности показывают только в открытой части морей. Вблизи берега их показывают частично, только для навигационной характеристики района.

Навигационные опасности в прибрежной зоне от береговой линии до изобаты 20 м (в приглубых районах до изобаты 50 м, в отмелях – до изобаты 10 м) на карты не наносят. На прибрежные части генеральных карт при наличии путевых карт не наносят затонувшие суда, навигационные опасности с обозначениями ПС, СС и «По донесению».

Протяженность изучаемой за один раз части маршрута следует разумно ограничить. При этом не должно быть упущено изучение районов, прилегающих к проложенному маршруту плавания и местам укрытия.

При изучении района плавания, удаленного от берегов, уясняются:

- **1) → общая навигационно-гидрографическая характеристика** района, удаленность от берега и навигационных опасностей, рельеф дна и глубины, наличие банок, отмелей, отличительных глубин и их близость к маршруту судна;
- **2) → гидрометеорологические особенности:** преобладающие ветры, пути прохождения циклонов, волновой режим, вероятность пониженной видимости, ледовый режим и границы распространения плавучих льдов и айсбергов, районы возможного обледенения, действующие течения (см. таблицы 29.4, 29.5, 29.6, 29.7);
- **3) → обеспеченность РНС РНС,** приемоиндикаторами которых оборудовано судно, режимы их работы, точность, дискретность их работы в регионе и возможные ограничения в использовании;
- **4) → ограничения при проводке судна** по рекомендациям прогностических центров (высота волны, скорость ветра, направление волнения и др.);
- **5) → система передачи прогнозов,** штормовых и ледовых предупреждений, факсимильных карт погоды и волнения; порядок и сроки передачи оперативной навигационной информации по районам плавания (НАВТЕКС, НАВАРЕА, ПРИПы).

При изучении района со стесненными условиями плавания и подходов к портам дополнительно уясняются:

1. → навигационно-гидрографические особенности района:

- - рекомендованные пути и маршруты, фарватеры и каналы (длина, ширина и глубина их колен);
- - опасные, запретные и ограниченные для плавания районы, районы интенсивного движения судов и паромов, лова рыбы, разведки и добычи нефти и газа;
- - СРДС;
- - места возможных якорных стоянок и их характеристики;
- - нагрузка глубин на картах, наличие банок, отличительных глубин, отмелей и их близость к фарватерам и рекомендованным курсам, наличие баров в устьях рек.

2. → гидрометеорологические особенности:

- - постоянные, приливоотливные течения и сгонно-нагонные явления;
- - характер и степень ветрового волнения;
- - опресненность воды;
- - колебания уровня моря (величина, характер, время, высота прилива, направление и скорость течения);
- - влияние этих факторов на допустимую осадку и скорость судна при прохождении мелководных участков с учетом проседания судна;
- - применяемая в портах сигнализация об уровне моря;
- - наличие тягуна в портах и ледовый режим.

3. → **обеспеченность района плавания СНО** (их нагрузка, характеристики, дальность обнаружения, секторы видимости, дальности обнаружения на экране РЛС и т.п.); возможности применения РЛС для определения места судна; характерные признаки для опознания навигационных ориентиров и предостерегательных знаков.
4. → **возможные способы и необходимая частота определений места судна** с тем, чтобы удержать его в пределах фарватеров или каналов;
5. → **зоны действия, виды обслуживания систем УДС**; местные правила, действующие в портах и районах со стесненными условиями плавания.

К числу информации, необходимой для планирования перехода дополнительно относятся:

- 1) → осадка судна на различных участках перехода;
- 2) → рекомендации, предусматриваемые Лоциями;
- 3) → навигационные предупреждения по району плавания;
- 4) → местные правила в портах и районах со стесненной обстановкой;
- 5) → порядок вызова лоцмана и портовых властей;
- 6) → места возможных защищенных стоянок и порты убежища, их характеристики.

Следует **во всех деталях изучить СНО и ППЗ района**, а также обеспеченность района ориентирами, РНС, возможность применения НРЛС.

Особое внимание при изучении районов со стесненными условиями плавания и подходов к портам уделяют:

- 1) → местным правилам плавания;
- 2) → расположению опасных, запретных и ограниченных для плавания районов;
- 3) → порядку прохождения территориальных вод иностранных государств, СРД;
- 4) → применяемой в портах сигнализации;
- 5) → порядку вызова лоцмана и официальных властей и пр.

Данные об элементах обстановки, имеющие важное значение, сверяют по пособиям и, в случае их расхождения, **предпочтение отдают сведениям, помещенным на МНК последнего года издания и самого крупного масштаба.**

В сомнительных случаях необходимую информацию запрашивают в службе мореплавания пароходства.

В качестве памятки при изучении условий плавания может быть составлен **проверочный лист**, содержащий, прежде всего, следующие пункты:

1. → изучи лоции в отношении советов и рекомендаций по установлению пути судна;
2. → используй все доступные Атласы течений с целью установления сноса судна с ЛЗП;
3. → используй Таблицы и Атласы приливов и информацию на МНК с целью установления:
а) – времени наступления ПВ и МВ и построения графика прилива на заданную дату;
б) – направлений и величины сноса на каждый час (30 мин.) судового времени;
4. → изучи климатологическую информацию для гидрометеорологических характеристик района;
5. → изучи отмеченные на МНК СНО, РТСНО, характеристики побережья для целей определения места судна при плавании в данном районе.

После анализа всей подобранной информации **окончательную и всестороннюю оценку** делает капитан, подробно знакомя с ней судоводительский состав судна.

Такой **разбор предстоящего рейса** вырисовывает ясную и точную картину всех обстоятельств по обеспечению безопасности плавания.

Принимая во внимание тактико-технические характеристики судна, его оборудования, все внешние обстоятельства, устанавливают границы безопасности плавания. Рекомендуется составлять **графический план перехода судна**, то есть на МНК графически изображают маршрут перехода судна (с легендой), расчлняя его на отдельные участки в зависимости от решаемых судном задач, навигационной обстановки и гидрометеорологических условий плавания.

На основании вышеизложенного выбирают **наивыгоднейший путь судна.**

Метеорологическая таблица
(Трабзон/Бургас)

Таблица 29.4

Метеорологические элементы		Месяц года												Ср. за год Завесь год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Повторяемость ветра, %	N	4 16	3 16	7 13	4 6	6 6	10 6	8 6	8 8	6 10	3 13	2 11	1 13	5 10
	NE	7 11	9 16	11 20	13 19	17 18	14 11	11 12	8 14	10 15	9 16	10 10	5 6	10 14
	E	9 4	9 7	18 18	19 22	14 24	7 26	5 27	4 27	5 22	8 12	8 9	9 3	10 17
	SE	6 2	7 1	8 2	4 2	4 3	6 2	4 2	4 2	5 3	6 1	5 2	4 1	5 2
	S	15 1	9 2	6 2	3 2	2 2	4 2	4 1	8 1	11 1	11 2	11 2	11 2	8 2
	SW	28 5	27 8	14 8	8 6	6 6	8 4	16 4	19 3	20 4	25 6	22 5	30 7	18 5
	W	9 23	11 16	10 11	7 12	3 7	8 10	7 9	7 10	7 10	6 10	10 16	8 22	8 13
	NW	5 11	10 10	13 6	9 4	8 4	13 6	10 7	11 8	11 6	7 8	10 10	7 10	10 7
	Шторм	17 27	15 24	13 20	33 27	40 30	30 33	35 32	31 27	25 29	25 32	22 35	23 36	26 30
Средняя скорость ветра, м/с		3,2 3,4	3,1 3,5	3,0 3,6	2,5 3,0	2,3 2,8	2,5 2,6	2,3 2,6	2,3 3,0	3,2 3,0	2,8 3,1	2,9 2,9	3,0 2,8	2,8 3,0
Число дней со скоростью ветра ≥ 15 м/с		0 4	0 4	0 2	0 2	0 2	0 1	0 1	0 1	0 2	0 4	0 2	0 2	(0) (27)
Число дней с туманом		0 5	0 4	2 4	2 3	1 3	0 1	0 1	0 0	0 2	0 4	0 4	0 4	(10) (35)
Средняя облачность, баллы		6 8	6 7	6 7	6 6	6 6	5 4	6 4	6 4	6 4	6 6	6 6	6 7	6 6
Число ясных дней, (0+2 балла)		10 5	7 6	8 6	7 6	10 8	11 10	10 5	9 14	10 14	11 8	9 6	8 5	(100) (103)
Число пасмурных дней, (8+10 баллов)		18 20	17 16	19 17	19 14	16 12	16 10	16 6	16 5	14 6	15 12	15 16	18 19	(195) (141)
Среднее количество осадков, мм		90 42	69 42	52 39	49 44	50 52	48 69	36 45	42 26	76 34	103 53	105 68	78 64	(798) (578)
Максимальное кол-во осадков в сутки, мм		79 49	41 40	23 28	41 51	66 57	33 97	61 61	46 59	51 65	97 73	69 92	43 69	---
Число дней с осадками		10 10	11 10	14 10	12 10	10 9	8 8	6 4	6 4	10 4	10 6	9 8	10 9	(116) (92)
Число дней со снегом		2 6	2 6	1 3	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 1	1 4	(6) (20)
Число дней с грозой		0 0	0 0	0 0	0 1	1 2	1 3	0 2	0 2	1 1	1 1	0 0	1 0	(4) (12)
Температура воздуха, °С	Средняя	7,4 2,6	6,8 2,6	7,6 6,5	10,8 10,9	15,7 16,0	19,8 20,4	22,7 22,8	23,1 22,6	19,9 19,2	16,7 14,4	12,9 9,4	9,2 4,6	14,4 12,8
	Абсолютный max	25 21	26 23	31 27	32 32	38 35	34 37	38 40	38 39	33 35	32 34	33 27	26 31	38 40
	Абсолютный min	-6 -22	-9 -20	-6 -15	-1 -2	4 2	9 8	15 10	11 9	7 4	3 -2	0 -9	-5 -15	-9 -22
Относительная влажность, %		70 82	72 81	74 76	76 71	80 78	76 75	75 71	73 72	74 75	74 78	71 81	67 83	74 77
Место наблюдений:		Трабзон (Ш = 41°00'N, Д = 39°43'E), Бургас (Ш = 42°29'N, Д = 27°28'E)												

«Повторяемость степени волнения, %»

NW | NE
SW | SE часть Черного моря

Таблица 29.5

Баллы	Месяц года																							
	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		XI		XII	
0÷1	19	15	17	16	19	26	27	30	35	53	38	34	39	36	42	45	35	48	24	41	17	37	12	20
	22	26	29	45	47	53	62	60	58	55	53	45	52	51	44	56	36	57	36	41	29	41	16	30
2÷3	51	53	50	50	50	44	55	55	50	49	52	52	51	50	47	46	51	51	53	47	56	58	52	52
	49	50	69	49	40	49	57	44	56	37	54	45	43	48	53	48	59	41	48	48	46	48	51	55
4÷5	29	30	28	29	28	32	18	19	17	10	16	16	12	21	14	14	19	13	26	20	33	24	33	36
	38	25	22	19	28	24	13	10	9	10	11	11	14	12	20	12	18	11	23	13	27	14	33	22
6 и >	6	7	8	8	7	11	2	3	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	5	4	7	4	7	19
	10	5	4	4	7	4	1	1	1	0	1	1	1	2	1	1	3	2	3	2	10	2	8	3

«Повторяемость высот волн, %»

NW | NE
SW | SE

часть Черного моря

Таблица 29.6

Высота волн, м	ЗИМА		ВЕСНА		ЛЕТО		ОСЕНЬ	
< 1	27	40	40	45	55	70	40	45
	27	27	40	45	55	70	40	42
1÷2	43	43	43	40	32	25	43	40
	43	43	43	40	32	24	43	42
2÷3	20	12	12	11	10	4	12	11
	20	20	12	12	10	5	12	12
3÷6	9	5	5	4	3	1	5	4
	9	9	5	3	3	1	5	4
6÷11	1	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	0	0	0	0	0

«Наибольшая высота волн, их направление; наибольший период волн»

Таблица 29.7

Пункт	Высота (м), направление	Период волн, с	Пункт	Высота (м), направление	Период волн, с
Алушта	4,2E	11,5	Севастополь	1,5SW	4,4
Анапа	4,0W	9,5	Скадовск	1,4SE	4,4
Батуми	7,0W	10,0	Сочи	7,0W	14,6
Варна	1,5E	6,0	Судак	4,0S	9,3
Геленджик	5,7W	11,0	Сухуми	4,0W	10,1
Гудаута	3,4S	10,4	Тарханкут	8,0SW	9,0
Евпатория	5,0W	6,9	Тендра	4,0S	6,8
Ильичевск	3,2NE	10,7	Туапсе	7,2W	13,9
Констанца	2,5NE	12,0	Феодосия	3,0E	9,8
Новороссийск	3,4S	8,0	Херсон	2,0SW	9,8
Одесса	5,2NE	9,2	Херсонес	7,3SW	13,9
Очаков	3,5SW	5,5	Хорлы	2,2S	6,0
Очамчира	3,6W	11,8	Чауда	2,2S	7,0
Пицунда	9,0SW	10,4	Черноморское	4,0NE	9,5
Поти	8,5W	10,5	Ялта	6,0E	10,8

29.4. Предварительная прокладка пути судна

Предварительная прокладка (ПП) представляет собой **2-й этап** в общей задаче планирования и осуществления перехода, то есть навигационную прокладку маршрута судна выполненную предварительно, исходя из намеченного маршрута, **отвечающего требованиям безопасности плавания**, поставленным задачам и экономической целесообразности.

Другими словами, **предварительная прокладка это разработка детального плана**, охватывающего весь период от отшвартовки в порту выхода до пришвартовки в порту прихода с включением в него также тех участков, где плавание будет проходить под обязательной проводкой лоцмана.

Предварительную прокладку выполняют на тех же подобранных для перехода **картах и планах**, на которых в дальнейшем будет вестись и **исполнительная прокладка** пути во время осуществления перехода.

До выхода судна в рейс она (ПП) должна быть выполнена **в объеме**, необходимом для **прохода судном всех стесненных вод** и выхода его на «чистую воду» открытого моря.

Во всех случаях предварительная прокладка должна охватывать **не менее чем 2-х суточное плавание судна** после его выхода из порта отхода.

Используя наставления либо указания для выбора генеральных курсов в данном морском районе, **судоводитель осуществляет прокладку** таких курсов на **мелкомасштабной (генеральной) карте данного района**.

Проложенные на этих картах генеральные курсы обозначаются цифрами, **соответствующими их истинным направлениям ($ИК = 237^\circ$)** и расстояниям ($S = 84,5$ мили).

Такая индикация проложенных курсов помогает уточнить общую протяженность пути, необходимый запас топлива, воды, продуктов и другого снабжения.

Зная эксплуатационную скорость судна (V) **можно предварительно вычислить время, необходимое на выполнение всего перехода**, а также его отдельных участков. Это особенно важно для установления ориентировочного времени **прохода наиболее опасных в навигационном отношении районов** и планирования моментов таких проходов изменением оперативного времени выхода.

Предварительная прокладка генеральных курсов описывает только основные моменты предстоящего плавания между узловыми точками пути судна, не включая в себя плавание узкостями, на подходах к портам и т.п.

Детальное графическое изображение всего пути предстоящего плавания осуществляется на крупномасштабных (путевых и частных) картах и планах.

Для этого всю **выполненную ранее прокладку на генеральных картах переносят на соответствующие крупномасштабные карты и планы с полным сохранением геометрического подобия.**

Все недостающие элементы предварительной прокладки (плавание в узкостях, подход к порту и пр.) дополнительно наносят на путевые (частные) карты и планы. Для этого судоводителю следует вновь обратиться к информации руководств и пособий для плавания.

Описание любого объекта в лоции, независимо от его размеров и значения, приводятся во всех главах **по одной и той же схеме:**

- 1) положение (φ, λ);
- 2) общая характеристика;
- 3) описание отдельных деталей;
- 4) наставление (или указание) для плавания.

Такие **частные наставления для плавания в районе описываемого объекта** дают в повелительной форме; в них отмечают особенности плавания в условиях пониженной видимости и с использованием РТСНО и РЛС.

В указаниях по использованию таких факторов дают рекомендации по их выбору, а также по способам определения места судна на различных участках пути; приводят сведения об изменении радиолокационных изображений ориентиров по мере движения судна. **Частные наставления для плавания составляют на основании проверенных («оплавленных») на местности материалов.**

Используя такие частные наставления (или указания) для плавания в районах отдельных объектов, перенесенную с генеральных карт на путевые (частные) карты и планы предварительную прокладку окончательно завершают, а все курсы и значения величин плавания по ним, отмеченные на картах, сводят в таблицу (см. таблицу 29.8):

№№ курса	ИК	Плавание по курсу (миль)	V, уз.	Продолжительность плавания по курсу (час.мин.)	Точки поворота		Объекты и пеленги в момент поворота	Стрелки и др. пособия для плавания	Примечание	
					Время прихода (час.мин.)	Координаты φ λ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		$\Sigma S =$... (миль)		$\Sigma t =$... (сут., час., мин)			$V_{CP} =$... уз.			

где их подвергают дальнейшей обработке.

При плавании в стесненных районах, точки начала и конца поворотов проверяют линиями поворотных пеленгов на выбранные ориентиры:

- - отмечают контрольные точки прохода траверза ориентиров;
- - на участках, где действуют постоянные течения, определяют $ПУ_{\beta}$ и β ;
- - на участках, где действуют приливо-отливные явления, определяют и учитывают их элементы, а при ограниченных глубинах – и уровни воды;
- - для участков, где линия пути проходит вблизи опасностей, на картах проводят ограждающие линии опасных пеленгов, дуги опасных расстояний и углов.

Во всех случаях, при плавании в стесненном районе и при подходе к берегу обоснованно подбирают способы для определения места судна, а при подходе к порту учитывают требования местных правил.

При планировании перехода в расчет должны приниматься все условия плавания, в том числе маневренные элементы своего судна, соотношение осадки и глубины под килем, увеличение осадки от скорости и от крена на повороте и изменение скорости судна.

Предварительная прокладка и план перехода выполняется лично капитаном, либо по его поручению одним из помощников капитана под наблюдением и контролем капитана.

Тщательность выполнения предварительной прокладки во многом определяет качество постоянного контроля за текущим местом судна.

Если во время плавания судно значительно отклонилось от пути, заданного предварительной прокладкой, последняя частично выполняется заново с ведома капитана.

Подготовка судовых ТСН к работе в рейсе выполняется в соответствии с инструкциями по их эксплуатации. С приведением ТСН в рабочий режим проверяются их технические параметры.

Аппаратура считается в рабочем состоянии, если ее параметры в рабочем режиме соответствуют ТУ завода-изготовителя, определены ее поправки и полностью укомплектована ЗИПом.

Рабочее состояние ТСН проверяется:

- - для гирокомпаса – постоянством контрольных пеленгов береговых ориентиров, если за время стоянки он не выключался;
- - для ПИ СНС – функционированием всех режимов работы;
- - для ПИ РНС – постоянством отсчетов радионавигационных параметров, соответствующих месту судна.

В печатающих устройствах проверяется наличие бумаги, включаются тумблеры датчиков и видов печати, выполняется контрольная распечатка, устанавливается выбранный интервал печати.

Кроме того, устанавливаются показания времени реверсографа, осуществляется контрольная распечатка, на курсограмме выполняется отметка времени.

Проверяется наличие бумаги в эхолоте и, при необходимости, устанавливается сигнализация опасной глубины.

Выбираются датчики информации навигационного комплекса или видеопрокладчика; очищается оперативная память ЭЦВМ.

Включается сигнализация автоматического контроля за удержанием судна в заданной полосе движения.

29.5. Подъем карт и окончательная проработка плана перехода

29.5.1. Подъем карт

После выполнения предварительной прокладки на карты наносят дополнительную навигационную информацию, особо выделяя на них те сведения, которые будут иметь важное значение при выполнении перехода.

Эта процедура носит название «подъем карты», выполняемый цветными карандашами, а в отдельных случаях и цветной тушью.

1. Прежде всего, необходимо нанести на карты границы районов действия особых правил плавания. Наиболее важные сведения из таких правил можно выписать на нерабочем месте карты (на суше); здесь же дать сноски на те страницы лоции (или др. пособия), где эти особые правила приведены.
2. После этого проводят границы фарватеров и рекомендованные курсы, наносят СРДС.
3. Особо (красным цветом) выделяют отдельно лежащие опасности, как естественные (банки, скалы, камни, мели и т.д.), так и искусственные (свалка грунта, затонувшие суда и др.).
4. Цветным карандашом отмечают участки берега и ориентиры, четко отображаемые на экране НРЛС.
5. Простым карандашом у мест РМК^{ОВ}, Аэро РМК^{ОВ}, РМО ставят их номера по РТСНО.
6. Простым карандашом наносят границы видимости маяков и знаков (с учетом высоты глаза наблюдателя e_M).
7. В соответствующих местах карты надписывают простым карандашом, фактические значения магнитного склонения d , приведенного к году плавания.
8. Особое внимание уделяется «подъему карты» на тех ее участках, где путь судна пролегает в непосредственной близости от различного рода опасностей, а также там, где он проходит через узкости и акватории, стесненные навигационными опасностями.
9. В таких случаях более четко выделяют секторы маяков, ограждающие опасности, а в местах их отсутствия проводят дополнительно ограждающие изолинии (опасные пеленги, опасные расстояния и т.д.). В случае необходимости намечают ориентиры для измерения поворотных пеленгов, проводят линии приметных естественных створов.
10. На районы особенно сложных для плавания узкостей наносят заранее рассчитанные сетки изолиний (азимутальные, стадиометрические и др.).
11. В целях обеспечения безопасности судовождения на случай плохой видимости (тумана и пр.) необходимо наметить и провести предостерегательные изобаты.
12. Цветным карандашом отметить границы акватории, рассматриваемой как безопасная для осадки судна, выделить районы с характерным рельефом дна, пригодные для определения места судна по глубинам, провести изобаты.
13. Желательно провести линии равных точностей определения места судна по отдельным наиболее важным ориентирам, позволяющим контролировать плавание по линии избранного и проложенного на карте пути судна.
14. Предвычисляют на планируемое время перехода и надписывают в соответствующих местах карты $t_{ПВ,МВ}$, $h_{ПВ,МВ}$, а на мелководных участках строят графики приливов.
15. Проводят границы территориальных вод, запретных для плавания и постановки на якорь районов.
16. Красным кружком обводят приметные ориентиры для визуальных определений.
17. Коричневым кружком обводят приметные ориентиры для радиолокационных обсерваций.
18. Наносят границы действия РМК^{ОВ} вдоль пути судна, записывают их позывной и значение его рабочей частоты.
19. Наносят границы рабочих зон РНС.
20. Наносят вдоль линии пути сведения об освещенности ($T_c \hat{\odot}$ $T_c \hat{\ominus}$)

PHC

Таблица 29.11

№№ п/п	Название PHC	Название цепочки PHC	Номер цепочки (условн. обозн.)	Стр. описания (РТСНО)	Примечание
1	2	3	4	5	6

Приливы

Таблица 29.12

№№ п/п	Название пункта	Дата	Утренние воды				Вечерние воды				Примечание	
			ПВ		МВ		ПВ		МВ			
			$T_{СЛВ}$	$h_{ЛВ}$	$T_{СМВ}$	$h_{МВ}$	$T_{СЛВ}$	$h_{ЛВ}$	$T_{СМВ}$	$h_{МВ}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

Освещенность

Таблица 29.13

Дата	T_c начала навиг. сумерек	Солнце				T_c оконч. навиг. сумерек	Луна				Примечание	
		$T_{c\odot}$	A_{\odot}	$T_{c\ominus}$	A_{\ominus}		$T_{c\uparrow}$	V_{\uparrow}	Φ_{\uparrow}	$T_{c\downarrow}$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	

Сведения о портах, местах укрытия и якорных стоянках

Таблица 29.14

№№ п/п	Название порта (места укрытия, якорной стоянки)	Адм. № карты (плана)	Ссылка на лоцию или др. пособие, в котором есть описание данного пункта	Местные правила плавания, особенности системы ограждений, штормовые сигналы
1	2	3	4	5

План коррекции счисления

Таблица 29.15

№ этапа перехода	T_c от ... ч. ... мин. до ... ч. ... мин.	Средства и способы определения места судна			
		Основной способ		Резервный способ	
		Способ, ориентиры	M_O	Способ, ориентиры	M_O
1	2	3	4	5	6

29.6. Штурманская справка на переход

Первый этап в планировании и выполнении предстоящего перехода – **анализ всех обстоятельств, сопутствующих переходу** – начинают со сбора всей доступной судоводителю информации, имеющей отношение к навигационным и гидрометеорологическим условиям плавания.

Для полной оценки перехода и обстоятельств, при которых он будет выполняться, эта информация, прежде всего, должна отражать:

- 1) → гидрометеорологические условия плавания (видимость, туман, ветры, штормы, течения, приливы и т.д.);
- 2) → навигационную обстановку перехода (ΣS миль, характеристика береговой черты, опасности, запретные и опасные районы, СНО, приметные пункты и радиолокационные ориентиры, условия подхода к портам захода и якорным стоянкам, портовые правила и т.д.);
- 3) → данные о маневренных характеристиках судна, об его осадке на различных участках;

Особенно подробно должны быть отмечены:

- 4) → наименьшая глубина;
- 5) → описание всех опасностей, расположенных вблизи курсов судна;
- 6) → расстояния от опасностей до линии курса судна и признаки приближения к ним (ограждающие пеленги и дистанции, горизонтальные и вертикальные углы опасности);
- 7) → наиболее выгодное и безопасное расположение курсов при различных гидрометеорологических условиях;
- 8) → наиболее удобное время для прохода опасных мест;
- 9) → расчет светлого времени суток;
- 10) → обеспеченность района плавания СНО и РТСНО;
- 11) → возможности получить уверенные обсервации;
- 12) → оптимальные способы определения места судна;
- 13) → схемы установленных путей и СРДС;
- 14) → рекомендации по выбору наивыгоднейшего пути в океане.

Даже самым тщательным образом подобранная и проанализированная информация не обеспечивает должной безопасности плавания без оперативного учета возможных изменений условий плавания в любом районе.

Поэтому важно установить для конкретного района порядок поступления на судно навигационных предупреждений и гидрометеорологических прогнозов, которые могут быть получены в процессе изучения условий плавания, после первоначальной их оценки или во время выполнения рейса.

Как океанский переход судна, так и маршруты его прибрежного плавания, устанавливаются на основании объективных данных, выбираемых из всех доступных материалов.

Отбор этих сведений, влияющих на установление пути судна, а также их обобщение составляют *штурманскую справку на переход*, представляющую собой как бы обобщенную маршрутную лоцию для предстоящего плавания.

В качестве памятки при сборе всей необходимой для штурманской справки информации составляют поверочный лист содержащий, прежде всего, следующие пункты:

- 1) → подобрать карты, руководства и пособия на переход по «Каталогу карт и книг»;
- 2) → проверить корректуру подобранных карт, руководств и пособий; при необходимости – откорректировать их на день выхода;
- 3) → проверить, что все навигационные предупреждения, имеющие отношение к району плавания, получены и исследованы (учтены);
- 4) → уточнить осадку судна (по маршруту перехода).

В штурманской справке описания особо опасных мест перехода должны быть отмечены красным карандашом.

Штурманская справка должна быть проработана всем судоводительским составом судна.

Выводы

1. Основным видом технологического процесса работы морского транспортного судна является его рейс, который определяется рейсовым заданием, сообщаемым капитану судна заблаговременно.
2. ИМО устанавливает 4 этапа в планировании и осуществлении безопасного перехода:
 - I. – анализ всех обстоятельств, сопутствующих переходу;
 - II. – собственно планирование перехода;
 - III. – выполнение перехода;
 - IV. – контроль за местом судна на переходе.
3. Для обеспечения плавания судна одной из важнейших задач является подбор необходимых на переход карт, руководств и пособий для плавания.
4. Изучение района плавания в полном объеме выполняется судоводительским составом перед выходом в первое плавание по данному маршруту.
5. Предварительная прокладка – это разработка детального плана перехода судна от времени отшвартовки в порту выхода до времени пришвартовки в порту назначения, включая и участки плавания под проводкой лоцмана.
6. Подготовленные к плаванию навигационные карты, руководства и пособия во многом облегчают работу судоводителя на переходе.
7. Штурманская справка на переход – это обобщенная «маршрутная лоция» для предстоящего плавания.

ГЛАВА 30. ОРГАНИЗАЦИЯ ВАХТЫ НА МОСТИКЕ

30.1. Общие принципы организации вахты

Капитан судна организует вахтенную службу на мостике таким образом, чтобы она соответствовала требованиям «системы управления безопасностью» (СУБ) судна и с должной надежностью обеспечивала безопасность его плавания в любых условиях.

В соответствии с Резолюцией А.443(XI) Международной морской организации (ИМО) и требованиями национального законодательства ... **ни судовладелец, ни фрахтователь и никакое иное лицо не вправе препятствовать капитану в принятии решений, которые он, в силу своего профессионального опыта, сочтет необходимым для безопасности мореплавания.** Более того, капитанам, добросовестно выполняющим свои обязанности в отношении безопасности мореплавания и предотвращения загрязнения морской среды, должна быть обеспечена всемерная поддержка и защита со стороны судовладельца.

Для обеспечения надлежащей организации штурманской и вахтенной службы капитан и штурманский состав судов должны руководствоваться «Уставом службы на судах Украины», «СУБ судна», «Правилами корректуры морских карт и руководств для плавания», «Рекомендациями по использованию судовых РЛС для предупреждения столкновений судов», международными и национальными нормативными документами; руководящими документами судоходной компании, эксплуатирующей судно.

При ведении судового журнала и решении задач судовождения рекомендуется использовать соответствующие обозначения, сокращения и символы, применяемые в морских навигационных пособиях.

Организация вахтенной службы на мостике должна предусматривать готовность вахтенного персонала управлять судном и судовыми техническими средствами в нормальных условиях эксплуатации, а также при возникновении критических и аварийных ситуаций.

Во избежание недоразумений и недопонимания, в интересах обеспечения безопасности судна, жизни людей, все морские и командные диалоги, а также ведение служебной документации и переписка, касающаяся судовождения, управления, эксплуатации, безопасности мореплавания и охраны окружающей среды на судне осуществляется на украинском, русском, либо английском языках.

Состав вахты на мостике в любой момент времени в течение всего рейса должен соответствовать фактическим условиям и обстоятельствам плавания.

Навигационная вахта на мостике в общем случае должна обеспечивать:

1. → непрерывное, надлежащим образом организованное, наблюдение за окружающей обстановкой с целью своевременного обнаружения опасности сближения и выбора оптимального маневра расхождения с судами на безопасном расстоянии;
2. → безопасное движение судна по проложенному пути, учитывающему особенности района плавания, в том числе близость навигационных опасностей, интенсивность движения судов, возможность появления малых судов и объектов с низкой отражающей способностью на экране РЛС, скоростных судов, паромов и т.д., требующих выполнения вахтенным помощником капитана ряда специфических действий;
3. → изменение курса и скорости, связанные с состоянием видимости, временем суток, гидрометеорологическими условиями плавания, а также изменением ситуации, оцениваемой с помощью технических средств и радиолокационных методов навигации;
4. → подготовку судна и экипажа к плаванию в штормовых и других сложных условиях;
5. → контроль конструктивно–технической безопасности судна (прочности, остойчивости, осадки, крена, посадки и др.) и принятие мер по ее обеспечению;
6. → постоянную готовность к борьбе за живучесть судна;
7. → надежную оперативную радиосвязь с компанией, иными береговыми и судовыми центрами, АСС, наблюдение за сигналами тревоги, бедствия;
8. → возможность и целесообразность использования судовых технических средств навигации;
9. → любые другие требования к вахте, которые обуславливаются особыми условиями эксплуатации судна.

Вахта должна быть укомплектована так, чтобы эффективность ее несения не снижалась из-за усталости отдельных лиц, входящих в ее состав.

Судоводителям должны быть даны четкие указания, в каких ситуациях следует без промедления вызвать на мостик капитана. С этой целью на мостике должен находиться «Журнал распоряжений и указаний капитана» («Night order book»), в котором отражаются распоряжения и указания капитана персонально отдельным лицам либо всем судоводителям, касающиеся организации штурманской службы, несения ходовой и стояночной вахты, расхождения с судами, предупреждения и вызова капитана и других вопросов безопасности плавания и жизнедеятельности экипажа судна.

Уходя с мостика, капитан может дать соответствующее устное или письменное распоряжение, с которым знакомится каждый ВПК при смене вахты.

Капитан вправе усилить судовую вахтенную службу, если, по его мнению, близость опасности, возможности судовых технических средств, условия погоды, состояние видимости или иные обстоятельства не позволяют обычным составом вахтенного персонала обеспечить безопасную эксплуатацию и нормальную жизнедеятельность судна.

В процессе повседневной работы ВПК следует вырабатывать умение своевременно, точно и кратко докладывать текущую информацию.

Ответственность за надлежащее несение вахты возлагается на лиц, несущих вахту.

В случае присутствия на мостике капитана, ВПК продолжает нести ответственность за обеспечение безопасности плавания судна в течение всего периода своей вахты до тех пор, пока капитан не примет управление судном на себя и это не будет взаимно понято.

ВПК имеет право самостоятельно изменять курс, скорость, способ управления и режим работы СЭУ в случае внезапной непосредственной опасности, грозящей судну, людям и грузу, а также для спасения упавшего за борт человека. При этом он обязан немедленно доложить о принятых мерах капитану. Однако, по возможности, следует своевременно уведомить вахтенного механика о намерении изменить режим работы СЭУ.

30.2. Заступление на вахту и ее несение при стоянке судна

30.2.1. Обязанности ВПК при стоянке судна в порту

ВПК при заступлении на вахту и в процессе ее несения при стоянке в порту должен:

- **1)** → вместе со сдающим вахту ПК обойти внутренние помещения судна и главную палубу, проверить надежность крепления швартовых тросов, правильность установки противокрысиных щитков и защитных щитков на сливных отверстиях, подъем необходимых флагов и сигналов, состояние трапа, ход проведения грузовых операций; принять указания и распоряжения по вахте;
- **2)** → обеспечить наличие необходимых данных на информационной доске вахтенного у трапа, в том числе → расписания вахт командного и рядового состава по палубной и машинной части;
- **3)** → следить за осадкой судна, надлежащим креплением и состоянием швартовых концов, кранцев, соблюдением местных правил;
- **4)** → следить за состоянием трапа или сходни, соответствием их состояния и оборудования требованиям правил техники безопасности;
- **5)** → присутствовать при смене вахтенных у трапа, инструктировать матросов, заступающих на вахту;
- **6)** → контролировать допуск посторонних лиц на судно;
- **7)** → следить за недопущением крена судна во время проведения грузовых операций, контролировать размещение грузов на судне в соответствии с утвержденным грузовым планом, наблюдать за правильностью использования судовых грузовых средств, обеспечивать своевременное открытие-закрытие люков трюмов;
- **8)** → контролировать состояние пломб и печатей на опечатанных помещениях;
- **9)** → производить периодический обход и осмотр судна и судовых помещений, проверять уровень воды в льялах трюмов;
- **10)** → обеспечивать соблюдение правил пожаробезопасности при производстве ремонтных работ;
- **11)** → обеспечивать своевременную подготовку судна к перешвартовкам;

- **12)** → объявлять судовую тревогу, при отсутствии капитана и СПК возглавлять борьбу за живучесть судна при возникновении опасности на судне, на берегу или на рядом стоящих судах;
- **13)** → контролировать и обеспечивать выполнение судовых работ, связанных с подготовкой судна к выходу в рейс;
- **14)** → контролировать соблюдение порядка на судне и обеспечение общей его безопасности, а также принимать необходимые меры с целью предупреждения актов пиратства и терроризма.

При стоянке судна у причала в защищенном от ветра и волнения порту после получения штормового предупреждения вахтенная служба:

1. → обеспечивает готовность СЭУ и судна в целом к выходу в море;
2. → проверяет и обтягивает швартовы, при необходимости заводит дополнительные тросы;
3. → устанавливает дополнительные кранцы;
4. → проверяет и готовит к действию якорное устройство;
5. → проверяет и готовит к действию осушительную и водоотливную системы;
6. → включает УКВ радиостанцию на дежурный прием и несет постоянную радиовахту;
7. → устанавливает ежечасное наблюдение за метеорологическими факторами.

С усилением ветра до крепкого грузовые операции прекращаются, судно приводится в готовность к выходу в море.

Состав, численность и продолжительность несения стояночной вахты устанавливается капитаном. Стояночная вахта в любой момент времени должна быть достаточной и соответствовать условиям работы судна и обстановке.

30.2.2. Обязанности ВПК при стоянке судна на якоре

ВПК во время стоянки судна на якоре:

1. → находится на мостике, контролирует место судна по контрольным пеленгам, используя ТСН;
2. → ведет периодическое наблюдение за водной поверхностью. В случае появления нефтяных пятен на поверхности воды по возможности выясняет их происхождение, размеры, направление движения, докладывает капитану и старшему механику;
3. → обеспечивает наблюдение за спущенными на воду судовыми и другими плавсредствами у борта, организует связь с ними;
4. → контролирует ход рейдовых грузовых операций;
5. → в конце вахты производит контрольное определение места судна;
6. → обеспечивает постоянное наблюдение за состоянием погоды, окружающей обстановкой, другими судами, отсутствием дрейфа судна;
7. → систематически проверяет глубину под килем, состояние якорного устройства, натяжение якорного каната, надежность крепления стопоров, отсутствие самопроизвольного вытравливания якорной цепи, учитывая при этом влияние приливо-отливных явлений;
8. → делает периодические обходы по верхним палубам, оставив на это время на мостике вахтенного матроса;
9. → контролирует обеспечение безопасной посадки (высадки) членов экипажа и пассажиров с рейдового или судового катера;
10. → организует сдачу мусора на плавсредства порта в соответствии с местными правилами;
11. → безотлагательно извещает капитана и принимает необходимые меры безопасности в случаях ухудшения погодных условий, получения штормового предупреждения, обнаружения дрейфа судна, обнаружения дрейфа судов, стоящих вблизи на якоре, опасного маневрирования судов поблизости, обнаружения загрязнения водной поверхности, появления сомнения в безопасности стоянки на якоре.

С усилением ветра обычно необходимо потравливать якорные цепи. Однако при этом следует ясно представлять, сколько времени понадобится для выборки якорей в случае необходимости снятия с якоря, чтобы судно за это время не было снесено к опасности.

30.3. Подготовка судна к выходу в море

Судоводители при подготовке судна к выходу в море:

- 1) → заблаговременно предупреждают вахтенного механика и экипаж о назначенном времени отхода;
- 2) → включают гирокомпас и, после прихода его в меридиан, согласовывают репитеры;
- 3) → производят подбор навигационных карт, руководств и пособий для плавания;
- 4) → проверяют наличие и корректуру на картах и нанесение на них данных оперативной навигационной информации;
- 5) → готовят к использованию навигационно-штурманский инструмент, бинокли, оптические пеленгаторы;
- 6) → проверяют готовность всех ТСН (компасы, эхолот, лаг, РЛС);
- 7) → выполняют мероприятия по досмотру судна, связанные с прекращением грузовых операций, закрытием трюмов и т.д.;
- 8) → проверяют чистоту крыльев мостика, рулевой и штурманской рубок, стекол рулевой рубки;
- 9) → проверяют готовность к работе всех электрорадионавигационных приборов, сверяют часы в рулевой и штурманской рубках, в машинном отделении, готовят необходимые навигационные карты, руководства и пособия для плавания;
- 10) → выполняют действия по подготовке к вводу СЭУ;
- 11) → проверяют рулевое, якорное, швартовные устройства, машинный телеграф, внутрисудовую командную связь, УКВ радиостанцию;
- 12) → проверяют исправность работы от бортового и аварийного питания навигационных и сигнальных огней, звуковых сигнальных средств (со всех постов, в том числе и управление с механическим приводом), готовят флаги, позывные, сигнальный прожектор;
- 13) → проверяют отсутствие помех под кормой в районе винта и руля (плавсредств, тросов, плавающих предметов, крупных льдин и т.п.), убеждаются в отсутствии выступающих за корпус конструкций судна;
- 14) → за 10-15 минут до отхода делают контрольную распечатку на ленте реверсографа и сверяют ее время с судовыми часами, ставят отметку времени на курсограмме или согласовывают ее с судовым временем;
- 15) → включают РЛС на подготовку;
- 16) → выполняют мероприятия, связанные с приемом лоцмана;
- 17) → убеждаются в исправности и присоединении к фалам огней и фигур «Не могу управляться»;
- 18) → проверяют СЭУ в соответствии с инструкцией по ее эксплуатации, убеждаются в ее готовности к реверсам;
- 19) → проверяют перекладку руля с помощью основных и резервных средств управления;
- 20) → проверяют работу переключателя режима работы авторулевого;
- 21) → проверяют работу очистителей и подогревателей стекол рулевой рубки;
- 22) → проверяют наличие питания и работу палубного освещения;
- 23) → проверяют аварийное питание и сигнализацию;
- 24) → проверяют готовность палубной команды к отшвартовке;
- 25) → проверяют готовность якорей к отдаче;
- 26) → проверяют подготовку лоцманского трапа (подъемника), поручней, полутрапика, спасательного круга с линем и буйком, бурундук, конец с карабином для спуска вещей лоцмана, освещение лоцманского трапа и места посадки лоцмана на катер;
- 27) → снимают осадку судна.
- 28) → проверяют наличие людей на судне.

30.4. Прием-сдача ходовой вахты

Каждый ВПК при приеме вахты выполняет требования национальных и международных нормативных документов.

ВПК не должен сдавать вахту, если есть основания предполагать, что принимающий вахту ПК в силу своей усталости, либо по другим причинам не в состоянии эффективно выполнять обязанности по несению вахты. В этом случае он обязан уведомить об этом капитана.

Заступающий на вахту ПК должен прибыть на мостик не позднее чем за 10 минут до начала вахты и убедиться в том, что весь состав ходовой вахты способен эффективно выполнять свои обязанности и полностью адаптирован, особенно к условиям ночного наблюдения.

В период приема и сдачи вахты должно осуществляться усиленное наблюдение за окружающей обстановкой.

Если в момент смены вахты судно выполняет маневр, то передача вахты должна производиться только после окончания маневра.

Контроль за организацией смены вахты на ходу осуществляет капитан. **ПК, заступающий на ходовую вахту на мостике, обязан:**

1. → отдохнуть перед вахтой не менее 6 часов (см. примечание 1);
2. → прибыть на мостик одетым по форме, в соответствии с погодными условиями;
3. → ознакомиться с картой района плавания и с корректурными отметками на карте;
4. → проверить соответствие проложенного на карте пути и курса, заданного рулевому или выставленному на авторулевом;
5. → сличить магнитные компасы с гирокомпасом;
6. → проверить приведение магнитного склонения (d) на карте к году плавания, ознакомиться с наличием в районе плавания магнитных аномалий;
7. → проверить работу гирокомпаса ($ГК$) и курсографа, проверить отметки времени на ленте курсографа;
8. → проверить соответствие девиации, определенной по сличению компасов, табличной и определенной при предыдущем сличении. При наличии расхождений выяснить причины;
9. → уточнить учет дрейфа и сноса от течения;
10. → рассчитать направление и скорость приливоотливных течений (минимум на 1-й час вахты);
11. → проверить полноту «подъема» карты, при необходимости дополнить;
12. → принять место судна по карте, проверить его по счислению;
13. → в начале вахты произвести контрольную обсервацию выполненную другим способом, чем сдающий вахту;
14. → выяснить пределы возможного отклонения от курса, исходя из навигационной обстановки и характера глубин;
15. → рассчитать запас воды под килем;
16. → выяснить безопасное удаление от навигационных опасностей, берега;
17. → ознакомиться по карте с характеристиками СНО и с учетом этого наметить дискретность и оптимальные способы навигационных обсерваций на 1-й час вахты;
18. → выяснить возможные места вынужденной постановки на якорь;
19. → рассчитать (проверить) время поворота на следующий курс;
20. → ознакомиться с предварительной прокладкой на следующей карте, выяснить ее соответствие прокладке на текущей карте, сравнить масштаб карт, при необходимости изучить район плавания по крупномасштабной карте;
21. → проверить среднюю фактическую скорость судна за прошедшую вахту, сравнить ее со скоростью по лагу. При значительных расхождениях выяснить их причины (проверить $\Delta T\%$);
22. → ознакомиться с навигационной и гидрометеорологической информацией, с прогнозом погоды по радиограммам, журналу, факсимильным картам погоды и волнения, с фактическими метеорологическими условиями (давление, барическая тенденция, температура воды и воздуха, направление и сила ветра);
23. → ознакомиться с распоряжениями капитана по вахте, записями в «Журнале распоряжений и указаний капитана» и принять их к исполнению;
24. → выяснить режим работы СЭУ, заданный капитаном, сравнить мгновенное число оборотов со средним за прошедшую вахту. При расхождении – выяснить причины;

25. → при наличии ДАУ, выяснить откуда ведется управление СЭУ; при управлении с мостика проверяет пульт управления и контролируемые параметры;
26. → выяснить состояние стабилизаторов качки;
27. → убедиться в исправной работе всех имеемых на судне технических средств навигации;
28. → проверить работу ПИ РНС. При использовании ПИ РНС «Декка» – проверить правильность коррекции «нуля», разрешения многозначности отсчетов (ночью эта проверка не всегда возможна), выяснить значения учитываемых поправок РНС.
29. → при использовании ПИ СНС проверить основные функциональные режимы его работы;
30. → проверить (если они включены) работу РЛС и САРП, выяснить шкалу *D*, ориентацию;
31. → ознакомиться с окружающей обстановкой визуально и по РЛС, сравнить ее с картой, опознать все навигационные ориентиры, выяснить параметры движения судов в зоне видимости, обращая внимание и на суда позади траверза;
32. → убедиться в работе УКВ радиостанции на 16-м канале;
33. → если на мостике есть приемник сигналов бедствия («Сигнал»), проверить режим его работы, в течение 1-го часа вахты произвести установку времени, сделать запись о приеме вахты в судовом журнале;
34. → проверить включение навигационных огней, источник их питания, поднятие флагов (днем);
35. → проверить готовность визуального сигнала «Не могу управляться»;
36. → проверить состояние дверей в водонепроницаемых переборках и других закрытий, и, если они открыты, выяснить причины;
37. → проверить количество включенных рулевых машин, при следовании на авторулевом – проверить установку переключателей на посту управления рулем, проверить режим управления рулем, перейти на ручное управление и обратно;
38. → проверить и выставить координаты места судна на АПСТЬБ;
39. → в темное время суток проверить затемнение иллюминаторов впереди ходового мостика;
40. → выяснить и проконтролировать режим вентиляции трюмов;
41. → выяснить, имеется ли крен судна, ведутся ли операции с балластом;
42. → проконтролировать прием-сдачу вахты вахтенным матросом, проконтролировать вахтенных матросов с учетом условий и особенности района плавания;
43. → убедиться в параметрах работы главного двигателя (режим, обороты);
44. → проверить включение пожарозвещательной станции;
45. → проверить выполнение правил техники безопасности, если ведутся работы.

Примечание 1. – Предвахтенный отдых

Капитан должен обеспечить нормальный и полноценный отдых судового персонала, заступающего на ходовую вахту.

В соответствии с Конвенцией и Кодексом по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты (**ПДМНВ 78/95**), вахта должна быть организована так, чтобы усталость вахтенного персонала не влияла на эффективность несения вахты, и служба была организована таким образом, чтобы личный состав перво и при выходе в рейс и по следующим вахтам получал достаточный отдых и был готов к несению вахты во всех других отношениях.

Контроль за предвахтенным отдыхом помощников капитана и членов экипажа перед их заступлением на вахту **возлагается на СПК.**

Отдых членов экипажа, несущих ходовую навигационную вахту, **должен быть не менее 10 часов** в течение 24-х часового периода. Часы отдыха могут быть разделены не более чем на два периода, один из которых должен иметь продолжительность, по крайней мере **6 часов.**

Сокращение этого периода допускается лишь в исключительных случаях.

В соответствии с требованиями «ПДМНВ-78/95» на видном месте должно быть вывешено расписание вахт командного и рядового состава палубной и машинной команд, а также должен вестись учет рабочего времени экипажа.

При проверке судна сотрудниками контроля (СКГП) невыполнение требований «ПДМНВ-78/95» в отношении отдыха моряков может служить основанием для задержания судна.

30.5. Наблюдение и вахта на мостике

ВПК должен обеспечить надлежащее, эффективное, непрерывное визуальное и слуховое наблюдение, а также наблюдение с помощью имеющихся технических средств, применительно к преобладающим условиям и обстоятельствам плавания с тем, чтобы полностью оценивать ситуацию и опасность столкновения, посадки на мель, своевременно обнаружить изменения в окружающей обстановке, представляющие опасность для мореплавания и прочее.

В ночное время для наблюдения следует всегда использовать РЛС, даже при плавании в открытом море.

Кроме того, целями наблюдения являются обнаружение терпящих бедствие людей, судов, летательных аппаратов, опасных объектов и предметов на воде, своевременное опознавание судовых и береговых огней и знаков, контроль за точным удержанием судна на курсе, наблюдение за обстановкой на экране РЛС, контроль за глубиной с помощью эхолота, определение фактической дальности видимости (D_{ϕ}).

ВПК должен постоянно находиться на мостике, заходя в штурманскую рубку только на короткое время для нанесения обсерваций на карту или выполнения работы, связанной с выполнением штурманских обязанностей. Ни при каких обстоятельствах он не должен оставлять мостик без должной замены.

Заходя в штурманскую рубку, ВПК должен предварительно убедиться, что положение судна безопасно и обеспечивается надлежащее наблюдение за окружающей обстановкой. При этом следует также учитывать, что матрос, стоящий на руле, не должен считаться наблюдателем, за исключением случаев, когда судно следует на авторулевом.

ВПК не должен:
- принимать на себя обязанности, отвлекающие его от осуществления эффективного наблюдения и мешающие обеспечению безопасности плавания судна.

Безопасность мореплавания может быть достигнута лишь при условии эффективной организации работы судоводителей на ходовом мостике и бдительном несении ходовой вахты всеми ее участниками.

Управляя судном в период своей вахты самостоятельно, **ВПК несет полную ответственность за безопасность мореплавания независимо от присутствия капитана на мостике.** И от того, насколько своевременно им будет обнаружена опасность и насколько своевременно будут приняты соответствующие обстановке меры, зависит успех в ликвидации причин и последствий различных критических ситуаций.

В случае возникновения опасности, грозящей судну, людям и грузу-СЭУ, рулевое и звукосигнальное устройства судна должны находиться в полном распоряжении ВПК.

При возникновении различных опасностей на море, а также каких-либо сомнений в месте судна или в оценке ситуации и возможных действий для обеспечения безопасного плавания судна, ВПК обязан незамедлительно доложить об этом капитану, вызвать его на мостик или действовать по его указанию.

До прихода капитана на мостик, ВПК продолжает управлять судном и предпринимает такие действия, которые в данной ситуации наилучшим образом позволят избежать или уменьшить тяжелые последствия, сложившиеся в этой ситуации.

ВПК обязан немедленно извещать капитана, особенно в следующих случаях:

1. → резкого изменения гидрометеорологических условий и понижения видимости;
2. → когда движение либо маневрирование отдельных судов, находящихся в непосредственной близости вызывают опасения;
3. → когда судно невозможно удержать на заданном курсе;
4. → когда сохранение заданного курса становится опасным;
5. → когда в расчетное время не обнаружены берег, навигационный знак или ожидаемые глубины;
6. → когда неожиданно открылся берег, навигационный знак или произошло резкое изменение глубины;
7. → встречи со льдом;
8. → поломки СЭУ, рулевого устройства, ТСН или иного важного судового оборудования;
9. → опасения возможного повреждения судна в штормовую погоду;
10. → нахождения в районе пиратских судов и возникновения подозрений в приближении пиратских плавсредств;
11. → внезапного появления крена или дифферента;

12. → получения сигнала бедствия;
13. → получения важной оперативной навигационной информации;
14. → конкретного указания капитана;
15. → в любом другом аварийном случае или при обстоятельствах, когда у ВПК появляются сомнения в возможности самостоятельно справиться с проблемой.

ВПК контролирует правильность удержания судна на курсе авторулевым, следит за тем, чтобы матрос-рулевой был готов перейти на ручное управление рулем, а также постоянно контролирует точность удержания судна на курсе.

Установка отсчета курса на авторулевым выполняется с обязательным участием ВПК, так как рулевой, самостоятельно устанавливая отсчет курса на авторулевым, следит за тем, чтобы рыскание было симметричным, и невольно вводит собственную поправку в заданный курс.

ВПК должен:

1. ⇒ не менее одного раза за вахту осуществлять перевод с автоматического управления рулем на ручное и обратно;
2. ⇒ осуществлять плавание в особых условиях, как правило, при ручном управлении рулем;
3. ⇒ во всех случаях опасного сближения с другими судами заблаговременно переходить на ручное управление рулем;
4. ⇒ четко знать порядок перехода с автоматического управление рулем на ручное, а также на запасное и аварийное рулевое управление.

ВПК обязан знать инструкцию по подготовке СЭУ к действию и изменению режимов ее работы, а также приборы контроля за работой СЭУ при наличии ДУ на мостике, порядок аварийной остановки СЭУ и пуска ее на задний ход.

ВПК должен изучить информацию о маневренных характеристиках своего судна, твердо знать его маневренные возможности, особенно элементы тормозного пути, элементы циркуляции с максимальным углом кладки руля, сравнительную эффективность маневров курсом и скоростью.

ВПК, готовясь к плаванию в стесненных условиях, должен изучить (а наиболее важные данные и запомнить):

- 1) → курс на каждом участке маршрута;
- 2) → расстояние и время плавания на каждом участке;
- 3) → ориентиры для контроля поворотов и плавания на каждом участке маршрута;
- 4) → наличие естественных створов;
- 5) → значения ограждающих пеленгов и дистанций, других навигационных параметров;
- 6) → допустимое отклонение от оси фарватера в случае расхождения с другими судами;
- 7) → стесненные участки, где расхождение изменением курса затруднено;
- 8) → места возможных постановок на якорь.

Необходимо иметь в виду, что фактическое направление течения можно определить по буруну у плавучих СНО (ППЗ).

В дневное время, с разрешения капитана, ВПК может оставаться единственным наблюдателем на мостике при условии, что в каждом таком случае учитываются все обстоятельства плавания и имеется возможность незамедлительного усиления вахты.

30.6. Определение поправок ТСН

Поправкой ТСН считается величина навигационного параметра, компенсирующая систематическую погрешность его измерения данным ТСН.

Поскольку поправка определяется с некоторой случайной погрешностью, к учету может быть принята поправка, величина которой как минимум вдвое превышает величину погрешности при ее определении. В противном случае учет поправки теряет смысл. В то же время следует стремиться к уменьшению систематической погрешности измерения навигационного параметра ТСН, а следовательно, его поправки до пренебрежимо малой величины.

Определение поправок ТСН является обязанностью штурмана независимо от наличия в штате судна электрорадионавигатора или иного лица, обслуживающего ЭРНП, функциями которых является лишь поддержание величин технических параметров аппаратуры, в пределах, указанных в технической документации.

Девияция магнитного компаса (δ).

Девияция каждого магнитного компаса должна быть надлежащим образом «уничтожена».

Штурману следует всегда иметь таблицу или график остаточной девииции магнитного компаса. Величина ее должна постоянно отслеживаться. Если ее величина превысит 3° для главного и 5° для путевого компасов, следует произвести «подуничтожение» полукруговой и четвертной девииции на 8-ми компасных курсах (по сличению с гирокомпасом или иным способом) с составлением новой таблицы или графика остаточной девииции (δ).

Поправка гирокомпаса (ΔGK).

Постоянная поправка гирокомпаса определяется, как правило, на стоянке судна после ремонта гирокомпаса и в том случае, если было выявлено ее изменение. В рейсе на ходу судна GK лишь контролируется.

Рекомендуется следующая методика определения ΔGK на стоянке:

1. \rightarrow с возможно высокой точностью определяют место пелоруса с помощью способов, по возможности исключающих использование гирокомпаса (по D_{PLC} , относительно углов причала, горизонтальным углам);
2. \rightarrow полученную обсервацию (СКП ≈ 2 мм в масштабе карты) наносят на МНК (план) наиболее крупного масштаба;
3. \rightarrow в пределах визуальной видимости от пелоруса выбирают на берегу и опознают на карте (плане) 3 \div 4 точечных ориентира, находящиеся в 200 м и более (по карте) от места судна (СКП снятия ИП с карты $\approx 0,6^\circ$);
4. \rightarrow с помощью штурманских инструментов с карты (плана) снимают истинные пеленги (ИП) на эти ориентиры;
5. \rightarrow выполняют 3 серии последовательных измерений гирокомпасных пеленгов (ГКП) на эти же ориентиры (Δt между измерениями в серии и между сериями должны быть постоянными и не более 2 мин. с тем, чтобы весь период составил $\sim 20 \div 25$ мин.);
6. \rightarrow постоянную поправку гирокомпаса по каждому ориентиру определяют как разность (со своим знаком) истинного и среднего из 3-х измеренных пеленгов:

$$\Delta GK = ИП - ГКП_{ср} \quad (30.1)$$

7. \rightarrow определяют среднюю по всем ориентирам ΔGK (СКП $_{\Delta GK} \approx 0,3 \div 0,4^\circ$);
8. \rightarrow если $\Delta GK > 0,5^\circ$, она исключается из показаний гирокомпаса вводом коррекции. Затем выполняют контрольное определение остаточной GK , которую и принимают к учету (результаты определения ΔGK записывают в формуляр гирокомпаса).

Поправка курсографа.

Эта поправка определяется по отметкам времени по курсограмме, которые ставят по фактическому времени, как правило к концу вахты, скрепляя их подписью. Расхождение времени по курсограмме и судовым часам за вахту должно быть ≤ 10 мин. (одно деление курсограммы).

Если имеется сомнение в стабильности работы курсографа, дополнительные отметки времени на курсограмме ставят во всех случаях, когда может понадобиться ее расшифровка (отход от причала, съемка с якоря, вход в туман, узкость, портовые воды, СРДС и др.).

Один раз в сутки, обычно на вахте 0400, а также при выходе из порта на курсограмме записывается дата.

Перед выходом в рейс, а затем систематически в течение рейса проверяется согласованность работы курсового и четверного перьев курсографа по времени и курсу.

Отметки времени не ставят, если курсограф оборудован точным часовым механизмом. В этом случае часовой механизм и курсограмму согласовывают с судовыми часами один раз в сутки и проверяют одновременно с другими измерителями времени. Расхождение не должно превышать 20 с.

Поправка лага ($\Delta L\%$).

$\Delta L\%$ определяется на мерной линии или на радионавигационном полигоне (СКП $\approx 0,5\%$ или $0,2$ уз.) для различных режимов хода (обычно 3 режима, по 3 пробега на каждом).

Допускается определение $\Delta L\%$ по расстояниям между высокоточными обсервациями, полученными при благоприятных метеоусловиях. Обработав около 10 участков пути, пройденного судном за $1\div 2$ вахты, можно получить $\Delta L\%$ для эксплуатационной скорости с точностью $\approx 0,5\div 1,0\%$.

Для этого по каждому участку:

1. \rightarrow снимается с карты плавание между обсервациями S_n ;
2. \rightarrow рассчитывается РОЛ для плавания судна от начальной до конечной точек участка;
3. \rightarrow рассчитывается $\Delta L\%$ для участка:

$$\Delta L\% = \frac{S_n - РОЛ}{РОЛ} \cdot 100 \quad (30.2)$$

Затем все частные $\Delta L\%$ осредняются и принимается к учету $\Delta L_{CP}\%$.

Радиодевиация (f).

При первоначальной установке радиопеленгатора на судно, а также ежегодно следует производить определение радиодевиации (f), с составлением таблицы и графика радиодевиации.

Радиодевиацию в море можно определить с помощью приемоиндикаторов СНС или РНС, имеющих программу расчета плавания судна по дуге большого круга (ДБК). Порядок определения следующий:

1. \rightarrow из РТСНО выбирают φ, λ КРМ^{КА}, отстоящего от судна на $D > 50$ миль;
2. \rightarrow вводят эти φ, λ в ПИ в качестве точки пришествия. Точкой отшествия является текущее место судна;
3. \rightarrow рассчитывают K_H плавания по ортодромии ($ИК_H$) одновременно измерив ОРП;
4. \rightarrow рассчитывают

$$f = ИК_H - ОРП \quad (30.3)$$

(СКП $\approx \pm 1,5\div 2,0^\circ$).

Поправки угло- и дальномерного устройства РЛС.

Эти поправки определяют на стоянке судна по точечным радиолокационным ориентирам, имеющимся на карте (плане) района и опознанным на экране РЛС.

Поправка угломерного устройства определяется по той же методике, что и ΔGK (СКП $\approx \pm 1\div 1,5^\circ$ в зависимости от того, какой визир используется – электронный или механический).

Поправка дальномерного устройства определяется аналогично, только вместо пеленга измеряется дистанция (СКП $\approx \pm 1\div 1,5\%$ на шкалах крупного масштаба).

Поправка хронометра ($u_{ХР}$).

$u_{ХР}$ определяется ежесуточно, по возможности в одно и то же время, путем сличения его показаний с радиосигналами точного времени, постоянно передаваемыми по радио, или с индикацией времени на дисплее ПИ СНС (СКП $\approx \pm 0,5$ с).

Поправка часов реверсографа.

Эта поправка определяется путем сличения контрольной распечатки времени на реверсограмме с эталонным временем. На любой момент времени данные реверсограммы не должны отличаться от эталонного времени более чем на 20 с.

Теневые секторы РЛС.

Своеобразным видом поправки РЛС являются ее теневые секторы, которые определяются раздельно для диапазонов 3 и 10 см. Наиболее надежно, быстро и просто они определяются при плавании судна по фарватерам, огражденным буями. Буй отслеживают на экране РЛС с момента его обнаружения на носовых КУ и до оставления его за кормой, определяя с помощью визира пеленги начала и конца экранирования цели (буя).

30.7. Характерные недостатки технических средств и способов навигации

Каждое судно должно быть оснащено ТСН в соответствии с требованиями классификационного общества, осуществляющего за ним технический надзор, а их состояние должно обеспечивать возможность определения места судна, счисления его пути, определения направления движения и скорости, измерения глубины, приборного наблюдения за окружающей навигационной обстановкой и встречными судами.

Запрещается выход судна в плавание в случаях:

- 1) → неисправности гирокомпаса или РЛС или радиопеленгатора;
- 2) → отсутствия или неисправности главного или путевого магнитного компаса, неисправности лага;
- 3) → отсутствия или неисправности навигационного секстана и хронометра;
- 4) → неисправности хотя бы одного сигнально-отличительного огня;
- 5) → неисправности машинного телеграфа;
- 6) → выхода из строя аварийных звонков громкого боя или ревунов.

Состояние навигационно-штурманского имущества и предметов снабжения должно обеспечивать возможность:

- 1) → осуществления полного технологического процесса судовождения и выполнения требований МППСС;
- 2) → осуществления визуальной связи с другими судами и берегом, ведения гидрометеорологических наблюдений;
- 3) → документирования навигационных и основных судовых процессов, указания национальности судна.

Каждое техническое средство или способ навигации **имеют** следующие **недостатки**, которые необходимо учитывать.

Гирокомпас.

Основным недостатком гирокомпаса является возможность неожиданного ухода из меридиана. Поэтому достоверность информации гирокомпаса следует систематически контролировать путем сличения его показаний с показаниями магнитного компаса. Такое сличение выполняют каждый час, а при приближении судна к опасности – чаще.

Во время плавания судна достоверность учитываемой $\Delta ГК$ должна систематически проверяться по пеленгам створов, небесным светилам, по 3-м пеленгам (СКП $\approx \pm 0,7^\circ$), с соответствующей записью в журнале «поправок компаса».

Если при разовом определении $\Delta ГК$ в рейсе ее величина отличается от учитываемой более чем на 2° или средняя величина 3-4 определений $\Delta ГК$ отличается от постоянной $\Delta ГК$ более чем на 1° , следует принять меры к выяснению причины такого расхождения. В первую очередь необходимо проверить технические параметры гирокомпаса и сличить показания репитеров пелорусов с показаниями основного прибора.

Если при сличении показаний курсоуказателей, исправленных поправками, обнаружится их расхождение более чем на 3° , правомерно считать, что один из них неисправен и пользоваться им нельзя. Следует срочно принять меры к выяснению причин расхождения показаний. При плавании вблизи навигационных опасностей частота определений места судна при сомнении в надежности курсоуказателей должна быть увеличена.

Если судно оборудовано техническими средствами, вырабатывающими курс (путь) судна по обсервациям, эта информация должна использоваться для контроля за работой курсоуказателей.

Магнитный компас (МК).

Недостатком магнитного компаса является то, что его девиация (δ) меняется с изменением широты (φ) района плавания и перевозимым грузом.

Правильность табличных значений δ контролируется путем сличения показаний компасов. Если величина δ главного компаса превысит допускаемую Правилами Регистра величину $\pm 3^\circ$ (у путевого $\pm 5^\circ$) может быть использована временная таблица девиации.

Лаг.

При работе индукционного лага с выдвижным датчиком возможно изменение его поправки $\Delta L\%$ из-за смещения датчика (ИЭЛ).

У гидродинамических лагов их поправка может измениться из-за обрастания корпуса судна, попадания воздуха в гидравлическую систему и др.

РЛС.

РЛС имеет большие систематические погрешности угломерного устройства. В связи с этим, для определения места, предпочтительнее использовать дальномерное устройство. Недостатками РЛС являются также значительный разброс дальности обнаружения объектов в зависимости от гидрометеорологических условий и наличие теневых секторов (если они находятся на носовых курсовых углах, необходимо периодически отворачивать с курса для их просмотра).

Автосчислитель координат.

Автосчислитель координат (в частности, входящий в ПИ СНС) имеет тот недостаток, что систематические погрешности в определении φ_C , λ_C могут достичь величины плавания судна после поворота, если автовод сноса в момент поворота не будет отключен.

Преобразователь координат (ПК).

ПК (в частности, входящий в ПИ РНС некоторых моделей) может иметь расхождение используемой в его математическом обеспечении системы координат с системой координат картографической основы путевой карты. Расхождение координат из-за использования различных эллипсоидов в морях России, Европы, Америки и Австралии достигает 0,1 мили (Северной Америки – 0,25 мили, Японии и Африки – 0,4 мили).

Погрешность вызвана разностью параметров референц-эллипсоидов, обнаруживается только при нанесении полученных координат места судна на МНК с изображением берега.

Использование поправок на разность координатных систем, как правило, затруднено отсутствием информации о картографической основе карты.

Прокладка измеренных радионавигационных параметров на РНК устраняет этот недостаток и обеспечивает увязку радионавигационных обсерваций с определением места по береговым ориентирам.

Поскольку ПИ СНС индицирует только φ_0 , λ_0 следует своевременно переходить на обсервации по береговым ориентирам.

Недостатком технических средств, математическое обеспечение которых предусматривает сглаживание измеряемых параметров (некоторые модели САРП, ПИ РНС и СНС), является отставание во времени выдаваемых данных от фактического текущего их значения, которое может достигать нескольких минут. При этом маневры судна, затраты времени на выполнение которых меньше периода сглаживания, могут быть вообще потеряны (сглажены).

Этот недостаток устраняется отключением сглаживания, если это возможно.

Приемоиндикаторы РНС (ПИ РНС).

При работе ПИ фазовых РНС не исключена возможность потери ПИ одной или нескольких дорожек. При этом обсервации на карте хорошо согласуются со счислением по компасу и лагу, препятствуя обнаружению ошибки.

Многим типам РНС свойственны постоянные для конкретных районов искажения радионавигационного поля, достигающие нескольких мкс, вследствие чего расчетные координаты, выданные вычислителем ПИ РНС, не совпадают с фактическим местом судна.

В отдельных моделях ПИ поправки на систематические искажения радионавигационных параметров вводятся в память и автоматически учитываются. Эти же поправки публикуются в специальных изданиях для мореплавателей. Наконец, некоторые гидрографические службы вводят такие поправки в радионавигационные сетки РНК. Таким образом, судоводитель, не знающий, учитывается или нет автоматически такая поправка в используемом ПИ, может исправить откорректированный уже навигационный параметр табличной поправкой и проложить его на РНК с откорректированной радионавигационной сеткой, то есть трижды учтя одну и ту же поправку.

Правильность информации ПИ РНС контролируется обсервациями, периодически выполняемыми с помощью других ТСН. При этом возможна проверка показаний индикатора каждого канала РНС путем определения линий положения, параллельных изолиниям радионавигационного параметра, нанесенным на РНК.

Стационарные искажения рабочего поля РНС во многих случаях учитываются при создании РНК. Поэтому прокладка на ней радионавигационных параметров обеспечивает повышение точности обсерваций, снимая одновременно ограничение из-за несоответствия координатных систем.

Приемоиндикаторы спутниковой навигационной системы (ПИ СНС).

В ПИ низкоорбитальных СНС точность спутниковой обсервации зависит от погрешности вводимого вектора скорости судна.

Эпизодически – примерно 1 случай на 350 обсерваций – случается также прием ошибочной информации за правильную (ошибка может достигать нескольких миль).

Для среднеорбитальных СНС необходимо учитывать погрешность, обусловленную различием систем координат, в которых работает СНС и составлена МНК. Если при плавании в открытом море погрешностью можно пренебречь, то при плавании вблизи берегов и навигационных опасностей, она может существенно влиять на безопасность плавания.

На МНК ГУНиО МО РФ масштаба 1:40.000 и крупнее, приводятся поправки для перехода от системы координат МНК к Всемирной геодезической системе координат 1984 г. (WGS-84). Указанные недостатки ПИ СНС препятствуют его использованию в качестве единственного средства определения места судна. Поэтому, несмотря на высокую точность спутниковых навигационных средств, пользоваться ими следует осмотрительно, не пренебрегая другими возможностями для контроля за местом судна. Это особенно важно при приближении к берегу, плавании в узкостях или вблизи опасностей и в других случаях, когда использование классических методов навигации может оказаться более надежным.

САРП.

Недостатком САРП является многократное снижение точности данных автослежения при маневрировании своего судна и судна-цели в задачах на расхождение.

СУДС.

Главным недостатком комплекса технических средств СУДС является возможность потери связи с оператором во время радиолокационной проводки судна, что может поставить судно в опасное положение. Судоводители, используя информацию БРЛС, должны контролировать место судна с помощью судовых средств и быть готовы предпринять в случае необходимости меры для обеспечения его безопасности.

Графический способ счисления пути.

Недостатками графического способа счисления пути являются отсутствие достаточно точной информации о дрейфе (α°) и сносе (β°) судна, возможность ошибки при переходе с карты на карту, прокладке или снятии курса, расстояний, пеленгов, координат, использовании масштаба. Лучший способ контроля счисления – обсервация.

Визуальный способ определения места.

Недостатками всех визуальных способов определения места являются их зависимость от условий видимости и возможность ошибки при опознании ориентиров. Поэтому желательно, чтобы пеленги и (или) дистанции каждого нового ориентира накладывались на место, определенное по пеленгам и (или) дистанциям ранее надежно опознанных ориентиров. При плавании вдоль берегов следует, если это возможно, использовать один из ориентиров на носовых курсовых углах, чтобы не потерять место судна при переходе с карты на карту.

Радиолокационный способ определения места.

Недостатком этого способа определения места является вероятность принять на индикаторе кругового обзора (ИКО) один объект за другой, особенно при большой невязке в счислении, когда в районе плавания имеются похожие объекты. Ошибка может быть предупреждена, например, измерением и прокладкой контрольного радиопеленга. Учесть и появление ложных эхо-сигналов.

Приведенные недостатки и способы их учета не охватывают все случаи, которые встречаются на практике. Поэтому судоводитель должен знать реальные возможности судовых ТСН, которыми оснащено судно, каждого способа определения места и, умело их комбинируя, **обеспечивать надежный контроль за движением судна в любых условиях плавания.**

Выводы

1. Вахтенная служба на мостике должна обеспечивать безопасность плавания судна с должной надежностью.
2. Вахта должна быть укомплектована так, чтобы эффективность ее несения не снижалась из-за усталости отдельных лиц.
3. Ответственность за надлежащее несение вахты возлагается на лиц, несущих вахту.
4. Состав, численность и продолжительность несения вахты устанавливается капитаном.
5. В период приема и сдачи вахты должно осуществляться усиленное наблюдение за окружающей обстановкой.
6. Судоводители, при подготовке судна к выходу в море, должны обеспечить строгое выполнение всех необходимых при этом мероприятий.
7. Капитан судна должен обеспечить нормальный и полноценный отдых судового персонала, заступающего на ходовую вахту.
8. Безопасность мореплавания может быть достигнута лишь при условии эффективной организации работы судоводителей на ходовом мостике и бдительном несении ходовой вахты всеми ее участниками.
9. Судоводитель должен знать реальные возможности судовых ТСН, которыми оснащено судно, каждого способа определения места и, умело их комбинируя, обеспечивать надежный контроль за движением судна в любых условиях плавания.

ГЛАВА 31. ШТУРМАНСКАЯ РАБОТА В РЕЙСЕ

31.1. Ведение исполнительной навигационной прокладки

Контроль за безопасным плаванием судна по маршруту, заданному предварительной прокладкой, осуществляется путем непрерывного ведения исполнительной прокладки.

Исполнительная прокладка заключается в ведении счисления пути судна на путевых навигационных картах, определении счислимого места судна, периодической коррекцией счисления пути наблюдениями, нанесении на карту линии пути судна, счислимых и обсервованных мест судна, знаков переноса счисления и других символов.

В процессе ведения исполнительной прокладки одновременно решаются две главные задачи:

1. → определение текущего места судна относительно предварительной прокладки и навигационных опасностей;
2. → регистрация (документальная запись) координат текущего места судна.

Следует стремиться к тому, чтобы исполнительная прокладка была максимально близка к предварительно проложенному на путевых картах пути судна. Поэтому курс судна как можно чаще корректируют для того, чтобы точнее удерживать судно на линии предварительно проложенного пути. В случае нецелесообразности выхода судна на линию пути, заданного предварительной прокладкой, выбирается новый путь и (или) корректируются поворотные точки с соблюдением всех рекомендаций по выполнению предварительной прокладки пути судна.

На реках, акваториях портов, узких и извилистых фарватерах, в иных районах, где маневрирование курсом и (или) скоростью выполняется с периодичностью менее чем 5 мин., исполнительная прокладка ведется путем нанесения на карту (план) только обсервованных мест, отметки на карте моментов прохождения траверзов береговых и плавучих ориентиров, поворотов с одного колена канала или фарватера на другое. Для контроля движения судна в этих районах используются створы и знаки средств ограждения, особенно там, где другие способы определения места судна не обеспечивают необходимой точности и оперативности.

Особым случаем является ведение исполнительной прокладки с помощью судовой аппаратуры, автоматически рассчитывающей обсервованное место судна с частотой опроса датчика информации, составляющей обычно 2÷5 с и регистрирующей полученное обсервованное место в графическом, цифровом или смешанном виде на индикаторных устройствах в оперативной памяти и (или) на ленте регистрирующего устройства.

В этом случае на МНК соответствующим условным знаком наносятся вручную только поворотные и часовые точки. Эти точки соединяются линиями пути, образуя исполнительную прокладку.

При переходе с карты на карту место судна переносится:

- 1) → по измеренным навигационным параметрам береговых ориентиров, имеющих на обеих картах;
- 2) → по измеренным на карте пеленгу на береговой ориентир и расстояния (D_K) до него при плавании вблизи берега (с контролем по $\varphi_C \lambda_C$);
- 3) → по координатам ($\varphi_C \lambda_C$) – при плавании в открытом море. Прокладка сохраняется на путевых навигационных картах до очередного использования этих карт и по требованию может предъявляться для проверки.

31.2. Счисление пути судна

Счисление пути судна – нахождение текущих координат судна по направлению и пройденному расстоянию – является основой штурманского (инструментального) метода судовождения и позволяет на любой момент времени получить место судна (его счислимые координаты).

Счисление пути ведется непрерывно в течение всего времени плавания судна.

Счисление пути позволяет в любой момент времени оценить положение судна относительно намеченного пути, а также обнаружить неточности (промахи) в наблюдениях.

Графическое счисление пути судна выполняется на путевых МНК по данным основного курсоуказателя и измерителя скорости (пройденного S), исправленным их поправками, с учетом дрейфа от ветра (α°), сноса судна течением (β°) и маневренных элементов судна.

Письменное (аналитическое) счисление вручную практически не используется (только при океанских переходах).

При графическом счислении на путевой карте прокладываются:
⇒ **линия истинного курса (ИК)** – при плавании без учета дрейфа от ветра и течения;
⇒ **линия пути** – при учете дрейфа от ветра, течения или суммарного сноса.

Если без построения навигационного треугольника скоростей будет допущена большая погрешность счисления пути судна, то на карте строится этот треугольник.

Вдоль линии пути, как правило, сверху подписывают **ГКК...(+1,0°) КК_{МК}(...)** α (или β или C).

Счислимое место судна при графической прокладке на МНК **обозначают** засечкой перпендикулярной линии пути (курса) **в следующих случаях:**

1. → каждый час при плавании вблизи берегов;
2. → в моменты смены вахт каждые 4 часа (в открытом море);
3. → при переходе с карты на карту (при отсутствии обсерваций);
4. → при каждом определении места судна;
5. → в иных случаях по указанию капитана или по усмотрению ВПК.

Рядом с засечкой счислимого места судна проводят горизонтальную черту – параллельно параллели и над ней проставляют судовое время (17.32), а под ней – отсчет лага (28,3). Если лаг не работает, то

под чертой ставят прочерк (*или* $\frac{17.32}{28.3}$; *или* $\frac{17.32}{-}$)

При переходе с карты на карту у точек переноса на обеих картах проставляют: $\frac{T_c}{OL}$, № МНК с которой переносят точку.

При наличии автосчислителя координат (в ПИ СНС), текущее счислимое место судна рассчитывается автоматически по данным введенных курса и скорости (автоматически от компаса и лага или вручную) и индицируется на дисплее. Поворотные точки, а также путевые точки, с указанной капитаном частотой, наносятся на путевую МНК вручную и обозначаются условным знаком. Эти точки могут соединяться линиями пути, образуя исполнительную прокладку. При автоводах курса и (или) скорости такое счисление всегда точнее ручного за счет учета небольших изменений курса и (или) скорости, в том числе и рыскания судна.

При выходе из района частого маневрирования капитан указывает ВПК путевую точку, которую следует принять за исходную точку исполнительной прокладки на карте.

Если исполнительная прокладка практически совпадает с предварительной прокладкой, счисляемые поворотные и путевые точки отмечаются на линии выбранного пути.

Надежность и точность счисления обеспечиваются исправной работой судовых приборов, достоверностью их поправок, принимаемых к учету, точностью удержания судна на курсе, правильным учетом влияния ветра и течения на путь судна.

Счисление контролируется равенством отрезков между путевыми точками, проложенными через равные промежутки времени (30 мин., 60 мин. и т.д.).

Угол ветрового дрейфа и изменение принятой к счислению скорости судна из-за влияния ветра (при отсутствии лага) определяют на основе накопленной информации и учитывают в графическом счислении.

Элементы течения выбирают из навигационных пособий или определяют при анализе невязок.

Следует иметь в виду, что фактические значения дрейфа (α°) и сноса судна течением (β°) могут отличаться от учитываемых. Ветровой дрейф и снос течением заново оценивают при каждом изменении курса и (или) скорости судна и учитывают с разрядностью до целых градусов.

При использовании автосчислителя координат следует:

- 1) → своевременно вручную вводить новые курс и (или) скорость судна после завершения маневра (если нет автовода данных от лага и (или) компаса);
- 2) → подключать автовод сноса только в районах сравнительно стабильных течений, выключать его вблизи берегов при значительных изменениях элементов движения судна (ЭДС) и разбросе невязок.

При использовании автоматизированных регистрирующих устройств навигационных комплексов, частота регистрации данных устанавливается в зависимости от района плавания, скорости судна и частоты его маневров.

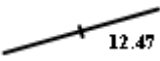
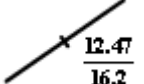
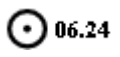
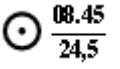
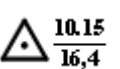
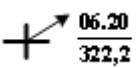
Во всех случаях регистрируются все спутниковые обсервации.

В открытом море через каждые 30÷60 мин. и на поворотных точках регистрируются параметры РНС, компаса и лага с признаками автоввода информации с дисплея видеопрокладчика; – в прибрежной зоне те же параметры регистрируются через каждые 10÷30 мин.; – на подходах к портам и в узкостях – через каждые 5-10 мин.; в портовых водах – через каждые 1÷5 мин.










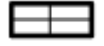


Системы отображения электронных карт («Navi Sailor», «Navi-Manager» и др.) являются эффективным средством контроля за движением судна, однако их использование должно сочетаться с традиционными методами графического счисления. При этом следует **поддерживать электронные карты на уровне современности** в соответствии с инструкциями фирмы-изготовителя об их корректуре.

Условные обозначения для счисляемых и обсервованных мест

а) Общие обозначения счисляемых и обсервованных мест

- 1)  → счисляемое место судна с указанием времени;
- 2)  → счисляемое место судна с указанием времени (12.47) и отсчета лага (16,2);
- 3)  → обсервованное место судна с указанием времени;
- 4)  → обсервованное место судна с указанием времени (08.45) и отсчета лага (24,5);
- 5)  → счислимо-обсервованное место судна с указанием времени (10.15) и отсчета лага (16,4);
- 6)  → начальное счисляемое место судна с указанием времени (06.20) и полного отсчета лага (322,2).


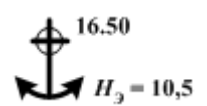
б) Уточняющие обозначения для обсервованных мест

- 1)  → по визуально наблюдаемым ориентирам;
- 2)  → при использовании РЛС;
- 3)  → с использованием радионавигационных систем;
- 4)  → по небесным светилам;
- 5)  → с помощью спутниковых РНС;
- 6)  → по глубинам (по рельефу дна);
- 7)  → с помощью гидроакустических средств;
- 8)  → по параметрам геофизического поля;
- 9)  → от внешних источников информации;
- 10)  → по координатам с автосчислителя;
- 11)  → вероятнейшее (осредненное) место;
- 12)  → обсервация, взятая под сомнение (не принятая к счислению).

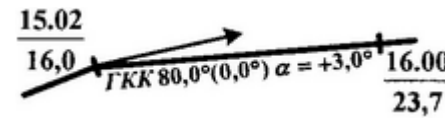
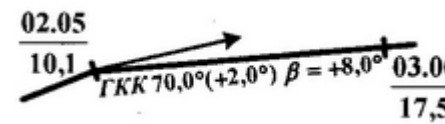
Примечание:

Обсервованное место судна, полученное по разнородным линиям положения (комбинированное место), обозначается условным знаком для менее точной из них.

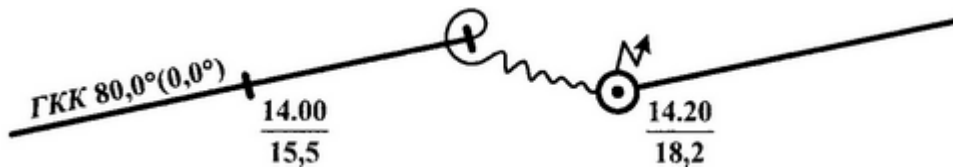
в) Места якорных стоянок

- 1)  счислимое якорное место;
- 2)  обсервованное якорное место.

г) Надписи вдоль линии пути судна

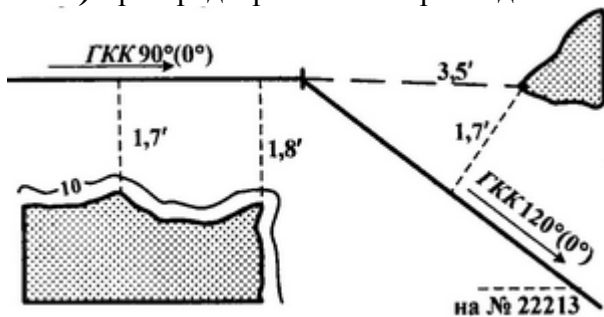
- 1)  → с учетом дрейфа от ветра;
- 2)  → с учетом течения

д) Коррекция счисления пути судна и невязка

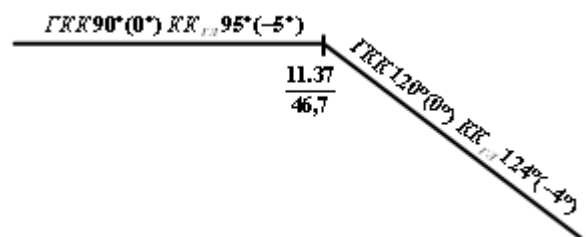


1. Оформление линий курсов и частичный подъем карты:

а) при предварительной прокладке



б) при исполнительной прокладке

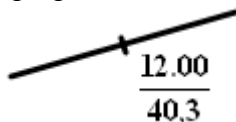


2. Начало учета сноса «с» (дрейфа «α», течения «β») при исполнительной прокладке:

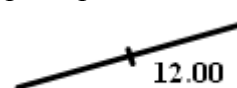
$$\begin{aligned} & \text{ГКК } 90^\circ(0^\circ) \text{ КК}_{\text{ГЛ}} 95^\circ(-5^\circ); \text{ ГКК } 101^\circ(0^\circ) \text{ КК}_{\text{ГЛ}} 106^\circ(-5^\circ) c=11^\circ; \\ & \text{ГКК } 97^\circ(0^\circ) \text{ КК}_{\text{ГЛ}} 102^\circ(-5^\circ) c=-7^\circ \end{aligned}$$

3. Оформление счислимой точки:

а) при работающем лаге

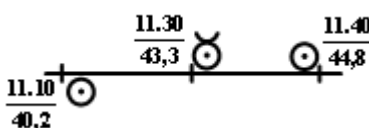


б) при неработающем лаге

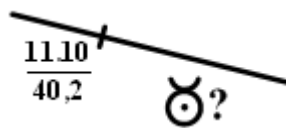


4. Оформление обсерваций:

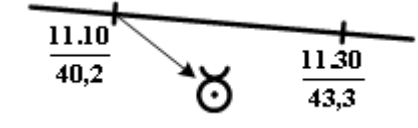
а) принятых к учету



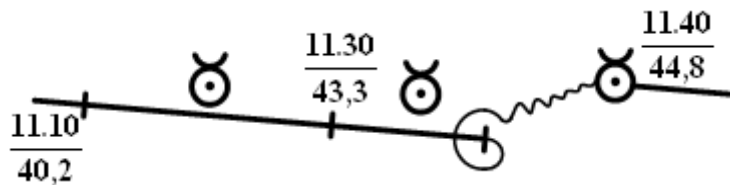
б) взятых под сомнение



в) находящихся между счислимыми точками



5. Оформление переноса счисления:



6. Оформление дрейфа судна без хода:



7. Поворот на новый курс:



31.3. Определение места судна

Определение места судна, как и счисление пути, имеет целью контролировать движение судна по заданному маршруту.

Навигационно-гидрографические условия плавания на каждом участке маршрута обуславливают требования к точности наблюдений и затратам времени на наблюдение.

Выбор метода определения места судна в конкретном районе зависит от возможностей судовых ТСН и способов навигации, необходимой точности наблюдения и времени на ее выполнение.

Место судна определяется:

- при подходе к району со стесненными условиями плавания, берегу, навигационным опасностям, СРДС, зоне действия СУДС;
- при сдаче вахты (сдающим вахту ВПК) и приеме вахты (принимающим вахту ВПК);
- при отдаче якоря на якорной стоянке;
- при аварийном случае с судном;
- при получении сигнала бедствия;
- при обнаружении неизвестных опасных объектов и глубин, возникновении необычных природных явлений;
- при подходе к точке поворота и после завершения поворота, если это необходимо;
- при подходе к месту скопления судов, району ограниченной видимости и во всех других случаях, требующих знания точного места судна.

Периодичность наблюдений устанавливается капитаном. Сокращать время между наблюдениями менее чем до 5 мин., не рекомендуется.

Расчеты показывают, что при плавании вблизи берегов точность счислимого места судна через 10 мин. после наблюдения в 1,5 раза, а через 15 мин. в 2 раза ниже точности наблюдения.

Качество обсерваций обеспечивается правильным опознанием и выбором ориентиров, точным измерением навигационных параметров, учетом всех поправок, избыточными измерениями, нейтрализацией несовершенства технических средств и методов измерений, разумным их сочетанием.

Безопасность плавания вблизи берегов и навигационных опасностей в основном обеспечивается с помощью простых, надежных и точных визуальных и радиолокационных определений места судна. Все визуальные и радиолокационные обсервации представляют собой определения места судна по пеленгам (P) и (или) расстояниям (D).

При плавании вблизи навигационных опасностей частота определений места судна при сомнениях в качестве работы курсоуказателей должна быть увеличена.

Возможны случаи, когда счислимое место судна точнее обсервованного, поэтому каждый перенос счисления в обсервованную точку должен быть обоснован анализом невязки

Посадки судов на мель в большинстве случаев являлись следствием слепого доверия к обсервованному месту судна.

Если невязка превышает допустимую величину, это свидетельствует о возможном просчете в обсервации или счислении.

За допустимую величину невязки можно принять удвоенную сумму радиальных (круговых) СКП счислимого места ($M_{сч}$) и обсервации (M_o) – $C \leq 2(M_{сч} + M_o)$.

До выяснения причины образования недопустимо большой невязки достоверность места судна считается сомнительной. В этом случае около условного обозначения обсервации на карте ставится знак вопроса.

Достоверность счислимого места в случае большой невязки проверяют:

1. → сличением показаний компасов и проверкой проложенной на путевой карте линии пути судна;
2. → сличением отложенного на линии пути расстояния (S), пройденного по лагу, с расстоянием, рассчитанным по скорости судна и времени плавания после обсервации. Одновременно проверяется правильность использования масштаба путевой карты;
3. → контролем правильности переноса счисления с одной путевой навигационной карты на другую;
4. → оценкой обоснованности учета (неучета) сноса. Если есть сомнение относительно точности обсервации, место судна определяется снова, желательно иным способом.

С целью повышения надежности и точности обсерваций, а также своевременного выявления ошибки, особенно при плавании в узкостях и на подходах к портам, рекомендуется дублировать обсервации различными способами.

Обсервация считается принятой к дальнейшему счислению, если ее обозначение на путевой навигационной карте не сопровождается знаком вопроса.

Отсутствие переноса счисления в обсервованную точку не является признаком сомнения в обсервации или признаком ее неучета.

Счислимое место судна переносится в принятую обсервацию:

1. → перед входом в узкость, портовые воды, СРДС или СУДС;
2. → если обсервация показала заметное смещение судна в сторону навигационной опасности;
3. → если величина накопленной невязки достигла большого значения;
4. → в других случаях по указанию капитана.

Если счисление не переносится в обсервованное место, то счислимая точка соединяется с соответствующей ей обсервацией стрелкой.

31.4. Стандарты точности судовождения

Основополагающими при оценке точности места судна и навигационной безопасности плавания являются стандарты точности судовождения.

Международные стандарты точности судовождения (ИМО-83) действуют в соответствии с резолюцией А-529 (13) 13-й Ассамблеи Международной морской организации (ИМО), принятой 17.XI.1983 г. Они являются руководством для Администраций по оценке эффективности работы систем, предназначенных для определения места судна, в том числе радионавигационных систем, включая спутниковые. Эти стандарты не применяются к специализированным видам деятельности, таким, как разведка ресурсов морского дна или деятельности гидрографических служб.

На основе международных стандартов разработаны отечественные (РФ) нормативы точности судовождения (ИНО-89). Они введены в действие инструкцией по навигационному оборудованию (ИНО-89).

Международные стандарты точности судовождения

Таблица 31.1.

Район плавания	Допустимая погрешность текущего места судна (с вероятностью 95%)
Вход в гавань и подходы к ней, а также воды, в которых ограничена свобода маневра	В зависимости от местных условий
Другие воды	4% расстояния D от ближайшей навигационной опасности, но не более 4 миль

В таблице даны стандарты ИМО-83 точности судовождения для судов, следующих со скоростью не более 30 уз., в зависимости от района плавания.

Деление на два района плавания не является точным и зависит от местных обстоятельств.

Навигационной опасностью считается всякий признанный или нанесенный на карту элемент либо граница, которые могут представлять или очерчивать опасность для судна, либо ограничивать район плавания.

При входе в гавань и на подходах к ней, а также в водах, в которых ограничена свобода маневра, для обеспечения навигационной безопасности плавания контроль места судна осуществляется с помощью визуальных методов наблюдения, РЛС, эхолота, специальных РНС управления движением судов (СУДС).

Поскольку точность обсервации зависит от систематических и случайных погрешностей, она может быть охарактеризована в терминах теории вероятностей.

В стандартах принято, что для характеристики точности обсервации должна использоваться 95%-й уровень вероятности ($P = 0,95$). Эта же вероятность принята за основу при оценке точности места судна и навигационной безопасности плавания.

Коэффициенты для расчета радиальной погрешности заданной вероятности (для отношения полуосей эллипса погрешностей $b/a = 1,0$)

Таблица 31.2.

$P_{зад}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,99	0,993	0,997	0,999
K_{p2}	0,32	0,47	0,60	0,71	0,83	0,96	1,10	1,27	1,52	1,73	2,15	2,23	2,41	2,63

Международные стандарты точности судовождения

Таблица 31.3.

Минимальное расстояние до ближайшей навигационной опасности D , мили	Допустимая радиальная погрешность места судна R_D с вероятностью 95% (мили)	Радиальная погрешность обсервованного места судна R_0 с вероятностью 95% (мили)					
		$< 0,1$	0,1	0,25	0,5	1,0	2,0
		Максимально допустимый интервал времени между обсервациями t_D (мин.)					
10	0,4	12	12	9	–	–	–
20	0,8	28	28	27	22	–	–
30	1,2	48	48	47	44	27	–
40	1,6	72	72	71	68	56	–
50	2,0	100	100	99	97	87	–
60	2,4	132	132	131	129	120	73
70	2,8	168	168	167	165	157	118
80	3,2	208	208	207	206	198	162
90	3,6	252	252	251	250	242	210
100	4,0	300	300	300	298	291	260

Задача 1. Рассчитать допустимый интервал времени между определениями места, если опасная изобата параллельна линии пути судна и располагается на расстоянии 10 миль от нее, а обсервации выполняются с радиальной СКП $M_0 = 1,2$ кб.

Решение:

1. Для вероятности $P = 0,95$ рассчитываем (табл. 31.2) радиальную погрешность

$$\hat{R}_0 = 1,73 \cdot 1,2 \text{ кб} = 0,21 \text{ мили}$$

2. Из табл. 31.3. по $D = 10$ миль и $\hat{R}_0 = 0,21$ мили выбираем $t_a \leq 9$ мин.

Отечественные нормативы точности судовождения

Таблица 31.4.

Зона плавания	Допустимая СКП определения места судна (M_D)	Частота определений места судна (t_D)	Допустимое время измерений и обработки нав. параметров (мин)
Зона стесненного плавания:		Непрерывно лоцманским методом, с применением высокоточных РНС	
• акватории портов, гаваней	5-20 м		
• узкие (100÷200 м) каналы и фарватеры	0,15 ширины канала, фарватера	1÷5 мин	0,5-1,0
Прибрежная зона:			
• фарватеры шириной 2-20 кб.	0,2 ширины фарв.	1÷5 мин	0,5-1,0
• системы РДС	0,2 ширины ПД	10÷30 мин	1,0-3,0
• рекомендованные пути в расстоянии до 20 миль от берега	1-5 кб.	20÷30 мин	1,0-3,0

• рекомендованные пути в расстоянии свыше 25 миль от берега	2% от S до берега, но не более 2 миль	1÷2 ч	5,0-10,0
Зона открытого моря	2% от расстояния до опасности, но не более 2 миль	2÷4 ч	10,0-15,0

Примечание:

Приведенные в таблице нормативы ИНО-89 соответствуют резолюции Международной морской организации (ИМО) А529(13) от 17 ноября 1983 г.

В таблице даны допустимые радиальные СКП определения места судна и частоты определений места судна, а также допустимое время измерения и обработки навигационных параметров, исходя из навигационно-гидрографических особенностей зоны, в которой проходят пути движения судов.

Нормативы точности судовождения ИНО-89 разбиты по зонам плавания:

1. Зона стесненного плавания – включает в себя каналы, узкости, шхеры, акватории портов и гаваней с подходами к ним, а также устьевые участки судоходных рек. Плавание в зоне осуществляется, как правило, по строго определенным направлениям, обеспечивающим безопасный путь движения. Условия плавания в зоне отличаются ограниченной свободой маневра и требуют повышенного контроля за местоположением судна. На особо сложных участках зоны устанавливаются системы и посты УДС, применяется лоцманская проводка судов.

2. Прибрежная зона – часть моря, лежащая вдоль материкового берега, берегов архипелагов и отдельных островов, в которой возможно зрительное и радиолокационное наблюдение береговых ориентиров. Ширина прибрежной зоны принимается 30-50 миль. Плавание в зоне осуществляется в основном по рекомендованным путям или по фарватерам и только в отдельных районах допускается свободное плавание.

3. Зона открытого моря – водное пространство океанов и морей, лежащее в основном за пределами зрительной и радиолокационной наблюдаемости береговых ориентиров. Плавание в зоне открытого моря свободное или по объявленным рекомендованным путям.

Независимо от зон, установленные пути и СРДС показываются на МНК, а полные данные о них приводятся в соответствующих руководствах для плавания и публикуются в ИМ.

Задача. Определить требования и точности судовождения при плавании по каналу шириной $Ш = 120$ м.

Решение:

1) Согласно табл. 31.4 для узких каналов и фарватеров допустимая радиальная СКП определения места $M_d \leq 0,15 \cdot Ш$, поэтому для $Ш = 120$ м. $M_d \leq 0,15 \cdot 120 = 18$ м, наблюдения должны выполняться через каждые 1÷5 мин., допустимое время измерения и обработки навигационных параметров 0, 5÷1,0 мин.

2) Допустимая радиальная предельная погрешность места судна для вероятности $P = 0,95$ $R_d \approx 1,73 \cdot M_d$ (табл. 31.2), поэтому $R_d \leq 31-32$ м.

31.5. Оценка точности места судна

Безопасность плавания судна по заданному маршруту может обеспечиваться наблюдениями **только при условии учета их точности и частоты.**

Точность определения места зависит от погрешностей измерений навигационного параметра и расположения судна относительно ориентиров.

Для оценки точности места судна традиционно применяется радиальная (круговая) СКП места (см. гл. 18).

В соответствии со «Стандартами точности судовождения» предельная ($P = 0,95$) погрешность в определении места судна не должна превышать 4% от дистанции (расстояния) до ближайшей навигационной опасности.

Погрешность определения текущего места ($M_{Cч}$) складывается из погрешности исходной (последней, принятой к счислению) обсервации (M_O) и погрешности счисления за время плавания после обсервации ($M_{Cт}$).

Радиальная (круговая) СКП текущего места судна составляет:

- 1) → при определениях места по 3-м ГКП или РЛП и D_P , ГКП и D_P , РНС «Декка», «Марс-75», «Лоран-С» и «Чайка» с фиксацией фазы в приемоиндикаторах (ПИ) при средних условиях измерений каждым способом **0,1÷0,3 мили**, при худших условиях – **0,2÷0,5 мили**;
- 2) → при определениях места по радиопеленгам, высотам светил – **1÷3 мили**.

При использовании ПИ СНС в океанах и открытых морях погрешность обсервации составляет **0,3÷0,8 мили**, а погрешность счислимого места – **0,8÷1,2 мили** при средних интервалах между обсервациями ~ 1 час. При увеличении интервалов между обсервациями до 2 часов погрешность счислимого места достигает **1,5÷3,0 мили**.

Погрешность счислимого места, за редкими исключениями, обычно не превышает:

1. → 10% от пройденного расстояния при плавании по счислению до 3 часов ($S = 30$ миль, $M_{Ct} \sim 3,0$ мили);
2. → 8% – при плавании по счислению от 3 до 10 часов ($S = 50$ миль, $M_{Ct} \sim 4,0$ мили);
3. → 6% – при плавании по счислению от 10 до 18 часов ($S = 100$ миль, $M_{Ct} \sim 6,0$ миль).

При плавании в районе со стесненными условиями, при выборе безопасной скорости и при расхождении с другими судами учитываются маневренные характеристики судна. Способ их учета (глазомерный, графический и т.д.) определяется в зависимости от обстановки.

В штормовых и ледовых условиях, в мелководных районах табличные значения маневренных характеристик судна заметно отличаются от фактических. Поэтому необходимо накапливать и учитывать опыт плавания в таких условиях.

Примечание:

- 1) Значения СКП навигационных параметров – см. табл. 31.5.
- 2) Формулы для расчета точности места судна – см. табл. 31.6.
- 3) Значения радиальной (круговой) СКП счисления (M_{Ct}) по значениям коэффициента точности счисления (K_C) и времени плавания по счислению ($t_{ЧАС}$) – см. табл. 31.7.
- 4) Значения радиальной (круговой) СКП счислимого места судна ($M_{Cч}$) по значениям M_O и M_{Ct} – см. табл. 31.8
- 5) Значения допустимых расстояний сближения с навигационными опасностями по значениям M_{CM} и $P_{Зад}$ – см. табл. 31.9.

Среднеквадратические погрешности (m_U) основных навигационных параметров
(из таблицы 4.3. «МТ-2000»)

Таблица 31.5

№ п/п	Навигационный параметр	СКП ПП (m_U)
1	Компасный пеленг по гирокомпасу (через ПГК-2): <ul style="list-style-type: none">• благоприятные условия и $\varphi < 60^\circ$• благоприятные условия и $\varphi < 60^\circ$• неблагоприятные условия	0,4°÷0,7° 0,6°÷0,9° 1,1°÷1,7°
2	Компасный пеленг по гирокурсоуказателю	0,8°÷1,1°
3	Компасный пеленг по магнитному компасу: <ul style="list-style-type: none">• благоприятные условия• неблагоприятные условия	0,7°÷1,2° 1,0°÷2,0°

4	<p>Радиолокационный пеленг (НРЛС):</p> <ul style="list-style-type: none"> • механический визир • электронный визир 	$0,9^{\circ} \div 2,3^{\circ}$ $0,6^{\circ} \div 1,7^{\circ}$
5	<p>Радиопеленг (АРП) при благоприятных условиях:</p> <ul style="list-style-type: none"> • день • ночь 	$0,9^{\circ} \div 2,2^{\circ}$ $1,1^{\circ} \div 6,0^{\circ}$
6	<p>Дистанция (D) по НРЛС, ручные измерения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • шкала 4–5 миль • шкала 15–16 миль • шкала 30 миль 	$0,005 D$ $0,006 D$ $0,006-0,012 D$
7	<p>Дистанция (D) по НРЛС, автоматические измерения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • дистанция 5 миль • дистанция 10 миль • дистанция 20 миль 	20 м 40 м 80 м
8	<p>Импульсно-фазовая РНС («Лоран-С», «РСДН-3», «РСДН-4»):</p> <ul style="list-style-type: none"> • поверхностные сигналы над морем • поверхностные сигналы над сушей и морем • пространственные сигналы днем • пространственные сигналы ночью 	0,8 мкс. 1,7 мкс. 1,0 мкс. 1,5 мкс.
9	<p>Импульсно-фазовая РНС («Марс-75»):</p> <ul style="list-style-type: none"> • лето • зима 	0,3 мкс. 0,35 мкс.
10	<p>Импульсно-фазовая РНС («Брас», «РС-10»):</p> <ul style="list-style-type: none"> • ПИ «ГАЛС» • ПИ «РС-1» 	0,1 мкс. 0,09 мкс.
11	<p>Фазовая РНС «Декка» (ПИ «Пирс»)</p> <ul style="list-style-type: none"> • день • ночь 	0,10-0,12 ф.ц. 0,20 ф.ц.
12	Горизонтальный угол $\alpha = OC + i + S$ измеренный СНО	$1,1' \div 2,1'$
13	Вертикальный угол $\beta = OC + i + S$ измеренный СНО	$0,5' \div 1,1'$
14	<p>Исправленный вертикальный угол при основании ориентира, скрытом под горизонтом:</p> <ul style="list-style-type: none"> • при измерении наклона видимого горизонта наклономером • при выборке наклона видимого горизонта из таблиц ... 	$0,5' \div 1,1'$ $0,6' \div 1,4'$

15	<p>Высота светила, измеренная СНО ($OC + i + S$)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Солнца, Луны • звезд, навигационных планет 	<p>0,4' ÷ 0,8' 0,6' ÷ 1,2'</p>
16	Исправленная высота светила при измерении наклона видимого горизонта наклонномером	0,4' ÷ 0,8'
17	<p>Исправленная высота светила при выборке наклона видимого горизонта из таблиц:</p> <ul style="list-style-type: none"> • в низких и умеренных широтах • в высоких широтах 	<p>0,6' ÷ 1,6' 1,0' ÷ 2,6'</p>
18	<p>Среднеорбитальные СНС:</p> <ul style="list-style-type: none"> • стандартный режим: «ГЛОНАСС» (РФ) «НАВСТАР» (GPS) США • дифференциальный режим 	<p>20–35 м 36 м 3–5 м</p>

Расчет точности места судна

Таблица 31.6.

Характеристика места судна	Формула для расчета радиальной (круговой) средней квадратической погрешности места судна	Примечание
1	2	3
Счислимое место судна	$M_{СЧ} = \sqrt{M_O^2 + M_{Ст}^2}, \text{ (мили)}$	МО – СКП последней, принятой к счислению обсервации (мили); МСт – СКП счисления (мили).
СКП счисления пути судна	$M_{Ст} = 0,7 \cdot K_C \cdot t, \text{ (мили), при } t \leq 2 \text{ ч}$ $M_{Ст} = K_C \cdot \sqrt{t}, \text{ (мили), при } t > 2 \text{ ч}$	КС – коэффициент точности счисления в данном районе, рассчитываемый по невязкам в счислении; t – время плавания по счислению, (ч).
Обсервованное по двум пеленгам на два ориентира место судна (2П, 2РЛП, 2РП)	$M_O = \frac{m_{\Pi}^0}{57,3^\circ \sin \theta} \sqrt{D_1^2 + D_2^2}, \text{ (мили)}$	моП– СКП измерения пеленга (град.); θ – разность пеленгов на ориентиры ($\leq 90^\circ$); D1, D2 – расстояния от обсервованного места до 1-го (D1) и 2-го (D2) ориентира, (мили).
Обсервованное место по пеленгам на три ориентира (3П)	$M_O = \frac{m_{\Pi}^0}{57,3^\circ} \sqrt{D_1^2 \sin^2 \alpha + D_2^2 \sin^2 \beta + D_3^2 \sin^2 (\alpha + \beta)}$ <p>или $M_{O3} \approx 0,8 \cdot M_{O2}, \text{ (мили)}$</p>	моП– СКП измерения пеленга (град.); D1,2,3 – расстояние в милях до 1-го (D1), 2-го (D2) и 3-го (D3) ориентира (мили); α, β – углы между пеленгами на ориентиры (град.); MO2 – СКП обсервации по двум пеленгам (мили).

«Крюйс-пеленг»	$M_{CO} = \sqrt{M_O^2 + \frac{M_{Ct}^2}{\sin^2 \theta}}, \text{ (мили)}$	МО – СКП в определении места по 2-м пеленгам (мили); МСt – СКП в счислении за время между П1 и П2 (мили); θ – разность пеленгов (град.).
Обсервованное место по пеленгу и расстоянию до одного ориентира (П и DP)	$M_O = \sqrt{\left(\frac{D \cdot m_{\text{П}}}{57,3^\circ}\right)^2 + m_D^2}, \text{ (мили)}$	moП – СКП измерения пеленга (град.); mD – СКП измерения расстояния до ориентира (мили); D – расстояние до ориентира (мили).
Обсервованное место по расстояниям до двух ориентиров (2D)	$M_O = \frac{1}{\sin \theta} \cdot \sqrt{m_{D1}^2 + m_{D2}^2}, \text{ (мили)}$	θ – угол между направлениями на ориентир (град.); mD1,2 – СКП измерения расстояний (мили); При mD1 = mD2 = mD – $M_O = \frac{1,4m_D}{\sin \theta}$ (мили).
Обсервованное место по расстояниям до трех ориентиров (3D)	$M_O = \frac{1,7 \cdot m_D}{\sqrt{\sum \sin^2 \theta}}, \text{ (мили)}$	mD – СКП измерения расстояния до ориентира, (мили); θ – угол между направлениями на ориентир (град.).
«Крюйс-расстояние»	$M_{CO} = \sqrt{M_O^2 + \left(\frac{M_{Ct}}{\sin \theta}\right)^2}, \text{ (мили)}$	МО – СКП определения места по расстояниям до двух ориентиров (мили) (х); МСt – СКП счисления за время между D1 и D2 (+); θ – угол между ЛП1 и ЛП2 в точке пересечения D1 и D2 (град.)
Обсервованное место по двум горизонтальным углам трех ориентиров (2 $\angle\angle$)	$M_O = \frac{m'_\alpha \cdot D_1}{3438' \cdot \sin \theta} \cdot \sqrt{\left(\frac{D_1}{d_{1-2}}\right)^2 + \left(\frac{D_3}{d_{2-3}}\right)^2}, \text{ (мили)}$	D1,2,3 – расстояния от обсервованного места до 1, 2 и 3 ориентира (мили); m' α – СКП измерения углов (угл. мин); d1-2, d2-3 – расстояния между ориентирами, (мили); θ – угол пересечения линий положения (град.)
Обсервованное место по горизонтальному углу между ориентирами и пеленгу на один из них (другой закрыт для взятия на него П $^\circ$)	$M_O = \frac{1}{57,3^\circ \sin \alpha} \cdot \sqrt{(m_\alpha \cdot D_1)^2 + (m_{\text{П}}^\circ \cdot d_{1-2})^2}, \text{ (мили)}$	α – измеренный горизонтальный угол (град.); m α – СКП измерения угла (угл. мин.); moП – СКП измерения пеленга (град.); D2 – расстояние до ориентира закрытого для пеленгования (мили); d1-2 – расстояние между ориентирами, (мили)

<p>Обсервованное место по горизонтальному углу между двумя орими и расстоянию до одного из них (при сомнении в ΔК)</p>	$M_O = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\left(\frac{m'_a \cdot D_1 \cdot D_2}{57,3^\circ \cdot d}\right)^2 + m_D^2}, \text{ (мили)}$	<p>ma – СКП измерения горизон-тального угла (угл. мин.); mD – СКП измерения расстояния, (мили); D1, D2 – расстояние до ориентиров, (мили); d – расстояние между ориентирами, (мили)</p>
<p>Обсервованное место по пеленгу на ориентир и высоте светила (Π и h)</p>	$M_O = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\left(\frac{m^o_{\Pi} \cdot D}{57,3^\circ}\right)^2 + m_h^2}, \text{ (мили)}$	<p>mh – СКП измерения высоты светила (угл. мин.); moΠ – СКП измерения пеленга на ориентир (град.); D – расстояние до ориентира, (мили); θ – угол пересечения линий положения (град.)</p>
<p>Обсервованное место по секторным РМКАМ или РНС с использованием радионавигационных карт</p>	$M_O = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\left(\frac{m_{\text{РН1}}}{\Delta_1} \cdot L_1\right)^2 + \left(\frac{m_{\text{РН2}}}{\Delta_2} \cdot L_2\right)^2},$ <p style="text-align: center;">(мили)</p> <p>или</p> $M_O = \frac{m_U}{\sin \theta} \sqrt{\left(\frac{L_1}{\Delta_1}\right)^2 + \left(\frac{L_2}{\Delta_2}\right)^2}, \text{ (мили)}$	<p>m3H – СКП в определении Орт.Π (знаков); mU – СКП измерения радионавигационного параметра (мкс., ф.ц); Δ – разность оцифровки соседних гипербол, между которыми находится обсервованное место (зн., мкс, ф.ц); L – расстояние в милях между этими гиперболами у обсервованного места (кратчайшее), мили</p>
<p>Обсервованное место по спутниковой РНС (ЗНИСЗ)</p>	$M_O = m_p \cdot \text{sech}_{CP} \sqrt{\frac{3}{\sum \sin^2 \Delta A}} = m_p \cdot \Gamma$	<p>mp – СКП определения расстояния до НИСЗ; hCP – средняя угловая высота НИСЗ; ΔA – разность азимутов между парами НИСЗ; Γ – геометрический фактор</p> $HDOP = \text{sech}_{CP} \cdot \sqrt{\frac{3}{\sum \sin^2 \Delta A}}$

Радиальная средняя квадратическая погрешность счисления
(таблица 4.9а «МТ-2000»)

Таблица 31.7.

t, ч	K _c																			
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
	M _c (t), млн																			
0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
0,4	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6
0,6	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8
0,8	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1
1,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4
1,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
1,4	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
1,6	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
1,8	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5
2,0	0,1	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8
2,5	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	3,0	3,2
3,0	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,5
3,5	0,2	0,4	0,6	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,7
4,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
4,5	0,2	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2
5,0	0,2	0,4	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,1	3,4	3,6	3,8	4,0	4,2	4,5
6,0	0,2	0,5	0,7	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	3,9	4,2	4,4	4,7	4,9
7,0	0,3	0,5	0,8	1,1	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,2	3,4	3,7	4,0	4,2	4,5	4,8	5,0	5,3
8,0	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,2	4,5	4,8	5,1	5,4	5,7
9,0	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,8	5,1	5,4	5,7	6,0
10,0	0,3	0,6	0,9	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7	5,1	5,4	5,7	6,0	6,3
11,0	0,3	0,7	1,0	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,6	5,0	5,3	5,6	6,0	6,3	6,6
12,0	0,3	0,7	1,0	1,4	1,7	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,5	4,8	5,2	5,5	5,9	6,2	6,6	6,9
13,0	0,4	0,7	1,1	1,4	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,6	4,0	4,3	4,7	5,0	5,4	5,8	6,1	6,5	6,9	7,2
14,0	0,4	0,7	1,1	1,5	1,9	2,2	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	4,9	5,2	5,6	6,0	6,4	6,7	7,1	7,5
15,0	0,4	0,8	1,2	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5	3,9	4,3	4,6	5,0	5,4	5,8	6,2	6,6	7,0	7,4	7,7
16,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0
17,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,1	2,5	2,9	3,3	3,7	4,1	4,5	4,9	5,4	5,8	6,2	6,6	7,0	7,4	7,8	8,2
18,0	0,4	0,8	1,3	1,7	2,1	2,5	3,0	3,4	3,8	4,2	4,7	5,1	5,5	5,9	6,4	6,8	7,2	7,6	8,1	8,5
19,0	0,4	0,9	1,3	1,7	2,2	2,6	3,1	3,5	3,9	4,4	4,8	5,2	5,7	6,1	6,5	7,0	7,4	7,8	8,3	8,7
20,0	0,4	0,9	1,3	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	5,8	6,3	6,7	7,2	7,6	8,0	8,5	8,9
21,0	0,5	0,9	1,4	1,8	2,3	2,7	3,2	3,7	4,1	4,6	5,0	5,5	6,0	6,4	6,9	7,3	7,8	8,2	8,7	9,2
22,0	0,5	0,9	1,4	1,9	2,3	2,8	3,3	3,8	4,2	4,7	5,2	5,6	6,1	6,6	7,0	7,5	8,0	8,4	8,9	9,4
23,0	0,5	1,0	1,4	1,9	2,4	2,9	3,4	3,8	4,3	4,8	5,3	5,8	6,2	6,7	7,2	7,7	8,2	8,6	9,1	9,6
24,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,9	5,4	5,9	6,4	6,9	7,3	7,8	8,3	8,8	9,3	9,8

Радиальная средняя квадратическая погрешность счислимого места судна
(таблица 4.9б «МТ-2000»)

Таблица 31.8

M _c , млн	M _c (t), млн																			
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	
	M _c , млн																			
0,0	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	
0,5	0,5	0,7	1,1	1,6	2,1	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	
1,0	1,0	1,1	1,4	1,8	2,2	2,7	3,2	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,1	7,6	8,1	8,6	9,1	
1,5	1,5	1,6	1,8	2,1	2,5	2,9	3,4	3,8	4,3	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,6	8,1	8,6	9,1	
2,0	2,0	2,1	2,2	2,5	2,8	3,2	3,6	4,0	4,5	4,9	5,4	5,9	6,3	6,8	7,3	7,8	8,2	8,7	9,2	
2,5	2,5	2,5	2,7	2,9	3,2	3,5	3,9	4,3	4,7	5,1	5,6	6,0	6,5	7,0	7,4	7,9	8,4	8,9	9,3	
3,0	3,0	3,0	3,2	3,4	3,6	3,9	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,7	7,2	7,6	8,1	8,5	9,0	9,5	
3,5	3,5	3,5	3,6	3,8	4,0	4,3	4,6	4,9	5,3	5,7	6,1	6,5	6,9	7,4	7,8	8,3	8,7	9,2	9,7	
4,0	4,0	4,0	4,1	4,3	4,5	4,7	5,0	5,3	5,7	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6	8,1	8,5	8,9	9,4	9,8	
4,5	4,5	4,5	4,6	4,7	4,9	5,1	5,4	5,7	6,0	6,4	6,7	7,1	7,5	7,9	8,3	8,7	9,2	9,6	10,1	
5,0	5,0	5,0	5,1	5,2	5,4	5,6	5,8	6,1	6,4	6,7	7,1	7,4	7,8	8,2	8,6	9,0	9,4	9,8	10,3	
5,5	5,5	5,5	5,6	5,7	5,9	6,0	6,3	6,5	6,8	7,1	7,4	7,8	8,1	8,5	8,9	9,3	9,7	10,1	10,5	
6,0	6,0	6,0	6,1	6,2	6,3	6,5	6,7	6,9	7,2	7,5	7,8	8,1	8,5	8,8	9,2	9,6	10,0	10,4	10,8	
6,5	6,5	6,5	6,6	6,7	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,9	8,2	8,5	8,8	9,2	9,6	9,9	10,3	10,7	11,1	
7,0	7,0	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,6	7,8	8,1	8,3	8,6	8,9	9,2	9,6	9,9	10,3	10,6	11,0	11,4	
7,5	7,5	7,5	7,6	7,6	7,8	7,9	8,1	8,3	8,5	8,7	9,0	9,3	9,6	9,9	10,3	10,6	11,0	11,3	11,7	
8,0	8,0	8,0	8,1	8,1	8,2	8,4	8,5	8,7	8,9	9,2	9,4	9,7	10,0	10,3	10,6	11,0	11,3	11,7	12,0	
8,5	8,5	8,5	8,6	8,6	8,7	8,9	9,0	9,2	9,4	9,5	9,6	10,1	10,4	10,7	11,0	11,3	11,7	12,0	12,4	
9,0	9,0	9,0	9,1	9,1	9,2	9,3	9,5	9,7	9,8	10,1	10,3	10,5	10,8	11,1	11,4	11,7	12,0	12,4	12,7	

М, мили	Р _{ЗАД}											
	0,90	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,995	0,999
	D, мили											
0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5
0,4	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,1
0,6	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,6
0,8	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,1
1,0	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,6
1,2	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,4	2,6	2,8	3,2
1,4	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	3,0	3,2	3,7
1,6	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,2	3,4	3,7	4,2
1,8	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,6	3,9	4,1	4,7
2,0	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	4,0	4,3	4,6	5,3
2,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,1	4,4	4,7	5,1	5,8
2,4	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,2	4,3	4,5	4,7	5,2	5,5	6,3
2,6	3,9	4,0	4,1	4,2	4,4	4,5	4,7	4,9	5,1	5,6	6,0	6,8
2,8	4,2	4,3	4,4	4,6	4,7	4,8	5,0	5,2	5,5	6,0	6,4	7,4
3,0	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,2	5,4	5,6	5,9	6,4	6,9	7,9

31.6. Маневренные характеристики судна. Лоцманская карточка

Маневренные характеристики определяют после постройки, модернизации или в процессе эксплуатации судна. Эту работу выполняют:

- 1) испытательная партия завода;
- 2) специалисты, направленные на судно или
- 3) судоводительский состав судна.

Для определения маневренных элементов судна (МЭС) используют натурные, натурно-расчетные и расчетные методы, точность которых, не хуже $\pm 10\%$ (СКП) от средней величины определяемого параметра.

Для однотипных судов можно использовать осредненные значения МЭС, полученные в результате испытаний отдельных судов серии, при условии, что контрольные определения не отличаются от средних более чем на 10% (СКП).

МЭС определяют на мерной линии, радиолокационном или специальном полигоне, а также в любом районе, где возможны определения места судна с достаточно высокой точностью.

Стандартными условиями испытаний являются:

1. → глубина моря не менее 6 средних осадок судна;
2. → скорость ветра до 8 м/с, состояние поверхности моря до 3-х баллов;
3. → отсутствие заметных течений.

Информация о маневренных характеристиках судна должна представляться в виде:

- 1) → лоцманской карточки;
- 2) → таблицы маневренных характеристик (для рулевой рубки);
- 3) → формуляра маневренных характеристик.

В информацию о маневренных характеристиках должны вноситься изменения после модернизации или переоборудования судна, в результате которых могут измениться маневренные характеристики или размеры судна.

Лоцманская карточка, заполняется капитаном и предназначается для того, чтобы обеспечить необходимой информацией лоцмана, принимающего судно под проводку.

Лоцманская карточка должна дать представление о загрузке судна, состоянии СЭУ и движителей, рулевого и подруливающего устройств и другого соответствующего оборудования. Для заполнения лоцманской карточки проведение специальных ходовых испытаний не требуется.

Таблица маневренных характеристик должна содержать особенности и подробную информацию о маневренных характеристиках судна и быть таких размеров, чтобы ею было удобно пользоваться. Фактические МХС могут отличаться от табличных из-за влияния внешних условий, состояния корпуса и загрузки судна.

Формуляр МХС должен содержать достаточно подробное их описание и другие данные, в том числе содержащиеся в таблице МХС. Большая часть приводимых в формуляре данных может быть рассчитана, однако некоторая часть должна быть получена на испытаниях. Информация в формуляре может пополняться и уточняться в течение срока эксплуатации судна.

На судах с незначительным изменением осадки (пассажирских, гидрографических и др.) информация о МЭС представляется для одного среднего водоизмещения судна.

Лоцманская карточка (из приложения 6 «РШСУ-98»)

Название судна Дата
 Дедвейт Позывные
 Осадка: кормой м/.... футы дюймы; носом м/.... футы дюймы
 Водоизмещение т. Год постройки

Особенности судна

Длина наибольшая м Якорная цепь: левая смычек
 Ширина м правая смычек
 Носовой бульб (да/нет) кормовая смычек
 Радиус циркуляции: в грузу (1 смычка = ... м/ морских саженей).
 м
 в балласте м Максимальная мощностькВт (.....л.с).
 Тип двигателя

Предельное время работы на ЗХ мин.
 ППХ-ЗПХ с.
 Максимальное количество последовательных пусков
 Минимальное число оборотов уз.
 Мощность на ЗХ % от мощности на ПХ.

Маневренные режимы работы СЭУ	Об/мин. шаг ВРШ	Скорость, уз.	
		в грузу	в балласте
Передний полный (ППХ)			
Передний средний (ПСХ)			
Передний малый (ПМХ)			
Передний самый малый (ПСМХ)			
Задний самый малый (ЗСМХ)			
Задний малый (ЗМХ)			
Задний средний (ЗСХ)			
Задний полный (ЗПХ)			

Характеристика рулевого устройства

Тип руля Максимальный угол перекладки.....
Время перекладки с борта на борт с.
Среднее положение руля для компенсации боковых сил винта
Подруливающее устройство: – носовое кВт (.... л.с.); – кормовое кВт (.... л.с.).

Проверка наличия на борту и готовности

Якорей _____	<input type="checkbox"/>	Рулевого устройства _____	<input type="checkbox"/>
Свистка _____	<input type="checkbox"/>	Числа работающих силовых агрегатов привода _____	<input type="checkbox"/>
РЛС: 3 см _____ ? 10 см _____	<input type="checkbox"/>	Указателей: аксиометра _____	<input type="checkbox"/>
Лага		тахометра _____	<input type="checkbox"/>
Доплеровский (да/нет)		скорости поворота _____	<input type="checkbox"/>
Скорость: относительно воды _____	<input type="checkbox"/>	Систем курсоуказания _____	<input type="checkbox"/>
относительно грунта _____	<input type="checkbox"/>	Постоянная поправка гирокомпаса . ±	
по двум осям _____	<input type="checkbox"/>	Средства УКВ радиосвязи _____	<input type="checkbox"/>
Машинных телеграфов _____	<input type="checkbox"/>	Средства радионавигации _____	<input type="checkbox"/>
		Тип.....	

Прочая информация

31.7. Правила ведения судового журнала

Э-1в
СУДОВОЙ ЖУРНАЛ № ____
Название судна _____
Тип судна и СЭУ _____
Владелец судна _____
Позывной сигнал судна _____
Порт приписки судна _____
№ регистрации судна _____
Капитан судна _____

1. Общие положения.

- **1.1** → Судовой журнал (СЖ) является основным официальным документом, в котором отражается непрерывная жизнь судна.
- **1.2** → Судовой журнал ведется на каждом судне предприятий и организаций Укрморфлота с момента подъема Государственного флага в течение всего периода, пока сохраняется право плавания под ним.
- **1.3** → Все листы в судовом журнале прошнуровываются и скрепляются подписью и печатью капитана морского торгового порта, а в исключительном случае – консула Украины. На последней странице в специальном штампе, нанесенном типографским способом, записывается номер судового журнала по реестру порта, число пронумерованных и прошнурованных листов, название порта.
- **1.4** → Номер судовому журналу присваивается при его регистрации в реестре судовых журналов на судне по порядку, начиная с первого. Этот номер записывается на обложке и титульном листе судового журнала.

- **1.5** → Судовой журнал ведет ВПК. ВПК, написавший текст, имеет право изменять и дополнять его, а капитан – только дополнять.

Текст, подлежащий изменению, зачеркивается тонкой чертой, чтобы его можно было прочесть, и заключается в скобки.

Если ошибка замечена во время записи, правильный текст пишется сразу же после скобки. В остальных случаях – за скобкой или в случае пропуска – за словом, после которого нужно добавить текст, ставится цифровой знак сноски со сквозной нумерацией для каждой страницы.

Исправление или дополнение текста записывается непосредственно за последней, имеющейся в СЖ записью, предваряется цифровым знаком сноски и скрепляется подписью лица, внесшего исправление или дополнение по форме: 1) «записано ошибочно», если зачеркнутый текст не нужно заменять другим; 2) «читать» и далее верный текст; 3) «дополнение» и далее верный текст.

Если исправления и дополнения относятся к предшествующим страницам, то перед ними после номера сноски указывается номер страницы, например: 3) с. 15.

Исправлять текст иным способом, чем указано выше, запрещается.

- **1.6** → Объем записей навигационного характера определяется капитаном с учетом того, чтобы вместе с прокладкой на карте и информацией технических средств регистрации можно было восстановить плавание судна. При этом прокладка на карте сохраняется до повторного использования карты, а ленты самописцев – курсограмма, реверсограмма, эхограмма, телетайпограмма и др. – сохраняются на судне в течение 2-х лет.
- **1.7** → СЖ заполняется в процессе вахты в момент совершения события или сразу после него.
- **1.8** → При подходе к узкости, порту, полосе тумана и т.д. не следует регистрировать выполнение стандартных мероприятий. Можно ограничиться фразой: «Судно подготовлено к плаванию в узкости (портовых водах, условиях ограниченной видимости и пр.)».
- **1.9** → ВПК скрепляет свои записи подписью с указанием должности, используя следующие сокращения: СПКМ, (2ПКМ, 3ПКМ, 4ПКМ).
- **1.10** → Капитан контролирует записи в СЖ и удостоверяет их подписью в конце каждой страницы.
- **1.11** → Записи в СЖ делают пастой или чернилами.
- **1.12** → Если характер записи не требует заполнения граф 2÷4 (*ГКК, КК_{МК}, ФЛП1, λЛП2, ЛП3*) текст записи начинают с графы 2 сразу после времени. Если одной строки для события оказалось недостаточно, запись можно продолжать в следующей строке, начиная с графы 2.

Графа 1 предназначена только для записи времени.

Записи каждых суток начинаются с новой страницы. Не заполненные в течении завершившихся суток строки, перечеркиваются знаком «Z».

- **1.13** → **Заполненные СЖ хранятся на судне по 2 года**, после чего сдаются в архив пароходства.
- **1.14** → Настоящие Правила ведения СЖ не ограничивают в правах капитана и ВПК вносить в СЖ любые записи, касающиеся повседневной жизни судна, которые, по их мнению, могут иметь значение для защиты интересов судна, судовладельца и груза.

Любые записи или требования о совершении таковых в СЖ со стороны иных лиц исключаются.

2. Порядок заполнения судового журнала.

Правила данного раздела регламентируют форму, а не обязательность записей.

- **2.1** → **Время события** – T (графа 1) – записывается 4-х значным числом с разрядностью 1 мин. Часы отделяются от минут точкой: 05.37.
- **2.2** → **Курс по гирокомпасу** – $ГКК$ (графа 2) – записывается курс по гирокомпасу, заданный рулевому (выставленный на авторулевом) с заданной точностью, например: 257,5 или 74.
 - **2.2.1** → если курсограф не работает, регистрируются все курсы, не зафиксированные на карте.
- **2.3** → **Курс по магнитному компасу** – $КК$ (графа 3) – записывается курс по главному магнитному компасу с разрядностью 1° .
- **2.4** → **Местоположение судна** (графа 4) – записываются координаты: географические числимые – $\varphi_C \lambda_C$, или обсервованные – $\varphi_0 \lambda_0$ с карты, автосчислителя координат или иного датчика, с разрядностью датчика, например: $42^\circ 12,86'N$; гиперболические (стадиометрические) – ЛП-1, ЛП-2 и ЛП-3 (радионавигационные параметры), например: F-03.87 или Z-46238 или BD-920,02; полярные пеленги – P и дистанция – D и др.
 - **2.4.1** → **координаты места судна** определяются и записываются во всех случаях, когда, по мнению капитана или ВПК, это необходимо.

В графу 5 записываются необходимые пояснения – названия ориентиров при визуальных и радиолокационных определениях с указанием номера измерения, названия датчика, с которого сняты координаты. Например: если место судна определено по визуальным пеленгам маяков «Столб» и «Островной» $37,4^\circ$ и $122,2^\circ$ и радиолокационному расстоянию до маяка «Островной» 6,7 мили в графе 4 записываются: $37,4^\circ/122,2^\circ/6,7'$; в графе 5 записывается: 1) M^K Столб, 2-3) M^K Островной.

- **2.5** → **Невязка счисления** – C или вектор сноса – записывается при необходимости в графу 5.
- **2.6** → **Пройденное расстояние** – (графа 6) – записывается в милях:
 - в графе «фактически» – пройденное по карте – S_K ;
 - в графе «по лагу» – лаговое расстояние – $S_L = POL \cdot K_L$;
 - суммарные данные – «за сутки» и «за рейс» – фактически пройденное судном расстояние можно записывать по данным автосчислителя координат или ПИ СНС (PHC).

2.7 → **Гидрометеорологические данные** – (графы 7÷12) записываются результаты наблюдения за погодой в установленные сроки.

- **2.7.1** → **направление и скорость ветра** – (графа 7) – записывается истинное направление ветра (в градусах с разрядностью 10°) и его скорость в m/c , например: 330-11.

Если дрейф, принимаемый к счислению, обусловлен иным ветром, чем записано в графе 7, или изменение ветра в течение вахты повлекло изменение в работе судна, направление и скорость такого ветра записываются в графу 5.

- **2.7.2** → **состояние поверхности моря** – (графа 8) – записывается истинное направление волнения (с разрядностью 10°) и состояние поверхности моря в баллах, например: 320-3. На реке и в портовых водах записывается соответственно «ПОРТ», «РЕКА».

Если на поверхности воды есть лед, то записывается признак «Л» и сплоченность льда в баллах, например: Л-7.

- **2.7.3** → **состояние погоды, видимость** – (графа 9) – записывается состояние погоды условными обозначениями: (Я – ясно, П – пасмурно, Дм – дымка, Д – дождь, Т – туман, С – снег, Г – гроза, Мг – мгла, Гр – град) и дальность видимости в милях, например: П-8.

- **2.7.4** → **атмосферное давление** – (графа 10) – записывается в мм (без приведения к уровню моря).
- **2.7.5** → температура воздуха – (графа 11), температура воды – (графа 12) – записывается с разрядностью до 1°С.

2.8 → **Вахта** – (табл. 13) – записываются фамилии вахтенных матросов каждой вахты. При необходимости в графе 5 записываются фамилии членов экипажа, вызванных для усиления вахты.

2.9 → В графе 5 по указанию капитана или усмотрению ВПК выполняются записи условий и обстоятельств работы судна, дополняющие табулированные данные:

- **2.9.1** → **скорость судна** – V_C – записывается скорость судна, принятая для счисления пути при отсутствии лага. Запись выполняется с разрядностью 0,1 уз., например: $V_C 14,4$.
- **2.9.2** → **режим хода** (или частота вращения винта, или заданная нагрузка, или разворот лопастей), записывается в случае необходимости.
- **2.9.3** → **элементы течения (сноса)** – записывается направление – K_T (град.), скорость V_T (уз.) течения, например: $K_T = 312^\circ$, $V_T = 1,7$.
- **2.9.4** → **включение (выключение)** отдельных ТСН, регистрирующих устройств, автоводоов курса, скорости, сноса;
- **2.9.5** → **угол постоянного крена судна** в градусах (с точностью до 1°) с указанием борта наклона (Пр – на правый, Л – на левый борт) – записывается при его возникновении.

Перед входом в район малых глубин записывается крен судна и расчетная T_H и T_K .

- **2.9.6** → **переход с карты на карту** – записывается фраза «на карту №...».
- **2.9.7** → **определение поправок ТСН и МЭС** – записывается с указанием способа определения и основных результатов.
- **2.9.8** → **грузовые операции** – записывается готовность трюмов и грузовых устройств судна, начало и окончание грузовых операций, перерывов в работе с указанием причин; какими силами и средствами и куда принимается груз и др.

Обязательные записи.

3.1 → **На конец вахты на ходу** – записываются данные в графы 1÷5, 7÷12 и табл. 6 и 13.

3.2 → **На конец вахты у причала** – записывается положение и состояние судна: осадка носом и кормой; выполняемые грузовые операции; готовность СЭУ; плавсредства у борта; количество погруженного (выгруженного) груза.

Если за время вахты изменений не произошло, записывается осадка и фраза: «Стоим в прежнем положении».

3.3 → **В заголовке страницы** – указывается на начало суток, число, месяц и год; район плавания, откуда и куда следует судно (названия пунктов) и № рейса. На стоянке – название порта или рейда. Указывается расхождение между судовым и гринвичским временем, например: $T_C = T_{ГР} + 3ч$.

3.4 → **При переводе часов** – в графе 1 записывается дробью $\frac{\text{старое}}{\text{новое}}$ время.

3.5 → **Плавание с лоцманом** – записывается прибытие (убытие) лоцмана, его фамилия, имя, отчество.

3.6 → **Проводка с помощью буксиров** – записывается прибытие (отход) буксиров, их названия, схема буксировки.

3.7 → **Постановка судна на якорь** – записывается причина постановки, какой якорь отдан, сколько вытравлено якорь-цепи, измеренная глубина моря, готовность СЭУ.

3.8 → **Постановка к причалу** – записывается название или номер причала, борт швартовки, какие, сколько, как и куда заведены швартовы, отданы ли якоря, осадка судна (носом и кормой).

3.9 → **Плавание в зоне действия системы УДС** – записывается получение разрешения на вход в зону, вид обслуживания, его начало и конец.

3.10 → Плавание в штормовых условиях – записывается угол крена и период качки, действия по обеспечению сохранности груза, заливание палубы и удары волн, если они имели место.

3.11 → Рождение или смерть на судне, несчастный случай на борту, неоказание помощи людям, терпящим бедствие вне судна – записывается:

- в случае рождения – ФИО матери, пол ребенка;
- в случае смерти – ФИО умершего, причина смерти, когда и кому передано тело умершего или ϕ , λ , где тело предано морю, акт передачи завещания начальнику отечественного порта, а в иностранном порту – консулу Украины; несчастный случай на борту, неоказание помощи – подробно излагаются причины и обстоятельства случая.

3.12 → Удостоверение завещаний – записывается ФИО завещателя, дата составления завещания.

3.13 → Подготовка судна к выходу в рейс – записывается: число членов экипажа и пассажиров; запасы топлива и воды; осадка; количество и род груза; готовность рулевого устройства (требование СОЛАС-74/83), общая готовность к выходу в рейс.

3.14 → Передача командования судном – записывается факт передачи и вступление в командование. Запись скрепляется подписями сдающего и принимающего капитанов.

Образец страницы судового журнала

Время события	Курс по гиро-компасу	Курс по магнитн. компасу	Местоположение судна			$T_G = T_{гр}$ _____ ч. « _____ » _____ 200 ____ г. Рейс № _____				Район _____ из _____ в _____		
			ϕ /ЛП-1	λ /ЛП-2	ЛП-3							
1	2	3	4			5						
6. Пройденное расстояние			Время	Направление и скорость ветра	Состояние поверхности моря	Состояние погоды, видимость	Атмосферное давление	Температура воздуха	Температура воды	Вахта		
Время	Фактически	По ЛАГУ								00-04		
00-04				7	8	9	10	11	12	00-04		
04-08										04-08		
08-12			04							08-12		
12-16			08							12-16		
16-20			12							16-20		
20-24			16							20-24		
За сутки			20							13		
За рейс			24									
											Капитан:	

Выводы

1. Контроль за безопасным плаванием судна осуществляется непрерывным ведением исполнительной прокладки.
2. Счисление пути судна ведется непрерывно в течение всего времени плавания.
3. При ведении навигационной прокладки на путевой МНК используются принятые условные обозначения и сокращения.
4. Количественные параметры Международного стандарта точности плавания определяют значения радиальной СКП определения места, частоту обсерваций и допустимое время обработки навигационных параметров для конкретного района плавания.
5. Выбор метода определения места судна в конкретном районе плавания зависит от возможностей судовых ТСН и способов навигации, необходимой точности обсервации и времени на ее выполнение.
6. Безопасность плавания судна по заданному маршруту может обеспечиваться обсервациями только при условии учета их точности и частоты.
7. Информация о маневренных характеристиках судна должна представляться в виде:
 - лоцманской карточки;
 - таблицы маневренных характеристик;
 - формуляра маневренных характеристик.
8. Судовой журнал является основным официальным документом, в котором отражается непрерывная жизнь судна и заполняется в соответствии с правилами его ведения.

ГЛАВА 32. НАВИГАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПЛАВАНИЯ В СТЕСНЕННЫХ ВОДАХ

32.1. Общая характеристика условий плавания в стесненных водах

Под термином «стесненные воды» понимают плавание вблизи побережья на расстояниях **менее 3÷5 миль** от берегов и навигационных опасностей, в судоходных **проливах и узкостях**, в районах с установленными путями, **фарватерами, СРД** – всюду, где **маневрирование судна «стеснено» навигационными условиями** и (или) интенсивным судоходством.

Стесненность условий зависит от внешних факторов, размеров и маневренности судна, а также от скорости судна.

Хотя океанское судно проводит в стесненных водах в среднем до **5-10%** ходового времени, **на эти районы приходится более 80% всех навигационных аварий**. Это свидетельствует, с одной стороны, об объективной сложности условий плавания, а с другой – о несовершенстве методов судовождения в таких условиях.

32.1.1. Основные особенности условий плавания в стесненных водах

Основными особенностями условий плавания в стесненных водах являются:

- 1) → **малый (часто минимальный) запас воды под килем**, в результате чего многие суда становятся «стесненными своей осадкой» и возникает необходимость учета колебаний уровня моря, постоянного контроля глубин;
- 2) → **ограниченность безопасного судоходного пространства**, близость навигационных опасностей, резкое ограничение свободы маневрирования;
- 3) → резкое **ограничение возможных отклонений судна** от линии заданного пути (ЛЗП), что требует максимально точной навигации и обуславливает расхождение судов на встречных курсах на минимальных траверзных расстояниях;
- 4) → бо́льшая упорядоченность **судопотока** (по установленному пути, створу и т.д.);
- 5) → **пестрый судопоток** – от крупнотоннажных судов до яхт и катеров с разными маневренными возможностями и различным уровнем подготовки судоводителей;
- 6) → сочетание «транзитного» движения судов вдоль узкости с пересекающими его местными судами и частое следование малых судов курсами, отличными от рекомендованных;
- 7) → **частые смены курсов**, усложняющие и навигацию и наблюдение за целями, так как цели также часто маневрируют;
- 8) → **ограниченность зоны визуального и радиолокационного обзора**, относительно малые дальности обнаружения ($D_{обн}$) целей, скоротечность ситуаций, острый дефицит времени на решение;
- 9) → **большое количество навигационных ориентиров** (включая и плавучие СНО), постоянная их смена, необходимость постоянного опознавания ориентиров и оценки нахождения буев (вех) на штатном месте;
- 10) → чрезвычайно **малый запас времени** и пространства для реакции на неожиданный или неверный маневр цели, для коррекции своего «неудачного» маневра, для действий при отказе судовых технических средств.

В силу этих особенностей требуется особенно высокая **точность, четкость, безошибочность, быстрдействие** всей системы управления движением судна.

Основные задачи – наблюдение, навигация, предупреждение столкновений – должны решаться **одновременно и взаимосвязано** (пренебрежение любой из них влечет повышение риска либо столкновения, либо посадки на мель при расхождении). Резко возрастает **напряженность работы судоводителей** и, как следствие, – вероятность навигационной ошибки.

Стесненные воды → это **сложнейший по своим условиям район плавания**, где в полной мере проверяются **опыт и искусство судоводителя**.

При выборе курсов в первую очередь надо учитывать международные и местные правила плавания; наставления, указания и рекомендации для плавания в данном районе и любое отклонение от их требований должно быть обосновано.

Глубоководные пути, в пределах которых произведено тщательное гидрографическое обследование до обозначенной на МНК наименьшей глубины, предназначены для судов с большой осадкой; остальные суда должны, по возможности, избегать их использование.

Если район плавания подпадает под понятие «узкость», то судно должно **держаться внешней границы** прохода или фарватера (с пр./борта) настолько близко, насколько это безопасно и практически возможно (правило 9 «МППСС-72»). Судно не должно пересекать узкий проход или фарватер, если такое пересечение затруднит движение другого судна, которое может безопасно следовать только в пределах такого прохода или фарватера. В узкости с установленным односторонним движением курсы судна рекомендуется прокладывать по ее середине.

При отсутствии рекомендаций, правил и ограничений **курс судна должен проходить по безопасным глубинам за пределами ограждающей изобаты** и на достаточном удалении от навигационных опасностей (если створа нет, желательно иметь ориентир на $KV = 0^\circ (180^\circ)$).

При выборе курса в следует иметь в виду, что **не всякий кратчайший маршрут является лучшим**. При поворотах, переходе с одного рекомендованного курса на другой, огибании мысов и банок следует строго придерживаться фарватера, не прижимаясь к берегу и не срезая углы на поворотах, так как это резко снижает безопасность плавания.

Повороты лучше **выполнять заблаговременно**, до подхода к навигационным опасностям и: ⇒ **не следует выполнять резких поворотов** вблизи опасностей или входить в узкий канал на циркуляции;

⇒ входить в подходной канал порта надо **заблаговременно**, мористее приемного буя и под острым углом; если после приема лоцмана или съёмки с якоря вход в подходной канал возможен только на крутой циркуляции, то лучше отойти мористее или выполнить циркуляцию в сторону моря.

При подходе к месту якорной стоянки надлежит придерживаться общепринятых курсов и лишь перед подходом к точке отдачи якоря проложить курс против ветра, течения или их равнодействующей.

При проходе **на малом расстоянии** мимо судов, стоящих на якоре, лучше проходить у них по корме, в противном случае повышается **опасность навала**. При подходе к точке встречи лоцманов, перед подходом **лоцманского бота** изменить курс таким образом, чтобы **прикрыть бот бортом судна от ветра и волнения**.

Судоводитель обязан знать опасные участки плавания, что позволяет спланировать дополнительные меры по обеспечению навигационной безопасности.

32.1.2. Безопасная скорость судна

Скорость судна в стесненных водах должна быть такой, чтобы судно надежно управлялось и могло бы в случае необходимости вовремя погасить инерцию. Не следует развивать скорость больше, чем позволяют обстоятельства.

$$V_{\min} < V_{EE3} < V_{II} \quad (32.1)$$

Следует иметь в виду, что управляемость судна под воздействием ветра резко ухудшается при уменьшении скорости, при плавании в балласте с малой осадкой, высоким надводным бортом и когда часть гребного винта и пера руля оказываются над водой.

Управляемость ухудшается и при плавании **на попутном течении** и минимальная скорость судна (V_{\min}) должна быть

$$(V_{\min})_T \geq 5V_T \quad (32.2)$$

С точки зрения предупреждения столкновений судов безопасная скорость устанавливается на основе Правила 6 «МППСС-72» с учетом конкретных обстоятельств плавания, включая:

- 1) → метеорологическую видимость (ее минимальное значение);
- 2) → проблемы визуального обнаружения встречного судна (фон моря и фон от береговых огней, возможность встречи с малыми судами без огней и др.);
- 3) → надежную дальность радиолокационного обнаружения целей (в том числе судов, выходящих из-за поворота, мыса, острова, из узкого прохода между островами);
- 4) → ограничения, связанные с применяемыми методами обработки радиолокационной информации, квалификацией и опытом оператора РЛС, темпом и сложностью обработки информации;

- 5) → наличие, характер, плотность и интенсивность движения судов;
- 6) → осадку и маневренные характеристики судна.

Для обеспечения навигационной безопасности при выборе $V_{БЕЗ}$ учитывается еще более широкий спектр факторов и в том числе:

1. → применяемые методы контроля за местом и курсом судна, их точность, дискретность, длительность;
2. → степень стесненности и извилистости фарватера, характер и близость навигационных опасностей;
3. → степень совокупного воздействия внешних факторов на точность стабилизации судна на ЛЗП;
4. → надежность имеющейся информации о глубинах и точность учета колебаний уровня моря;
5. → дальность надежного обнаружения ($D_{ОБН}$) навигационных опасностей (или ограждающих их СНО) с учетом организации наблюдения и гидрометеорологических факторов.

$$S_V \leq D_{ОБН} - L_{\delta} - D_{\delta} - S_P \quad (32.3)$$

где S_V – максимально допустимое значение тормозного пути, на основе которого по графикам активного торможения судна выбирается значение $V_{БЕЗ}$;

L_{δ} – расстояние от точки наблюдения (мостика) до носовой оконечности судна;

S_P – путь, проходимый судном за время реакции судоводителя.

При уклонении от опасности не торможением, а отворотом:

$$S_P \leq D_{ОБН} - L_{\delta} - D_{\delta} - S_{ОТВ} \quad (32.4)$$

где $S_{ОТВ}$ – запас пространства для отворота (из диаграммы циркуляции);

$D_{ОБН}$ – дальность надежного обнаружения навигационных опасностей.

Выбранная $V_{БЕЗ}$ является основой для расчетов плавания судна в стесненных водах. Однако $V_{БЕЗ}$ не является постоянной величиной и зависит от обстоятельств плавания (встречное судно не на своей стороне фарватера – уменьши $V_{БЕЗ}$).

При высокой динамике развития ситуации снижение скорости увеличивает резерв времени на оценку ситуации, уменьшает нагрузку на наблюдателей и судоводителей.

Правило 6 «МППСС-72». Безопасная скорость

Каждое судно должно всегда следовать с безопасной скоростью ($V_{БЕЗ}$), с тем, чтобы оно могло предпринять надлежащее и эффективное действие для предупреждения столкновения и могло быть остановлено в пределах расстояния, требуемого при существующих обстоятельствах и условиях.

При выборе $V_{БЕЗ}$ следующие факторы должны быть в числе тех, которые надлежит учитывать:

(a) → Всем судам:

- (i) → состояние видимости;
- (ii) → плотность движения, включая скопление рыболовных или любых других судов;
- (iii) → маневренные возможности судна и особенно расстояние, необходимое для полной остановки судна, и поворотливость судна в преобладающих условиях;
- (iv) → ночью – наличие фона освещения как от береговых огней, так и от рассеяния света собственных огней;
- (v) → состояние ветра, моря и течения и близость навигационных опасностей;
- (vi) → соотношение между осадкой и имеющимися глубинами.

(б) → Дополнительно судам, использующим радиолокатор:

- (i) → характеристики, эффективность и ограничения радиолокационного оборудования;
- (ii) → любые ограничения, накладываемые используемой радиолокационной шкалой дальности;

- (iii) → влияние на радиолокационное обнаружение состояния моря и метеорологических факторов, а также других источников помех;
- (iv) → возможность того, что радиолокатор может не обнаружить на достаточном расстоянии малые суда, лед и другие плавающие объекты;
- (v) → количество, местоположение и перемещение судов, обнаруженных радиолокатором;
- (vi) → более точную оценку видимости, которая может быть получена при радиолокационном измерении расстояния до судов или других объектов, находящихся поблизости.

32.2. Подготовка к плаванию в стесненных условиях

32.2.1. Навигационные особенности плавания в стесненных условиях

Навигационными особенностями плавания в стесненных условиях являются:

1. → плавание происходит в непосредственной близости от навигационных опасностей;
2. → ширина фарватера находится в предельном соотношении с шириной полосы, очерчиваемой судном;
3. → частые изменения направления фарватера;
4. → резкие перепады глубин на фарватере и около него, а также значительные приливные колебания уровня моря и приливные течения, направление и скорость которых не всегда достоверно известны;
5. → плавание происходит при пониженных скоростях, когда силы и моменты внешних воздействий на судно (особенно в шторм) соизмеримы с силами и моментами управляющих воздействий, то есть оно часто работает на грани потери управляемости;
6. → используют МНК М 1:50.000 и крупнее, которые позволяют учитывать маневренные и инерционно-тормозные характеристики судна и обеспечивать требуемую точность определения места судна и счисления его пути;
7. → непрерывно контролируют место судна для своевременного обнаружения отклонений от ЛЗП;
8. → обеспечивают специально-организованную повышенную надежность работы СЭУ, судовых устройств и систем за счет дополнительного вахтенного обслуживания, введение в действие резервных механизмов и повышенной готовности к работе всех лиц вахтенной службы в случае возникновения аварийных ситуаций.

32.2.2. Специальные меры обеспечения навигационной безопасности в стесненных водах

Специальными мерами, обеспечивающими навигационную безопасность в стесненных водах, являются:

1. → тщательное предварительное планирование пути с выполнением необходимых расчетов;
2. → заблаговременная подготовка штурманской службы, четкая организация ее работы и распределение обязанностей в соответствии с опытом судоводителей;
3. → более частое определение места судна и учет неодновременности измерений навигационных параметров (НП);
4. → повышенная точность счисления пути судна;
5. → надежный контроль за достоверностью опознавания ориентиров;
6. → непрерывный контроль за движением судна;
7. → учет ветрового дрейфа и сноса от течения с максимальной точностью;
8. → тщательная подготовка всех судовых служб.

При плавании в стесненных водах быстро изменяется окружающая обстановка из-за близости берега, что **ограничивает возможности определения места судна**, усложняет управление и **создает напряженность в работе судоводителей.**

Информация о месте судна зачастую запаздывает ко времени принятия решения по управлению. В связи с этим **управление судном приходится производить на основе обзорно-глазомерной оценки обстановки** визуально или на экране РЛС, руководствуясь личным опытом и интуицией капитана и лоцмана.

Главной предпосылкой безаварийного плавания является тщательная и заблаговременная подготовка к плаванию.

Опыт показывает, что именно на этой стадии судоводители допускают чаще всего ошибки, а дефицит времени при плавании не позволяет выполнять необходимые расчеты, что и приводит к осложнениям.

Предварительную подготовку к плаванию можно разделить на следующие этапы:

- I. → Навигационную подготовку к плаванию;
- II. → Планирование организации работы вахт судоводителей и судомехаников, дополнительных вахт и их взаимодействие;
- III. → Подготовка главной машины, судовых устройств и систем.

Особенности навигационной подготовки к плаванию в стесненных условиях.

1. Планирование пути и предварительную прокладку должен проводить только капитан судна и выполнять ее на МНК М 1:50.000 и крупнее.
2. При выполнении предварительной прокладки особое внимание уделяется плаванию на опасных участках, планированию поворотов, учету дрейфа и течения.

Опасными являются участки:

- 1) → где суда проходят вблизи навигационных опасностей (малые глубины, затонувшие суда, скалы и пр.);
- 2) → где ширина полосы, занимаемая судном, близка к ширине фарватера и имеются крутые повороты;
- 3) → где можно ожидать появления судов, следующих пересекающимися курсами (места паромных переправ, входа и выхода из зоны разделения, рыбной ловли и др.).

Ширину полосы B_{II} , занимаемой судном при дрейфе и течении, в зависимости от длины L и ширины B судна, определяют по формуле:

$$B_{II} = \sin [C^\circ + \arctg(B/L)] \cdot \sqrt{B^2 + L^2} \quad (32.5)$$

где C° – суммарный угол сноса от дрейфа, течения, рыскания и погрешности их определения.

Ширина полосы B_{II} при повороте больше на величину ΔB , которая оценивается по приближенной формуле:

$$\Delta B_{II} \approx 0,35 \cdot L \quad (32.6)$$

Опасные участки в стесненных водах нужно выявлять заблаговременно, при подготовке к переходу. Если плавание через такие участки неизбежно, то следует принять все меры предосторожности, как при планировании перехода, так и во время плавания.

К таким мерам предосторожности относятся:

1. Выбор времени прохождения опасных участков в зависимости от естественной освещенности, прогнозов погоды и предвычисленных уровней воды в приливных районах.
2. Подготовка сеток изолиний для ускоренного определения места.
3. Подготовка маршрутных графиков точности и графиков течений.
4. Усиление вахты на мостике с четким распределением обязанностей между судоводителями.

32.2.3. Расчет и планирование поворота. Контроль глубин

Поворот судна – один из наиболее ответственных моментов при плавании в стесненных водах. Применявшиеся ранее методы, когда циркуляция принималась дугой окружности и учитывалась через диаметр ($D_{ц}$) или радиус ($R_{ц}$) циркуляции, не обеспечивают необходимой точности планирования поворота крупнотоннажных судов вблизи опасностей.

Более строгое планирование поворота достигается методом, рассмотренным ниже.

За начало поворота следует принимать **момент подачи команды на руль**, благодаря чему учитывается неизбежный «мертвый промежуток». Для облегчения расчетов и построения следует использовать маневренный планшет и построить на нем траектории циркуляций для положения руля $\Pi-15^\circ$ и $\text{Л}-15^\circ$. Угол перекадки руля 15° позволит ускорить поворот, когда обнаружится, что под влиянием неучтенных факторов фактическая траектория судна отклоняется от спланированной.

При заданных углах поворота ΔK и кладке руля ($\Pi, \text{Л}-15^\circ$) планирование поворота состоит в определении точек его начала H , конца K , траектории между ними (промежуточная т. C), момента времени (T) и отсчета лага (OL) для т. H , иногда и продолжительности поворота.

Для решения этой задачи следует (рис. 32.1):

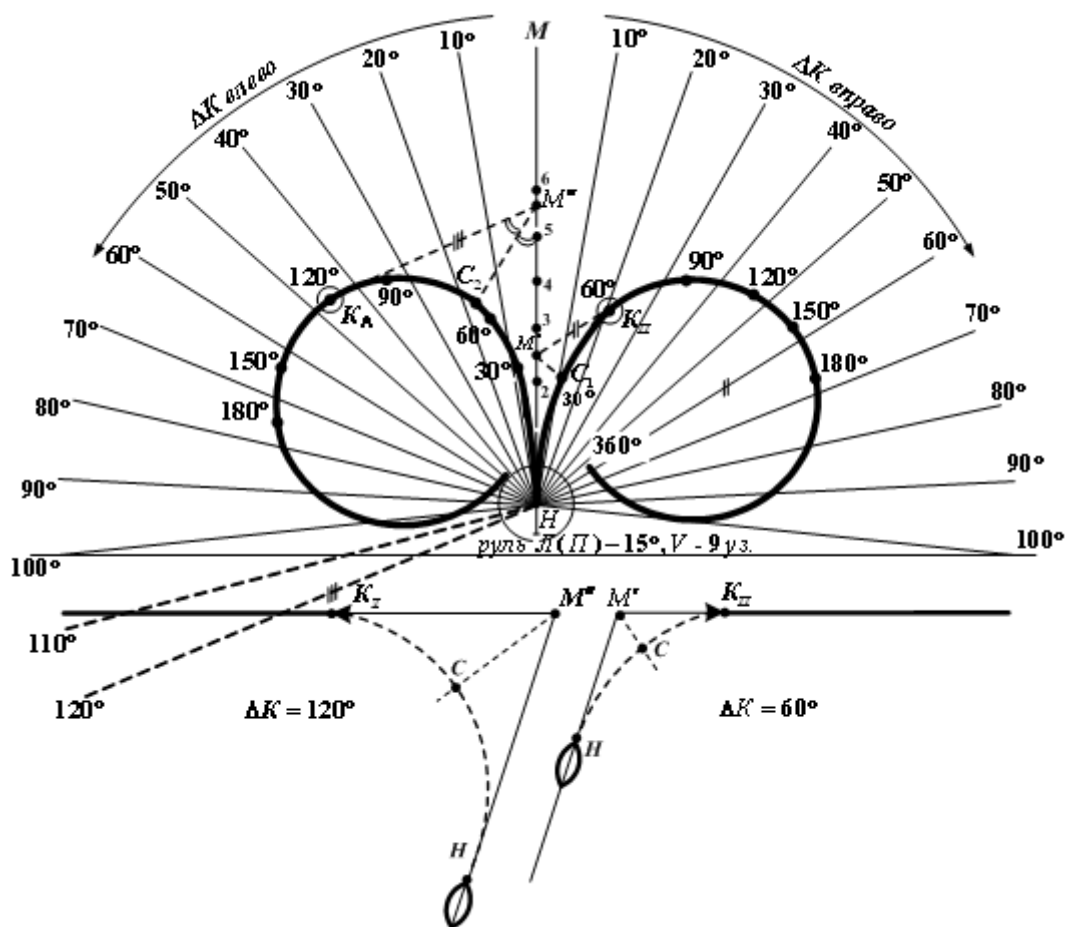


Рис. 32.1.

- 1) → на кривой циркуляции для $\delta^\circ = 15^\circ$, изображенной на планшете нанести точку окончания поворота K , в которой курс судна изменится на заданный угол ΔK ;
- 2) → радиус поворота, соответствующий ΔK (60° – при повороте вправо или 120° – при повороте влево) по оцифровке на внешней окружности, перенести параллельно до пересечения с начальным радиусом планшета HM (т. M);
- 3) → с планшета, в его масштабе, снять отрезок \overline{MH} ($M'H$ или $M''H$) и \overline{MK} ($M'K_{\Pi}$ или $M''K_{\text{Л}}$), которые отложить от т. M' или M'' на MHK в ее масштабе, что дает точку начала H и точку окончания K траектории судна при повороте, как показано на рис. 32.1 для поворота судна вправо на $\Delta K = 60^\circ$ и влево на $\Delta K = 120^\circ$;
- 4) → на планшете провести биссектрису угла HMK ($\angle HM'K_{\Pi}$ или $\angle HM''K_{\text{Л}}$), снять в масштабе отрезок \overline{MC} ($M'C_1$ или $M''C_2$) и перенести его на MHK в ее масштабе;

- 5) → через точки H , C и K провести плавную кривую, изображающую траекторию судна при повороте;
- 6) → продолжительность поворота определить в зависимости от угла ΔK .

Для своего судна все описанные действия (для ускорения решения задачи) целесообразно выполнить на маневренном планшете один раз для углов поворота ΔK через 10° , а результаты свести в таблицу 32.1.

Элементы поворота т/х «...» в балласте (грузу) для угла перекладки руля 15° и $V = 9$ уз.

Таблица 32.1

Поворот	Элементы поворота	Угол поворота ΔK															
		10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	130°	140°	150°	
П-15°	d , кб.	${}_{1,8}^{aMNB}{}_{2,5}$	1,1	1,6	2,1	2,6	3,0	3,4	3,7	4,1	4,5	5,0	5,5	6,3	7,3	8,8	11,3
		${}_{0,5}MK_{2,1}$	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,1	3,6	4,3	5,0	6,2	8,5
		${}_{0}MC_{1,5}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,1	2,7	3,8	4,3	5,7
Л-15°	d , кб.	${}_{1,0}MH_{3,0}$	0,9	1,3	1,6	2,0	2,3	2,7	3,0	3,4	3,9	4,3	5,1	6,1	7,0	9,2	12,0
		${}_{0,2}MK_{2,6}$	0,6	0,7	0,8	1,2	1,4	1,7	1,9	2,3	2,7	3,2	3,8	4,6	5,7	7,4	10,1
		${}_{0}MC_{1,8}$	0,1	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,2	2,6	3,1	4,1	5,4	6,5

Планирование поворота в стесненных водах усложняется при необходимости **учитывать дрейф от ветра и течения**. По обычной методике выполнение такого учета на каждом курсе очень сложно. Задачу можно упростить, решая ее для точек поворота одновременно до и после поворота судна. Суть этого метода заключается в следующем (рис. 32.2):

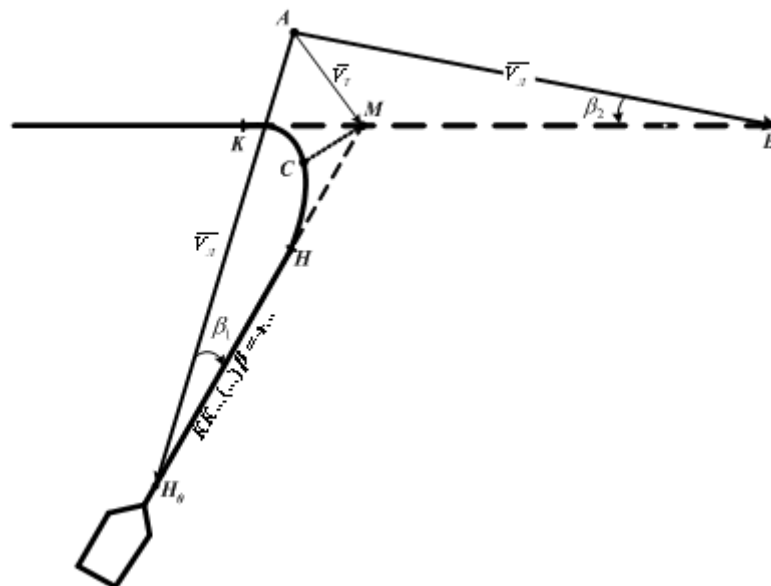


Рис. 32.2.

Предположим, что в точке M пересекаются линии намеченного пути судна до и после поворота и известен вектор течения \vec{V}_T в данном месте.

Построив в любом масштабе вектор, противоположный вектору \vec{V}_T из точки M получим вспомогательную точку A из которой, в том же масштабе, раствором циркуля, равным вектору скорости судна (\vec{V}_H), делаем засечки на линии пути до поворота т. H_0 и на ее продолжении после поворота (т. B).

Соединив полученные точки H_0 и B с т. A прямыми, находим углы сноса от течения до и после поворота β_1 и β_2 . Этим одновременно определяются и **путевые углы**, учитывающие дрейф $ПУ\alpha$.

Далее, учитывая $\angle \alpha$ рассчитывают истинные, а затем и компасные курсы, которые надо удерживать до и после поворота. Суммарный угол сноса $C = \alpha + \beta$ надписывают вдоль линии пути.

Но как бы правильно ни проводились такие расчеты и построения, они не гарантируют того, что фактический поворот судна будет в точности соответствовать планируемому.

Основная причина возможных расхождений – в погрешностях учитываемых β и α .

Поэтому начальную точку поворота надо намечать, если есть возможность, на траверзе надежно опознанного ориентира и предусмотреть все способы контроля за движением судна при повороте и выходе на линию пути после поворота.

При плавании в стесненных водах запас глубин обычно мал. Поэтому с особой тщательностью необходимо рассчитывать осадку судна и уровень моря на подходах к таким водам. Требуется также учитывать проседание судна на мелководье, увеличение осадки из-за крена, перехода в опресненную воду, на волнении.

Увеличение осадки судна кормой $\Delta T_{K(m)}$, на мелководье при глубине $H \leq 1,4 \cdot T_K$ можно вычислить по формуле:

$$\Delta T_K = K \cdot (0,1 \cdot V)^2 \quad (32.7)$$

где V – скорость хода;

K – коэффициент из таблицы 32.2.

Коэффициент осадки на мелководье

Таблица 32.2

L/B	6	7	8	9
K	0,80	0,62	0,55	0,48

Увеличение осадки судна ΔT из-за крена судна на $\angle \theta$ можно определить по формуле:

$$\Delta T = \frac{B}{2} \cdot \sin \theta - T_{CP} \cdot (1 - \cos \theta) \quad (32.8)$$

где T_{CP} – средняя осадка.

Изменение осадки судна при входе в воду другой плотности ΔT_{II} – по формуле:

$$\Delta T_{II} = \frac{D}{S_{ВЛ}} \cdot \left(\frac{\rho - \rho_1}{\rho_1} \right) \quad (32.9)$$

где D – водоизмещение судна (m);

$S_{ВЛ}$ – площадь действующей ватерлинии (m^2);

ρ – плотность морской воды, для которой рассчитана осадка;

ρ_1 – плотность воды, в которую перешло судно.

Проседание судна на волнении (м)

Таблица 32.3

Длина судна	Высота волн 3%-й обеспеченности (м)			
	1	2	3	4
75	0,2	0,7	1,2	2,0
100	0,2	0,6	1,1	1,7
150	0,1	0,4	0,8	1,3
200	0,1	0,3	0,7	1,1
250	–	0,3	0,6	1,0
300	–	0,2	0,5	0,8

32.2.4. Подготовка к плаванию в стесненных водах

При подготовке к плаванию в стесненных водах особого внимания требует заблаговременная организация и отработка действий вахты на мостике и всех судовых служб.

Подготовка к плаванию в стесненных водах должна быть заблаговременной и плановой.

Проверочный лист подготовки судна к плаванию в стесненных условиях

№ п/п	Мероприятия	T_C
1	→ Начат перевод машины в маневренный режим	
2	→ Переход на ручное управление рулем	
3	→ Сличение часов в штурманской, рулевой рубках и машинном отделении	
4	→ Проверка работы машинного телеграфа	
5	→ Включение РЛС, эхолота, проверка их исправности	

6	→ Капитаном принято управление судном на «себя»	
7	→ Машина в маневренном режиме, опробование реверсирования	
8	→ Проверка звуковых сигналов, ходовых и сигнальных огней	
9	→ Подготовка дневного сигнального фонаря	
10	→ Выставлена дополнительная вахта на баке, мостике, румпельном и машинном отделениях	
11	→ Проверка связи с баком, румпельным и машинным отделениями	
12	→ Предупреждение машинного отделения о готовности к реверсам	
13	→ Оба якоря изготовлены к отдаче. Боцман на баке	
14	→ Задрайка иллюминаторов и водонепроницаемых дверей	
15	→ Сличение показаний репитеров с центральным прибором	
16	→ Установление связи с лоцманской станцией. Уточнение схемы подхода	
17	→ Подготовка штормтрапа для приема лоцмана	
18	→ Опробование управления рулями из румпельного отделения	
19	→ Включение дублирующего рулевого насоса	
20	→ Вход в стесненные воды, отметка на ленте курсографа	
21	→ Присоединение к фалам карантинного, лоцманского и транзитного флагов	
22	→ Поднятие флага страны захода	
23	→ Присоединение к фалам сигналов судна, лишенного возможности управляться	
24	→ Поднятие (включение) сигналов судна, стесненного осадкой	
25	→ Сделана запись в судовом журнале о выполнении мероприятий по подготовке судна к плаванию в стесненных водах	
26	→ Прибытие лоцмана на борт, поднятие флага <i>H</i> , начато движение под проводкой	

В процессе подготовки судна к плаванию, вахтенный ПК отмечает в листе время (T_C) выполнения мероприятий.

32.3. Обеспечение навигационной безопасности при плавании в стесненных водах

32.3.1. Допустимое расстояние до навигационных опасностей, расположенных по одному борту

При плавании вдоль берега, опасной изобаты, границы закрытого района, границы полигона или вблизи навигационных опасностей, расположенных по одному борту судна, минимальное расстояние от линии пути до указанных ненаблюдаемых опасностей (D_{min}) определяется по табл. 4.22 «МТ-2000» (с. 412), рассчитанной по формуле:

$$D \geq \frac{M}{2} \Phi^{-1}(2P_{зад} - 1) \quad (32.10)$$

где D – минимальное расстояние от линии пути до навигационных опасностей, в пределах которого распределяются случайные погрешности места судна с заданной вероятностью;

M – радиальная СКП места судна;

$\Phi^{-1}(2P_{зад}-1)$ – обратная функция Лапласа, соответствующая вероятности $P=2P_{зад}-1$;

$P_{зад}$ – заданная вероятность безопасного плавания.

Аргументами для входа в табл. 32.4. являются величины M и $P_{зад}$.

Чтобы определить минимальное расстояние от судна до ближайшей навигационной опасности значение D складывается с величиной l , учитывающей выдвиг габаритов судна за линию пути в сторону опасности (с учетом угла сноса, дрейфа или рыскания).

$$D_0 = D + l \quad (32.11)$$

Пример. Судно следует вдоль опасной изобаты. Радиальная СКП текущего места судна $M = 1,0$ кб., $l = 0,2$ кб. В каком минимальном расстоянии от опасной изобаты проложить линию пути, чтобы обеспечить безопасность плавания с вероятностью $P_{зад} = 0,98$.

Решение: 1) По $M = 1,0$ кб. и $P_{зад} = 0,98$ из табл. → 32.4 $D = 1,5$ кб.

2) Искомое расстояние $D_0 = D + l = 1,5 + 0,2 = 1,7$ кб.

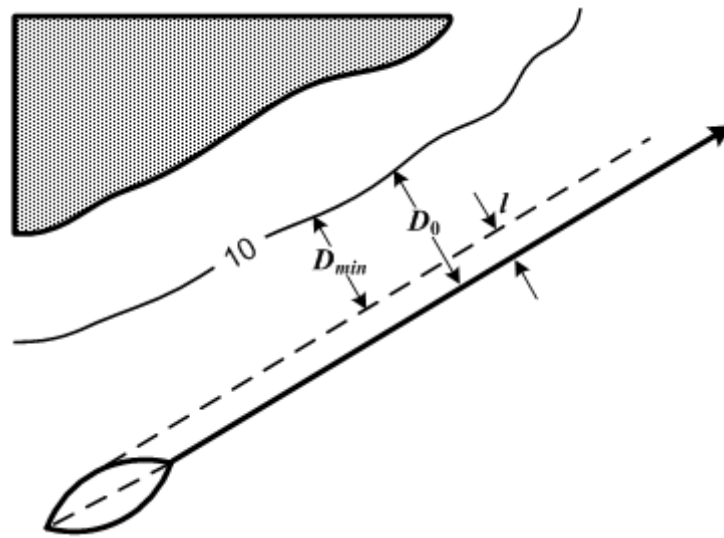


Рис. 32.3. Допустимое расстояние до навигационных опасностей

Допустимое расстояние до навигационных опасностей, расположенных по одному борту (из табл. 4.22 «МТ-2000»)

Таблица 32.4

M (мили или кб.)	Заданная вероятность ($P_{зад}$)								
	0,90	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,995	0,999
	D (мили или кб.)								
0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,9
0,6	0,5	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3
0,8	0,7	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,8
1,0	0,9	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,2
1,2	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	2,0	2,2	2,6
1,4	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,3	2,6	3,1
1,6	1,5	1,8	1,9	2,0	2,1	2,3	2,6	2,9	3,5
1,8	1,6	2,0	2,1	2,2	2,4	2,6	3,0	3,3	3,9
2,0	1,8	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9	3,3	3,6	4,4
2,2	2,0	2,4	2,6	2,7	2,9	3,2	3,6	4,0	4,8
2,4	2,2	2,6	2,8	3,0	3,2	3,5	4,0	4,4	5,2
2,6	2,4	2,9	3,0	3,2	3,5	3,8	4,3	4,7	5,7
2,8	2,5	3,1	3,3	3,5	3,7	4,1	4,6	5,1	6,1
3,0	2,7	3,3	3,5	3,7	4,0	4,4	4,9	5,5	6,6

32.3.2. Допустимое относительное отклонение от оси полосы одностороннего движения

Допустимые относительные отклонения от оси полосы одностороннего движения (Δ') приведены в табл. 4.23. «МТ-2000» (с. 412).

В таблице 32.5 приведены относительные боковые отклонения $\Delta' = \Delta / Ш$ оцениваемых мест судна от оси прямолинейной полосы одностороннего движения шириной $Ш_0$, при которых судно с заданной вероятностью $P_{зад}$ останется в пределах отведенной ему полосы.

С учетом габаритов и угла сноса судна полоса сужается до величины $Ш = Ш - 2l$, где l – максимальное отстояние габаритных точек судна от оси ПД, обусловленное размерами судна и суммарным углом сноса и рыскания (рис. 32.4).

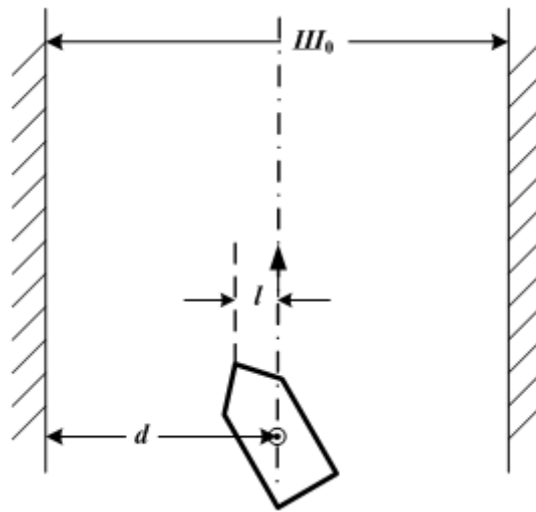


Рис. 32.4. Допустимое отклонение от оси полосы

Таблица рассчитана по приближенной формуле (при условии, что $Ш > 6m'_{\perp}$)

$$\Delta' = 0,5 - \Phi^{-1}(2P_{зад} - 1) \cdot m'_{\perp} \quad (32.12)$$

где $\Phi^{-1}(2P_{зад} - 1)$ – обратная функция Лапласа, соответствующая $P = 2P_{зад} - 1$;

$P_{зад}$ – заданная вероятность безопасного плавания;

m'_{\perp} – относительная СКП места судна по перпендикуляру к оси ПД

$$m'_{\perp} = \frac{m_{\perp}}{Ш} \quad (32.13)$$

Для определения допустимого отклонения выбранную из таблицы величину Δ' умножают на ширину полосы: $\Delta = \Delta' \cdot Ш$ (величина Δ выражена в тех же единицах длины, что и ширина $Ш$).

Пример. Плавание по фарватеру одностороннего движения шириной $Ш_0 = 10$ кб. СКП места судна по перпендикуляру к оси оценено величиной $m_{\perp} = 1,2$ кб. $l = 1,0$ кб. Определить допустимые отклонения судна от оси фарватера, при которых с вероятностью $P_{зад} = 0,995$ судно останется в пределах ширины фарватера.

Решение: 1) Вычисляем $Ш = Ш_0 - 2l = 10,0 - 2,0 = 8,0$ кб.

2) Вычисляем относительную СКП места $m'_{\perp} = 1,2/8,0 = 0,15$.

3) Из таблицы 32.5. по $m'_{\perp} = 0,15$ и $P_{зад} = 0,995$ выбираем величину $\Delta' = 0,11$.

4) Искомое допустимое отклонение $\Delta = 0,11 \cdot 8,0 = \pm 0,88$ кб.

Допустимое относительное отклонение от оси полосы одностороннего движения
(при условии $Ш \geq 6m_{\perp}$) (из табл. 4.23 «МТ-2000»)

Таблица 32.5

$m'_{\perp} = \frac{m_{\perp}}{Ш}$	Заданная вероятность ($P_{зад}$)								
	0,90	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,995	0,999
0,01	0,49	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,47	0,47
0,02	0,47	0,47	0,47	0,47	0,46	0,46	0,45	0,45	0,44
0,03	0,46	0,45	0,45	0,45	0,44	0,44	0,43	0,42	0,41
0,04	0,45	0,44	0,43	0,43	0,42	0,42	0,41	0,40	0,38
0,05	0,44	0,42	0,42	0,41	0,41	0,40	0,38	0,37	0,35
0,06	0,42	0,41	0,40	0,40	0,39	0,38	0,36	0,35	0,31
0,07	0,41	0,39	0,38	0,38	0,37	0,36	0,34	0,32	0,28
0,08	0,40	0,38	0,37	0,36	0,35	0,34	0,31	0,29	0,25
0,09	0,38	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,29	0,27	0,22
0,10	0,37	0,34	0,34	0,32	0,31	0,30	0,27	0,24	0,19
0,11	0,36	0,33	0,32	0,31	0,29	0,27	0,24	0,22	0,16
0,12	0,35	0,31	0,30	0,29	0,27	0,25	0,22	0,19	0,13
0,13	0,33	0,30	0,29	0,27	0,26	0,23	0,20	0,17	0,10
0,14	0,32	0,28	0,27	0,26	0,24	0,21	0,17	0,14	0,07
0,15	0,31	0,27	0,25	0,24	0,22	0,19	0,15	0,11	0,04

32.3.3. Допустимые радиальные СКП места при плавании среди навигационных опасностей

При плавании среди ненаблюдаемых навигационных опасностей, расположенных по различным направлениям от судна, допустимая радиальная СКП места судна определяется по формуле:

$$M_{\text{д}} \leq D / \sqrt{-\ln(1 - P_{\text{зад}})} \quad (32.14)$$

где D – минимальное расстояние до ближайшей навигационной опасности с учетом выдвиг (l) габаритов судна за линию пути (рис. 32.5), определяемое по формуле:

$$D = D_0 - l; \quad (32.15)$$

D_0 – минимальное расстояние от линии пути до ближайшей навигационной опасности;
 $P_{\text{зад}}$ – заданная вероятность навигационной безопасности плавания.

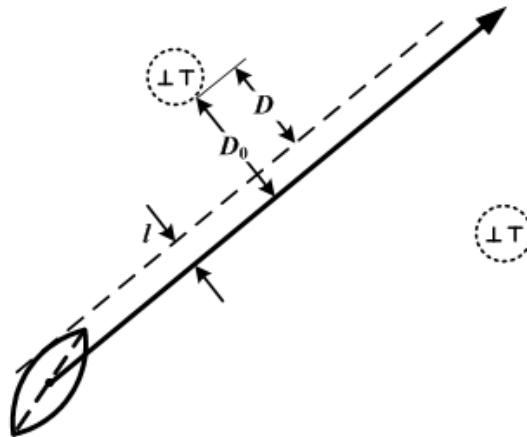


Рис. 32.5.

Аргументами для входа в таблицу 32.6 являются величины D и $P_{\text{зад}}$. Размерность $M_{\text{д}}$ соответствует размерности величины D (мили или кб.)

Пример: Линия пути судна проложена среди навигационных опасностей. Минимальное расстояние от линии пути до ближайшей навигационной опасности $D_0 = 5,2$ кб. Расстояние между наиболее выступающей габаритной точкой судна и линией пути $l = 0,2$ кб. Определить допустимую радиальную СКП места судна, обеспечивающую навигационную безопасность плавания с вероятностью $P_{\text{зад}} = 0,99$.

Решение: По $D = D_0 - l = 5,2 - 0,2 = 5,0$ кб. и $P_{\text{зад}} = 0,99$ из таблицы 32.6. выбираем $M_{\text{д}} = 2,3$ кб.

Допустимые радиальные СКП места при плавании среди навигационных опасностей
 (из табл. 4.24 «МТ-2000»)

Таблица 32.6

D	Заданная вероятность ($P_{\text{зад}}$)									
	0,90	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,995	0,999	
	<i>M_{доп}</i>									
0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	
0,8	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	
1,0	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	
1,2	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	
1,4	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,5	
1,6	1,1	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	
1,8	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	
2,0	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	
2,2	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,8	
2,4	1,6	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	
2,6	1,7	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	
2,8	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	
3,0	2,0	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	
4,0	2,6	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,7	1,5	
5,0	3,3	3,0	2,9	2,8	2,7	2,5	2,3	2,2	1,9	
6,0	4,0	3,6	3,5	3,3	3,2	3,0	2,8	2,6	2,3	
7,0	4,6	4,2	4,0	3,9	3,7	3,5	3,3	3,0	2,7	
8,0	5,3	4,8	4,6	4,5	4,3	4,0	3,7	3,5	3,0	
9,0	5,9	5,4	5,2	5,0	4,8	4,6	4,2	3,9	3,4	
10,0	6,6	6,0	5,8	5,6	5,3	5,1	4,7	4,3	3,8	

32.3.4. Допустимые радиальные СКП места при плавании вблизи навигационных опасностей, расположенных по одному борту

Допустимая радиальная СКП места судна при плавании вблизи навигационных опасностей, расположенных по одному борту рассчитывается по приближенной формуле:

$$M_{\text{д}} \leq D \cdot \sqrt{2} / \Phi^{-1}(2P_{\text{зад}} - 1) \quad (32.16)$$

где D – минимальное расстояние до ближайшей навигационной опасности с учетом выдвиг (l) габаритов судна за линию пути (рис. 32.5), определяемое по формуле:

$$D = D_0 - l; \quad (32.15)$$

D_0 – минимальное расстояние от линии пути до ближайшей навигационной опасности;

$P_{\text{зад}}$ – заданная вероятность навигационной безопасности плавания;

$\Phi^{-1}(2P_{\text{зад}} - 1)$ – обратная функция Лапласа, соответствующая вероятности $P = 2P_{\text{зад}} - 1$

Аргументами для входа в таблицу 32.7 являются величины $D = D_0 - l$ и $P_{\text{зад}}$. Размерность $M_{\text{д}}$ соответствует размерности величины D (мили или кб.)

Пример: Линия пути судна проложена вдоль ненаблюдаемых навигационных опасностей, расположенных по одному борту. Минимальное расстояние до ближайшей навигационной опасности $D_0 = 2,7$ мили. Расстояние между наиболее выступающей габаритной точкой судна и линией пути $l = 0,1$ мили. Определить допустимую радиальную СКП места судна, обеспечивающую безопасность плавания с вероятностью $P_{\text{зад}} = 0,95$.

Решение: По $D = D_0 - l = 2,7 - 0,1 = 2,6$ мили и $P_{\text{зад}} = 0,95$ из таблицы 32.7. выбираем $M_{\text{д}} = 2,2$ мили.

Допустимые радиальные СКП места при плавании вблизи навигационных опасностей, расположенных по одному борту
(из табл. 4.25 «МТ-2000»)

Таблица 32.7

D	Заданная вероятность ($P_{\text{зад}}$)									
	0,90	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,995	0,999	
	$M_{\text{доп}}$									
0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	
0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	
0,6	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	
0,8	0,9	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	
1,0	1,1	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	
1,2	1,3	1,1	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,5	
1,4	1,5	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8	0,6	
1,6	1,8	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,7	
1,8	2,0	1,6	1,5	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	0,8	
2,0	2,2	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2	1,1	0,9	
2,2	2,4	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5	1,3	1,2	1,0	
2,4	2,7	2,2	2,1	1,9	1,8	1,7	1,5	1,3	1,1	
2,6	2,9	2,4	2,2	2,1	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	
2,8	3,1	2,5	2,4	2,3	2,1	1,9	1,7	1,5	1,3	
3,0	3,3	2,7	2,6	2,4	2,3	2,1	1,8	1,6	1,4	
4,0	4,4	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8	2,4	2,2	1,8	
5,0	5,5	4,6	4,3	4,0	3,8	3,4	3,0	2,7	2,3	
6,0	6,6	5,5	5,2	4,8	4,5	4,1	3,6	3,3	2,7	
7,0	7,7	6,4	6,0	5,7	5,3	4,8	4,3	3,8	3,2	
8,0	8,8	7,3	6,9	6,5	6,0	5,5	4,9	4,4	3,7	
9,0	9,9	8,2	7,7	7,3	6,8	6,2	5,5	4,9	4,1	
10,0	11,0	9,1	8,6	8,1	7,5	6,9	6,1	5,5	4,6	

32.3.5. Допустимые СКП места по перпендикуляру к оси полосы одностороннего движения

При плавании по оси прямолинейной полосы одностороннего движения (по фарватеру, неогражденному каналу (рис. 32.4) шириной $Ш_0$) допустимая линейная СКП места судна по перпендикуляру к оси полосы рассчитывается по приближенной формуле:

$$m_D \leq 0,5Ш / \Phi^{-1}(P_{зад}) \quad (32.17)$$

где $Ш, Ш_0, l$ – см. п. 32.3.2.

$\Phi^{-1}(P_{зад})$ – обратная функция Лапласа, соответствующая заданной вероятности ($P_{зад}$) навигационной безопасности плавания.

Аргументами для входа в таблицу 32.8 являются величины $Ш=Ш_0-2l$ и $P_{зад}$. Величины m_D и $Ш$ выражаются в одинаковых единицах длины (мили или кб.)

Пример: Судно следует по оси неогражденного морского канала. Определить допустимую линейную СКП места судна по перпендикуляру к оси неогражденного канала шириной $Ш_0 = 5,2$ кб., обеспечивающую вероятность удержания судна в пределах канала с вероятностью $P_{зад} = 0,95$ (95%), если расстояние между наиболее выступающей габаритной точкой судна и линией пути $l = 1,0$ кб.

Решение: По $Ш=Ш_0-2l=5,2-2,0=3,2$ кб. и заданной вероятности $P_{зад} = 0,95$ (95%) из таблицы 32.8 выбираем $m_D = 0,8$ кб.

Допустимые СКП места по перпендикуляру к оси полосы одностороннего движения
(из табл. 4.26 «МТ-2000»)

Таблица 32.8

D	Заданная вероятность ($P_{зад}$)								
	0,90	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	0,995	0,999
	m_D								
0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,6	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
1,0	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
1,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
1,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2
1,8	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
2,0	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3
2,2	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3
2,4	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4
2,6	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4
2,8	0,9	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4
3,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5
4,0	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6
5,0	1,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8
6,0	1,8	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	0,9
7,0	2,1	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2	1,1
8,0	2,4	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	1,2
9,0	2,7	2,4	2,3	2,2	2,1	1,9	1,7	1,6	1,4
10,0	3,0	2,7	2,6	2,4	2,3	2,1	1,9	1,8	1,5

32.4. Обязанности судоводителя при плавании в стесненных условиях

Мореплавание всегда сопряжено с риском, который в той или иной степени сопровождает судно. Наименьший риск, который можно принять за исходный для относительной оценки, будет у судна, находящегося в открытом море вдали от навигационных опасностей, имеющего требуемую Регистром мореходность, укомплектованного полностью вахтой, совершающего плавание в условиях, когда в пределах видимости нет других судов или иных объектов.

Всякое изменение обстановки по отношению к исходной позиции **повышает степень риска** и требует от судоводителя активных действий, направленных на обеспечение безопасности мореплавания.

Чем сложнее создается ситуация, тем больше требуется действий, которые бы компенсировали возникающую угрозу.

В сложной, порой критической **обстановке**, успех ликвидации причин и последствий угрожаемой ситуации в большей мере **зависит от первоначальных действий** лиц, имеющих полномочия принимать решения (капитан, вахтенный помощник капитана – ВПК, вахтенный механик – ВМ). Зачастую бремя принятия такого решения ложится не на капитана судна, а на его вахтенного помощника.

Хорошо, если в этот момент на вахте окажется СПК или 2-й ПК, но им может быть и малоопытный 3-й или 4-й ПК. И порой, из-за неправильных первоначальных действий, еще до прибытия на мостик капитана, выход из экстремальной ситуации уже обречен на неудачу.

Каждый ВПК должен хорошо знать, что ему необходимо предпринять, начиная от объявления тревоги и кончая полным и грамотным выходом из экстремальной ситуации, включая четкий доклад капитану при его прибытии на мостик.

Экстремальные ситуации, особенно при плавании в стесненных условиях, чреватые неожиданным, непредсказуемым ходом развития событий, и любой **стереотип** действий здесь **неприемлем и все-таки**.

32.4.1. Обязанности ВПК при плавании судна в стесненных водах

При плавании судна в стесненных водах ВПК обязан:

- **1)** → проверить на путевой навигационной карте отметку о ее корректуре по последним ИМ и НАВИП;
- **2)** → убедиться в том, что путь судна проложен в достаточном удалении от опасности и соответствует заданному курсу;
- **3)** → при плавании учитывать следующие факторы:
 - *a)* → рекомендованное направление движения;
 - *б)* → достаточность глубин в полосе движения судна;
 - *в)* → приливо-отливные и постоянные течения;
 - *г)* → прогноз погоды на период плавания;
 - *д)* → скопление рыболовных и других судов;
 - *e)* → дальность видимости и поправки навигационных приборов.
- **4)** → регулярно определять место судна, особенно вблизи навигационных опасностей и в СРДС;
- **5)** → ставить под сомнение местоположение буев и проверять его (их место) по береговым ориентирам;
- **6)** → при каждой возможности определять (уточнять) поправку гирокомпаса (ДГК), постоянно сличать его (гирокомпаса) показания с показаниями магнитного компаса (МК);
- **7)** → учитывать возможность встречи с малыми судами, идущими ночью на авторулевых с уменьшенным составом вахты, у которых могут быть слабые, или вообще отсутствовать, навигационные огни;
- **8)** → приготовить все навигационные пособия, лоции, справочные и вспомогательные карты по данному району;
- **9)** → учитывать посадку судна и его проседание при плавании на мелководье;
- **10)** → знать ширину режимных вод государств, вблизи берегов которых проходит путь судна, и учитывать ограничения, налагаемые на суда в режимных водах этими государствами;
- **11)** → при плавании в СРДС выполнять требования Правила 10 «МППСС-72».

32.4.2. Особенности плавания судна по СРД

Правило 10 «МППСС-72». Плавание по системам разделения движения

(a) ♦ Это Правило применяется при плавании по системам разделения движения (СРД).

(b) ♦ Судно, использующее СРД, должно:

- (i) → следовать в соответствующей полосе движения в принятом на ней общем направлении потока движения;
- (ii) → держаться, насколько это практически возможно, в стороне от линии разделения движения или от зоны разделения движения;
- (iii) → в общем случае входить в полосу движения или покидать ее на конечных участках, но, если судно покидает полосу движения или входит в нее с любой стороны, оно должно делать это под возможно меньшим углом к общему направлению потока движения.

(c) ♦ Судно должно, насколько это практически возможно, избегать пересечения полос движения, но если оно вынуждено пересекать полосу движения, то должно делать это, насколько возможно, под прямым углом к общему направлению потока движения.

(d) ♦ Суда, которые могут безопасно использовать для транзитного прохода соответствующую полосу движения в системе разделения, не должны, в общем случае, использовать зоны прибрежного плавания. Однако суда длиной менее 20 м и парусные суда могут использовать зоны прибрежного плавания во всех случаях.

(e) ♦ Судно, если оно не пересекает СРД, не входит в полосу движения или не выходит из нее, не должно, в общем случае, входить в зону РД или пересекать линию РД, кроме:

- (i) → случаев крайней необходимости для избежания непосредственной опасности;
- (ii) → случаев, когда это связано с ловом рыбы в пределах зоны РД.

(f) ♦ Судно, плавающее вблизи конечных участков СРД, должно соблюдать особую осторожность.

(g) ♦ Судно должно, насколько это практически возможно, избегать постановки на якорь в пределах СРД или вблизи от ее конечных участков.

(h) ♦ Судно, не использующее СРД, должно держаться от нее на достаточно большом расстоянии.

(i) ♦ Судно, занятое ловом рыбы, не должно затруднять движение любого другого судна, идущего в полосе движения.

(j) ♦ Судно длиной менее 20 м или парусное судно не должно затруднять безопасное движение судна с механическим двигателем, идущего в полосе движения.

(k) ♦ Судно, ограниченное в возможности маневрировать, когда оно занято деятельностью по поддержанию безопасности мореплавания в системе разделения движения, освобождается от выполнения требований этого Правила в такой степени, в какой это необходимо для выполнения этой деятельности.

(l) ♦ Судно, ограниченное в возможности маневрировать, когда оно занято работами по прокладке, обслуживанию или поднятию подводного кабеля в пределах СРД, освобождается от выполнения требований этого Правила настолько, насколько это необходимо для выполнения этих работ.

32.4.3. Действия ВПК при выходе судна из полосы движения СРД

При получении предупреждения поста управления движением судов (УДС) о выходе судна из полосы одностороннего движения:

- 1) → по УКВ связи запросить ПУДС дать рекомендации (*K*, *V* для входа в полосу);
- 2) → усилить визуальное наблюдение. Использовать судовую РЛС и эхолот для контроля за безопасностью движения;
- 3) → приступить к выполнению рекомендаций ПУДС. Доложить капитану;
- 4) → надежно определить место судна несколькими навигационными способами по разным ориентирам;

- 5) → использовать плавучее навигационное ограждение (буи, вежи) для ориентировки только после определения места судна по береговым ориентирам;
- 6) → продолжать в полной мере выполнять требования «МППСС-72» на всей акватории СРДС. В районах действия местных правил учитывать установленные ими ограничения;
- 7) → после входа в свою полосу движения продолжать контролировать надежными способами место судна;
- 8) → выяснить и устранить причины, приведшие к выходу из полосы одностороннего движения;
- 9) → доложить на ПУДС о нахождении в своей полосе и запросить у него подтверждения.

Выводы

1. Стесненные воды – это воды, в которых плавание судна стеснено навигационными условиями и (или) интенсивным судоходством. Это сложнейший по своим условиям район плавания, где в полной мере проверяются опыт и искусство судоводителя.
2. При плавании в стесненных водах курс судна должен проходить по безопасным глубинам на безопасном расстоянии от навигационных опасностей и судов, а скорость судна должна быть безопасной.
3. При высокой динамике развития ситуации снижение скорости увеличивает резерв времени на оценку ситуации, уменьшает нагрузку на наблюдателей и судоводителей.
4. Главной предпосылкой безаварийного плавания судна является его тщательная и заблаговременная подготовка к плаванию в стесненных водах.
5. Поворот судна – один из наиболее ответственных моментов при плавании в стесненных водах.
6. Подготовка к плаванию в стесненных водах должна быть заблаговременной и плановой.
7. Экстремальные ситуации, особенно при плавании в стесненных условиях, чреватые неожиданным, непредсказуемым ходом развития событий, и любой стереотип действий здесь неприемлем.

ГЛАВА 33. НАВИГАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПЛАВАНИЯ СУДНА В ОТКРЫТОМ МОРЕ

33.1. Навигационное обеспечение плавания

33.1.1. Плавание по наивыгоднейшим путям

Плавание судна по ортодромии является наиболее коротким по расстоянию, но далеко не всегда самым коротким по времени и самым безопасным для судна.

На скорость хода судна и время, необходимое на переход влияют:

- 1) – длина выбранного пути между пунктами отхода и прихода;
- 2) – навигационные условия на переходе:
 - сила и направление ветра;
 - скорость и направление течения;
 - высота волн и направление их фронта;
 - ледовая обстановка по маршруту;
 - глубины моря;
 - длительность воздействия всех этих факторов на судно;
- 3) – способы судовождения и управления судном.

Рассмотрим качественную сторону влияния на судно названных факторов. Кратчайшим расстоянием между пунктами отхода и прихода является меньшая из дуг ортодромии, проходящей через эти пункты. Всякий иной путь будет длиннее ортодромии и при всех других равных условиях потребует большего времени на переход судна.

Ветер силой больше четырех баллов независимо от направления вызывает (как правило) уменьшение скорости хода судна и увеличивает время его перехода. Кроме непосредственного влияния на корпус судна и его надводные надстройки, ветер вызывает уменьшение скорости хода судна создаваемым им волнением и дрейфовым течением. Особенно значительно скорость хода уменьшается от влияния волнения. Кроме того, сильное и длительное волнение моря наносит множество мелких, а нередко и значительных повреждений корпусу и оборудованию судна.

Постоянные течения также могут способствовать сокращению времени перехода судна или увеличению его в зависимости от их направления.

Ледовые условия и мелководные районы на переходе могут в определенной степени затруднить плавание, увеличить время перехода, и, в отдельных случаях, нанести повреждение корпусу и оборудованию судна.

Способы судовождения и управления судном непосредственно влияют и на протяженность пути и на время перехода. Современные технические средства и способы навигации значительно уменьшают это влияние.

Таким образом, один только выбор пути по ортодромии, обеспечивая кратчайший путь, еще не обеспечивает кратчайшее время перехода. Влияние совокупных факторов – течений, волнения, ветра, льдов – или некоторых из них, может оказаться столь неблагоприятным, что может исключить выигрыш, доставляемый плаванием по ортодромии, и даже увеличить время перехода до величины большей, чем это требовалось на переход по локсодромии.

Таким образом, ортодромия часто не является наивыгоднейшим путем. Наивыгоднейшим может оказаться путь длиной больше и ортодромии и локсодромии. Задача отыскания и использования наивыгоднейших путей является очень актуальной и перспективной.

Принцип отыскания наивыгоднейших путей состоит в следующем. За основу для расчетов принимают ортодромию. Поскольку основными факторами, влияющими на скорость и время перехода судна, являются течения, волнения и ветер, фактический путь судна прокладывается в достаточно широкой полосе (в середине которой проходит ортодромия) с учетом перечисленных факторов как на день плавания, так и прогнозируемых на ближайшие 1 – 2 суток.

Наивыгоднейший путь с большей вероятностью можно найти тогда, когда в распоряжении судоводителя имеются достоверная карта текущей синоптической обстановки по маршруту, карта волнения с главными элементами – высотой и фронтом волны, а также достоверный прогноз этих же элементов на 2 – 3 суток вперед.

Наличие на судне ЭВМ позволит за короткое время просчитать десятки возможных вариантов путей и выбрать наиболее выгодный из них.

Таким образом, плавание по наиболее выгодным путям, прежде всего, предъявляет требования к широкому охвату значительных акваторий Мирового океана гидрометеорологическими наблюдениями, составлению синоптических, гидрометеорологических карт и прогнозов и сообщений их на суда, как готовящиеся к выходу, так и находящиеся уже в море.

33.1.2. Оптимальная скорость судна

Выбранный наиболее выгодный (оптимальный) путь судна наносится на путевые МНК, координаты маршрутных точек вводятся в АПИ РНС. Производится расчет курсов для рулевого (если необходимо – с учетом ожидаемых параметров ветра и течения) и ожидаемого времени перехода.

Так как

$$t = S / V_{\Pi} \quad (33.1)$$

где V_{Π} – вероятное значение средней путевой скорости на переходе, то по формуле СКП функции относительная СКП расчета ожидаемого времени прибытия (ETA) составит:

$$\frac{m_t}{t} = \pm \sqrt{\left(\frac{m_S}{S}\right)^2 + \left(\frac{m_V}{V_{\Pi}}\right)^2} \approx \pm \frac{m_V}{V_{\Pi}}, \quad (33.2)$$

то есть при достаточно точно известном расстоянии S относительная погрешность расчета ETA равна относительной погрешности в оценке скорости на переходе. Так, если $V_{\Pi} = 16$ уз. и $m_V = \pm 1$ уз., то $m_t = \pm 4,5$ ч при расчетном времени перехода $t = 3$ сут. или $m_t = \pm 15$ ч при $t = 10$ сут.

Поэтому по мере подхода к заданному пункту ранее переданную информацию ETA необходимо уточнять.

Оптимальная скорость судна выбирается с учетом требований предупреждения столкновений, гидрометеорологических факторов, экономических соображений.

Из экономических соображений судну может быть задана экономическая скорость, при которой расход топлива на пройденную милю будет наименьшим.

Экономическим ходом часто пользуются в тех случаях, когда в порту назначения предстоит длительное ожидание причала.

С точки зрения гидродинамики, судоводитель, выбрав безопасную скорость, обеспечивает отсутствие штормовых повреждений от днищевого и бортового слеминга, гидродинамических ударов волн по палубному грузу и палубным конструкциям; исключает или сводит к минимуму заливаемость главной палубы; избегает попадания судна в зону резонансной бортовой качки, снижения остойчивости и потери управляемости на попутной волне и др.

В большинстве случаев при ветре до 5 ÷ 6 баллов и волнении до 4 баллов на судах водоизмещением более 12 ÷ 15 тыс. т скорость преднамеренно не снижают.

Выбор безопасного сочетания курса и скорости судна рекомендуется производить с использованием универсальной диаграммы качки Ю.В. Ремеза.

С точки зрения предупреждения столкновений с судами, плавающими предметами, другими находящимися в море объектами, выбор безопасной скорости ($V_{БЕЗ}$) регламентируют Правила «МППСС-72».

При хорошей видимости и отсутствии поблизости других судов обычно выбирают режим полного хода.

При ограниченной видимости (< 5 миль) основой для выбора $V_{БЕЗ}$ является предположение о надежной дальности обнаружения ($D_{ОБН}$) эхо-сигналов наименьших по размеру судов, с которыми возможна встреча в данном районе.

$V_{БЕЗ}$ должна быть такой, чтобы при внезапном обнаружении цели на близких дистанциях (когда нет времени для определения ее элементов движения и полной оценки ситуации) иметь возможность остановить судно в пределах половины дальности уверенного обнаружения:

$$S_T \leq \frac{D_{ОБН}}{2} - D_{БЕЗ} - S_P, \quad (33.3)$$

где S_{PE} – расстояние, которое пройдет судно за время реакции судоводителя (осознание ситуации, принятие решения, подача команды);

$D_{БЕЗ}$ – дистанция до встречного судна после полной остановки своего судна, которую можно считать безопасной при данных условиях;

S_T – максимально допустимое значение тормозного пути, на основе которого по графикам активного торможения судна, выбирается значение безопасной скорости ($V_{БЕЗ}$).

При плавании в районах, где возможна встреча с малыми судами, и на волнении, создающем сильную засветку на экране РЛС, $V_{БЕЗ}$ должна быть меньше. С момента обнаружения цели вопрос о величине $V_{БЕЗ}$ должен решаться заново.

Непрерывное квалифицированное наблюдение организуется в соответствии с «МППСС-72». В открытом море при хорошей видимости и отсутствии других судов безопасность плавания в полной мере обеспечивается надлежаще организованным визуальным и слуховым наблюдением.

При изменении в худшую сторону любого из этих условий становится необходимым радиолокационное наблюдение.

При обнаружении цели оценка ситуации должна производиться, по возможности, на расстояниях $D \approx 12 \div 8$ миль, маневрирование – на $D = 8 \div 4$ мили, под зоной чрезмерного сближения понимаются $D < 4$ миль.

Наблюдение должно обеспечивать своевременное обнаружение не только других судов, но и любых объектов на воде, а также квалифицированный контроль визуальной видимости и изменений гидрометеорологической обстановки.

33.1.3. Контроль за местом судна

Основной метод контроля за местом судна в открытом море – корректируемое счисление. При длительном отсутствии обсерваций полоса движения судна имеет вид расширяющегося сектора. СКП счисления оценивается формулами:

$$\left. \begin{array}{l} t \leq 2 \text{ часа} \quad Mc_t = 0,7 \cdot K_C \cdot t_{сч}, \text{ мили} \\ t > 2 \text{ часов} \quad Mc_t = K_C \cdot \sqrt{t_{сч}}, \text{ мили} \end{array} \right\} \quad (33.4)$$

а СКП счислимого места судна на любой момент времени:

$$M_{сч} = \sqrt{M_0^2 + Mc_t^2}, \text{ мили} \quad (33.5)$$

Типичные для транспортных судов значения K_C даны в таблице 33.1.
Коэффициент точности счисления

Таблица 33.1.


Режимы счисления, условия плавания		K_C
Автоматическое счисление (АПИ РНС, НАК):	– в комплексе с абсолютным лагом	0,4
	– в комплексе с относительным лагом	0,6
Ручное графическое счисление:	– закрытые моря со слабыми течениями	0,9 ÷ 1,2
	– моря с сильными переменными течениями	1,5 ÷ 1,8
	– моря с сильными постоянными течениями	2,0 ÷ 2,4
	– океаны при нормальных погодных условиях	1,8 ÷ 2,4
	– океаны при штормовой погоде	3 ÷ 4

Надежность и точность счисления обеспечиваются исправной работой судовых средств счисления, достоверностью учитываемых поправок, правильным учетом влияния ветра и течения на судно, а также точностью удержания судна на курсе. Поправка гирокомпаса ($\Delta ГК$) должна проверяться **1 ÷ 2 раза в сутки** по небесным светилам, показания гирокомпаса ($ГК$) и магнитного компаса ($МК$) должны **слишаться ежечасно** и после выполнения поворотов.

Счисление пути судна контролируется равенством отрезков между счислимыми точками, проложенными через равные промежутки времени (Δt), а главным образом – обсервациями.

Если обсервации выполняются регулярно, а счисление пути ведется автоматически, то от графического счисления высокой точности не требуется, прокладка ведется на генеральных МНК.

Счислимое место судна отмечается на линии пути при смене вахт, обсервациях, изменениях курса или скорости судна, а также по указанию капитана или по усмотрению ВПК.

При наличии автосчислителя (АПИ РНС, НАК) счислимые точки переносятся на путевую МНК с указанной капитаном дискретностью и обозначаются условным знаком ().

Определения места судна нужны для контроля за движением судна по заданному маршруту с требуемой точностью.

В соответствии с требованиями ИМО, **предельная радиальная ($P = 0,95$) погрешность текущего места судна не должна превышать 4,0 мили**. Этим требованиям удовлетворяют спутниковые РНС и наземные РНС типа «Декка», «Лоран-С», «Чайка», «Марс-75».

Определения места судна по РНС должны выполняться через равные промежутки времени (t) в пределах допустимой **дискретности** (периодичности) обсерваций (см. табл. 24.2), с последующим анализом серии обсерваций по определению фактических элементов движения судна.

При наличии РНС, астрономические обсервации становятся резервным способом, при этом для ускорения и повышения надежности вычислений необходимо использовать программируемый микрокалькулятор (ПМК).

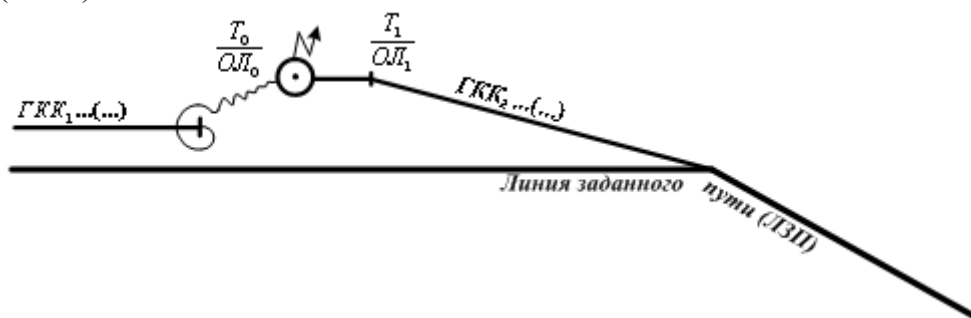


Рис. 33.1. Выход на ЛЗП

Если под действием неучтенных гидрометеорологических факторов, из-за погрешностей счисления или по какой-то иной причине судно значительно уклонилось от линии заданного пути (ЛЗП), то возвращение на прежнюю ЛЗП лишь удлинит переход. Вместо этого из текущего места судна (на T_1 рис. 33.1) рассчитывают новый ($ГКК_2$) кратчайший (или наивыгоднейший) путь на заданную конечную точку (точку поворота).

33.2. Судовождение в высоких широтах

33.2.1. Навигационные условия плавания

К району высоких широт относятся Северный Ледовитый океан и прилегающие к нему моря Арктического бассейна, расположенные севернее параллели 70° .
Навигационные условия плавания:

1. Точность работы гирокопических компасов ухудшается. В широтах более 87° гирокомпас перестает быть курсоуказателем. ненадежными курсоуказателями становятся гироазимуты, ориентированные относительно географического меридиана. Для курсоуказания и счисления пути в приполюсных районах применяются гироазимуты и инерциальные системы, ориентированные в системе квазигеографических координат, навигационные ЭВМ и автопрокладчики, решающие задачу счисления в той же системе координат. Точность работы магнитных компасов ухудшается.
2. Применение карт в проекции Меркатора затруднительно, а в широтах, превышающих 85° , невозможно. Для осуществления графической прокладки используются карты равноугольной поперечной цилиндрической проекции Меркатора, а для отдельных расчетов – карты в гномонической проекции.
3. При прокладке линий пеленгов введение (учет) ортодромических поправок необходимо даже при малых расстояниях между судном и пеленгуемым объектом.
4. Недостаточная изученность рельефа дна, течений, ледовых образований, магнитного склонения. Многолетний паковый лед может достигать толщины 20 м, а айсберги могут иметь осадку до 100 м. Ледяной покров и айсберги находятся в постоянном движении под воздействием ветров и течений.

5. Частые туманы, многоярусная облачность и снежные заряды затрудняют наблюдение ледовой и надводной обстановки, а значит, видимого горизонта, что значительно ограничивает возможности определения места судна по небесным светилам.
6. Недостаточное оборудование береговыми СНО. Наличие полярных сияний и магнитных бурь вносит помехи в работу радионавигационных систем и магнитных курсоуказателей.

33.2.2. Счисление координат судна

Счисление координат судна осуществляется в квазигеографической системе координат. В этой же системе ведется и автоматическое счисление с помощью навигационных ЭВМ и автопрокладчиков, имеющих устройство преобразования координат.

Графическое счисление, как автоматическое, так и выполняемое вручную осуществляется на МНК поперечной равноугольной цилиндрической проекции Меркатора. Сущность счисления координат судна на МНК в данной проекции при курсоуказании в квазигеографической системе координат в принципе такая же, как и на картах прямой проекции Меркатора при курсоуказании в географической системе координат.

Определение на карте в поперечной проекции Меркатора линии пути, соответствующей заданному истинному (географическому) курсу. При постоянстве географического курса судно следует по локсодромии, которая на карте поперечной меркаторской проекции – кривая линия. При разности географических долгот $\Delta\lambda=1\div 2^\circ$ без ущерба точности вместо кривой на МНК прокладывают ее хорды или отрезки квазиллоксодромии (рис. 33.2).

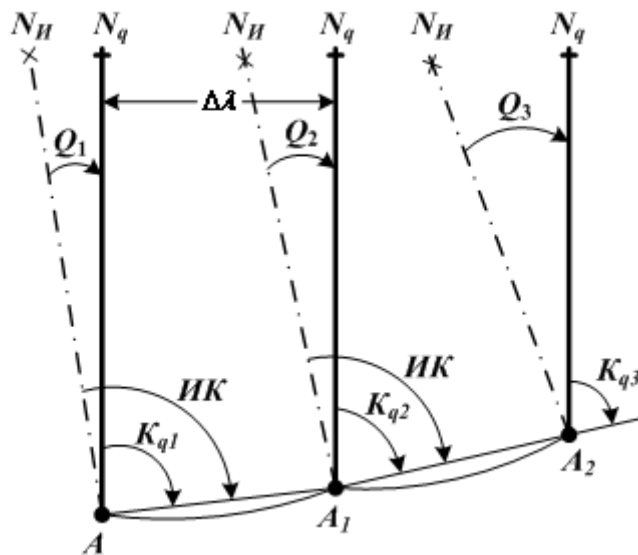


Рис. 33.2. Определение на МНК линии пути

Направление каждой хорды в квазигеографической системе координат (квазикурс – K_q) рассчитывают по формуле:

$$K_{q_i} = ИК - Q_i = ИК - \lambda_{ср_i} \quad (33.6)$$

где $ИК$ – истинный курс (град.);

Q – угол перехода в данной точке (при λE – $+Q$, при λW – $-Q$);

$\lambda_{ср}$ – географическая долгота средней точки хорды (с МНК).

Пройденное судном расстояние откладывают (снимают) по квазиллоксодромии.

Расчет географического курса для удержания судна на заданной квазиллоксодромии, проложенной на МНК. Учитывая, что квазиллоксодромия пересекает географические меридианы под различными углами $ИК_i$, для плавания по этой линии необходимо изменять истинный курс судна. При разности географических долгот $\Delta\lambda=2^\circ$ практически географический курс $ИК_i$ изменяют дискретно, т.е. рассчитывают его для участков квазиллоксодромии AA_1 , A_1A_2 и т.д. (рис. 33.3).

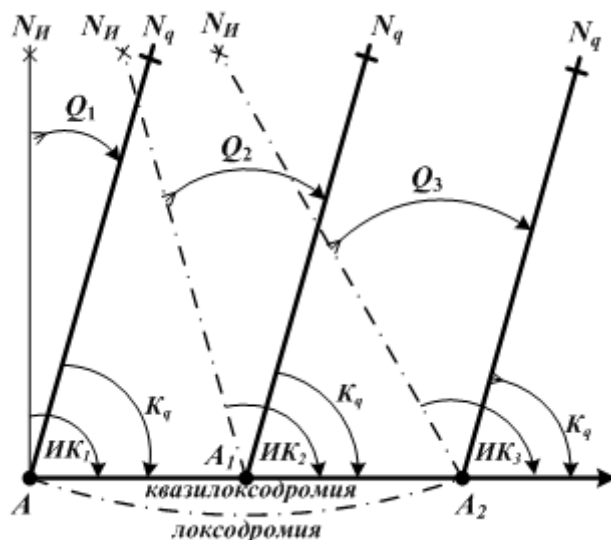


Рис. 33.3. Расчет географического курса

Истинный курс для каждого участка рассчитывают по формуле:

$$ИК_i = K_q + Q_i = K_q + \lambda_{CFi}, \quad (33.7)$$

где K_q – квазипкурс (град.).

Компасный курс каждого участка рассчитывают по формуле:

$$КК_i = ИК_i - \Delta К \quad (33.8)$$

где $\Delta К$ – поправка курсоуказателя (град.).

Компасные курсы задаются рулевому на моменты времени, соответствующие началу плавания по каждому участку квазилоксодромии.

Особенности счисления координат судна при использовании гироазимутов и инерционных навигационных систем, ориентированных в квазигеографической системе координат. Сущность счисления такая же, как и в предыдущих случаях. Показания курсоуказателей исправляют их поправками, известными на момент учета или прокладки истинных курсов или квазипкурсов на МНК.

33.2.3. Особенности определения места судна

Координаты места судна могут определяться с помощью ГНСС «DPS» (США), «ГЛОНАСС» (РФ) и, в перспективе «ГАЛИЛЕО» (ЕС); РНС дальнего действия и астронавигационных средств по небесным светилам. Изолинии и линии положения можно прокладывать как в географической, так и в квазигеографической системе координат. В широтах до 80° уравнения линий положения решаются в географической системе координат; в широтах $85^\circ - 80^\circ$ – как в географической, так и в квазигеографической системе с переходом от одной системы к другой по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \sin \varphi &= \cos \varphi_q \cdot \cos \lambda_q; & \operatorname{tg} \lambda &= -\operatorname{ctg} \varphi_q \cdot \sin \lambda_q \\ \sin \varphi_q &= -\cos \varphi \cdot \cos \lambda; & \operatorname{tg} \lambda_q &= \operatorname{ctg} \varphi \cdot \sin \lambda \end{aligned} \right\} \quad (33.9)$$

В широтах более 85° уравнения линий положения, кроме вычисления элементов ВЛП небесных светил, решаются в квазигеографической системе координат.

Графическая прокладка элементов линии положения в квазигеографической системе координат аналогична прокладке в географической системе. Отличие состоит в прокладке квазинаправления линии положения (рис. 33.4). Направление градиента (переноса) линии положения рассчитывают по формуле:

$$\tau_q = \tau - Q = \tau - \lambda \quad (33.10)$$

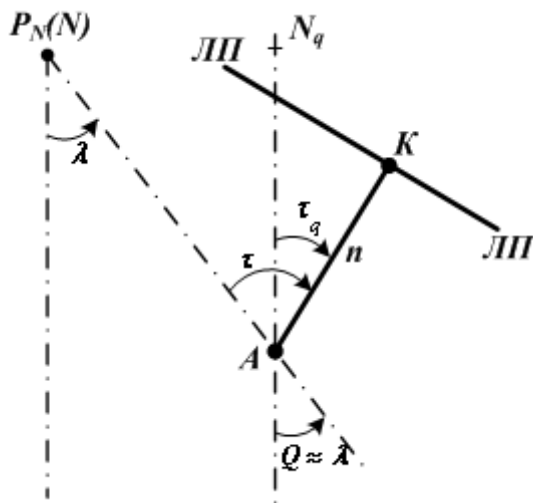


Рис. 33.4. Прокладка квазинаправления линии положения

Перенос линии положения рассчитывают по тем же формулам, что и в географической системе координат. При прокладке его на карте в поперечной проекции Меркатора необходимо учитывать отличие 1' дуги меридиана от стандартной мили.

Графическая прокладка направлений квазиллоксодромических пеленгов имеет некоторые особенности (рис. 33.5).

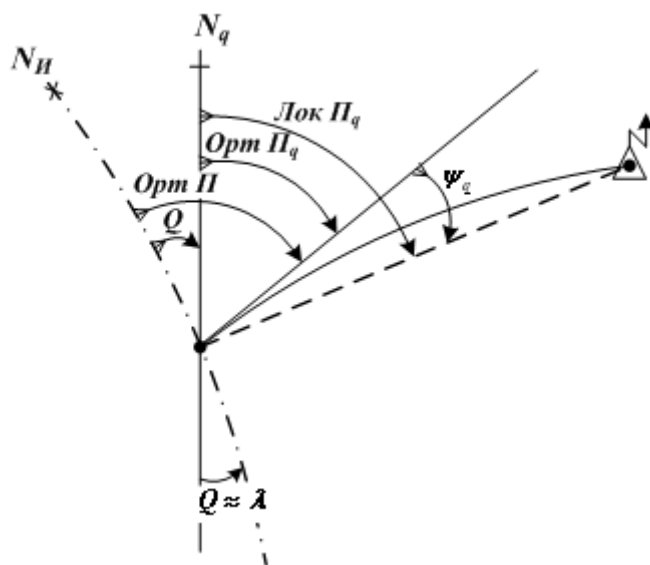


Рис. 33.5. Прокладка квазиллоксодромического пеленга

Направление квазиллоксодромического пеленга рассчитывают по формуле:

$$\text{Лок } \Pi_q = \text{Орт } \Pi_q + \psi_q \quad (33.11)$$

где $\text{Орт } \Pi_q = \text{Орт } \Pi - Q$;

ψ_q – квазиортодромическая поправка

$$\psi_q = \frac{1}{2} \Delta \lambda_q \cdot \sin \varphi_{q\varphi} \quad (33.12)$$

В квазисеверном полушарии $\psi_q (+)$, если $\text{Орт } \Pi_q < 180^\circ$, и отрицательна, если $\text{Орт } \Pi_q > 180^\circ$.

В приполюсных районах $\varphi_q \approx 0$, поэтому и ψ_q близка к нулю. Отсюда в приполюсных районах ортодромия на карте в поперечной проекции Меркатора практически совпадает с квазиллоксодромией.

Особенности астронавигационных наблюдений. Наблюдения светил ограничиваются естественной освещенностью и плохой видимостью горизонта. Высоты светил лучше измерять секстанами с искусственным горизонтом.

При $70^\circ < \varphi < 80^\circ$ прокладку ВЛП ведут на плане от счислимого места в М 1 см = 1' и прямоугольной системе координат (ось X – по географическому меридиану, ось Y – по ДБК, перпендикулярной меридиану). Прямоугольные координаты места М (x, y) неравны РШ и ОТШ, поэтому $\varphi_0 \lambda_0$ вычисляют по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \Delta \lambda_0 &= \operatorname{tg} Y \cdot \sec(\varphi_c + X); \quad \lambda_0 = \lambda_c + \Delta \lambda_0 \\ \operatorname{tg} \varphi_0 &= \operatorname{tg}(\varphi_c + X) / \sec \Delta \lambda_0 \end{aligned} \right\} \quad (33.13)$$

или в варианте расчетов по ТВА-57:

$$\left. \begin{aligned} T(\Delta \lambda_0) &= T(Y) + S(\varphi_c + X) \\ T(\varphi_0) &= T(\varphi_c + X) - S(\Delta \lambda_0) \end{aligned} \right\} \quad (33.14)$$

При переносах $n < 15'$ можно принимать $X = \Delta \varphi; Y = \Delta \omega$ и, как обычно:

$$\varphi_0 = \varphi_c + X; \quad \lambda_0 = \lambda_c + Y \cdot \sec \varphi_0 \quad (33.15)$$

При $80^\circ \varphi < 89,5^\circ$ прокладку выполняют либо на МНК в квазигеографической системе координат, либо на плане в прямоугольной системе координат с переходом к квазигеографическим координатам. Вычисляют угол перехода Q :

$$\operatorname{ctg} Q = \sin \varphi \cdot \operatorname{ctg} \lambda = -\sin \varphi_q \cdot \operatorname{ctg} \lambda_q \quad (33.16)$$

а географические азимуты светил переводят в квазиазимуты:

$$A_{c_q} = A_c - Q \quad (33.17)$$

и уже по ним (ACq) и переносам (n) строят ВЛП, находят обсервованное место и вычисляют его координаты:

$$\varphi_{q0} = \varphi_{qc} + X_q; \quad \lambda_{q0} = \lambda_{qc} + Y_q \cdot \sec \varphi_{qc} \quad (33.18)$$

При необходимости эти координаты ($q_0 \lambda_{q0}$) переводят в географические ($o \lambda_o$). При $\varphi > 89,5^\circ$ расчеты выполняют для географического полюса; высоты светил исправляют обычным порядком; вычисляют экваториальные координаты светил ($t_{ГР}, \delta$) и переносы ВЛП. Далее построения выполняют (обычно) на маневренном планшете:

- один из меридианов принимают за Гринвичский;
- проложенные относительно него $t_{ГР}$ светил дают направления на них;
- по направлениям на светила прокладывают переносы (n) с учетом их знака;
- через определяющие точки (перпендикулярно направлениям на светила) проводят ВЛП;
- снимают значение $\nu = 90^\circ - \varphi_0$ – от центра планшета до точки пересечения ВЛП;
- снимают значение $\lambda_0 = t_{ГР}^M$;
- рассчитывают $\varphi_0 = 90^\circ - \nu$.

33.3. Особенности судовождения при плавании в шторм

33.3.1. Оценка ветроволновых потерь скорости судна

Наиболее общепринятой для оценки ветроволновых потерь скорости судов водоизмещением 5÷25 тыс. т является формула ЦНИИМФ:

$$\Delta V = V_B - V_0 = -h \cdot (0,745 - 0,257 \cdot q_B) \cdot (1 - 1,35 \cdot 10^{-6} D \cdot V_0) \quad (33.19)$$

где V_0 – скорость судна на тихой воде, соответствующая фактическим оборотам движителя и фактическому весовому водоизмещению (D) судна, (уз.);

V_B – скорость судна при тех же оборотах движителя при плавании на волнении, (уз.);

h – высота волн, (м);

q_B – курсовой угол волнения, (рад.).

Возможны и другие варианты формул для оценки ветроволновых потерь. Общей закономерностью всех формул является тот факт, что с увеличением весового водоизмещения судна потери скорости на волнении уменьшаются.

Ветроволновые потери зависят от курсового угла ветра и волнения и максимальны в диапазоне $0^\circ \leq q_B < 45^\circ$. На кормовых курсовых углах ветра силой до 43 баллов может наблюдаться приращение скорости до 5÷8%, однако при дальнейшем усилении ветра и волнения скорость вновь начинает падать из-за увеличения гидродинамического сопротивления и ухудшения условий работы гребного винта.

Следует учитывать и необходимость вынужденного снижения скорости судна: так, на крупнотоннажных танкерах в грузу при встречном ветре 8÷9 баллов и волнении 5-6 баллов скорость снижается на 20÷30%, а при ветре 8÷9 баллов и волнении 6÷7 баллов – до 40%.

33.3.2. Уклонение от штормовых зон

При плавании в штормовой зоне возникает опасность заливаемости или потери палубного груза, попадания забортной воды во внутренние помещения, невозможности удержания судна на заданном курсе, снижения качества несения ходовой вахты и других последствий, влияющих на безопасность плавания, самого судна, экипажа и груза.

Поэтому, особое внимание мореплаватели должны уделять **своевременному уклонению от штормовой зоны ураганов** и тропических циклонов, движение которых неустойчиво, скорость перемещения достигает **40 уз.**, диаметр штормовой зоны – до **400÷500 миль**, а скорость ветра – до **17÷35 м/с** в тропических штормах и **> 35 м/с** – в тропических ураганах.

Информация о тропических циклонах всегда содержит **погрешности до 20÷25 миль** по координатам центра циклона, а по направлению его движения – до **30°** за 10 часов и до **90-100°** – за сутки, поэтому прогноз его положения на 10÷12 ч вперед нужно делать по 3–4-м факсимильным картам.

Расчет маневра для уклонения от встречи со штормовой зоной тропического циклона аналогичен решению задачи маневрирования на расхождение с целью на $D_{Зад}$.

Для решения задачи по расчету маневра для уклонения от встречи со штормовой зоной необходимо (рис. 33.6):

- 1) → нанести место судна K_0 и место центра циклона $Ц_0$, приведенные к одному моменту времени;
- 2) → из точки $Ц_0$ провести окружность радиусом $R_{Ц} = R_{Ш} + 25$ (мили), то есть увеличить указанный в информации радиус штормовой зоны ($R_{Ш}$) тропического циклона на величину возможной погрешности в координатах его центра (25 мили);
- 3) → из точки K_0 провести касательные к внешней границе штормовой зоны;

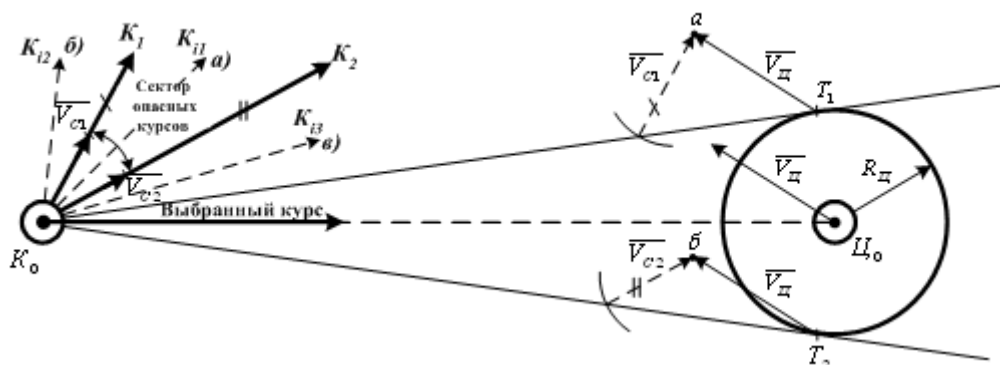


Рис. 33.6. Уклонение от штормовой зоны

- 4) → из точек касания (т. T_1 ит. T_2) построить векторы скорости циклона $\vec{V}_{ц}$ и из концов этих векторов (т. a , b) засечь обе касательные раствором циркуля, равным скорости судна $\vec{V}_{с}$.

Полученные таким образом направления векторов $\vec{V}_{с}$ определяют выбор возможных курсов расхождения K_i при точке K_0 :

- а) → **курсы в секторе $K_1 < K_i < K_2$ – опасны;**
- б) → при курсах $K_{i2} \leq K_1$ судно будет пересекать линию перемещения циклона впереди штормовой волны;
- с) → при курсах $K_{i3} \geq K_2$ судно будет пересекать линию перемещения циклона позади его штормовой зоны.

Если полное уклонение от штормовой зоны оказывается невозможным то следует уклоняться от наиболее опасного сектора тропического циклона (правый задний сектор циклона с Северном полушарии; левый задний – в Южном), где скорость ветра складывается со скоростью перемещения циклона.

При отсутствии достоверной информации сторона штормовой зоны, в которой оказалось судно, определяется по наблюдаемому изменению ветра:

→ изменение направления ветра вправо (влево) указывает, что судно находится в правой (в левой) по ходу циклона половине штормовой зоны;

→ постоянство направления и усиления ветра – судно находится на линии пересечения циклона.

Уклонение от опасных гидрометеорологических явлений целесообразно даже для крупных современных судов. Подавляющее число случаев гибели морских грузовых транспортных судов связано со штормовыми условиями плавания.

При вынужденном попадании в штормовые условия необходимо правильно выбирать курсы и скорости судна по отношению к волне с использованием универсальной диаграммы качки, а при усилении волнения – своевременно переходить к штормованию.

33.3.3. Схема расхождения с тропическим циклоном

А. В Северном полушарии (рис. 33.7.)

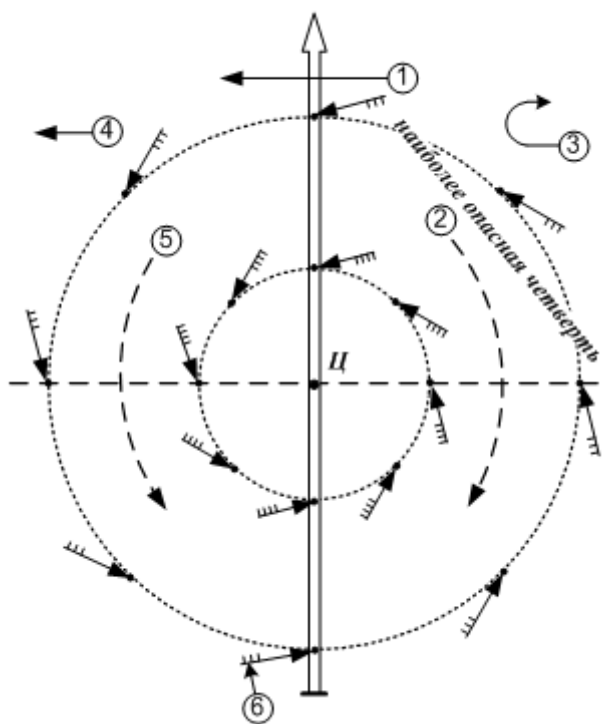


Рис. 33.7. Для Северного полушария

Случай 1. Если судно находится в наиболее опасной (правой передней) четверти тропического циклона и может пересечь путь движения циклона заблаговременно, т.е. вдали от его центра, то нужно идти так, чтобы ветер был с правого борта, и по возможности держать курс перпендикулярно пути движения циклона. Это позволяет уйти в наименее опасную (левую переднюю) четверть циклона. Если нет уверенности в том, что удастся пересечь путь движения тропического циклона на значительном удалении от его центра, то не следует пытаться выполнить этот маневр даже на судах с мощными машинами.

Случай 2. Если судно находится в наиболее опасной (правой передней) четверти тропического циклона и не может пересечь путь движения циклона заблаговременно, то нужно по возможности удалиться от центра циклона, приведя ветер на носовые курсовые углы правого борта. Если удалиться от центра циклона на значительное расстояние не удастся, то судно должно удерживаться носом против волны.

Случай 3. Если судно приближается к циклону со стороны его наиболее опасной (правой передней) четверти, нужно изменить курс на обратный и поступить так, как в случае 2.

Случай 4. Если судно находится в левой передней четверти циклона, нужно стремиться уйти от центра циклона курсом, перпендикулярным пути его движения, приведя ветер по правому борту.

Случай 5. Если судно находится в левой передней четверти циклона и не может держать курс перпендикулярно пути движения циклона, то следует привести ветер на кормовые курсовые углы правого борта и идти полным ходом.

Случай 6. Если судно догоняет тропический циклон, нужно уменьшить ход, приведя ветер по левому борту, и ожидать, пока циклон не удалится.

Б. В Южном полушарии (рис. 33.8)

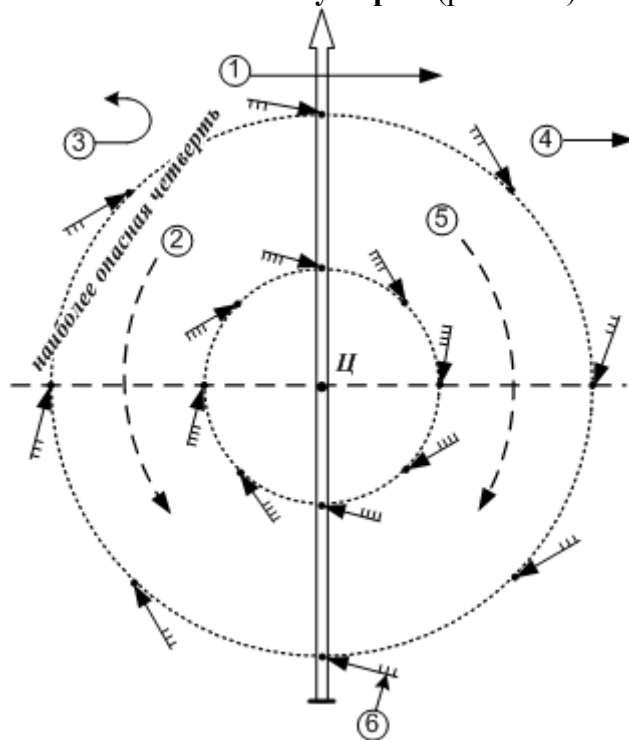


Рис. 33.8. Для Южного полушария

Случай 1. Если судно находится в наиболее опасной (левой передней) четверти тропического циклона и может пересечь путь движения циклона заблаговременно, т.е. вдали от его центра, то следует идти так, чтобы ветер был с левого борта, и по возможности держать курс перпендикулярно пути движения циклона. Это позволяет уйти в наименее опасную (правую переднюю) четверть циклона. Если нет уверенности в том, что удастся пересечь путь движения циклона на значительном удалении от центра, то не следует пытаться выполнить этот маневр на судах даже с мощными машинами.

Случай 2. Если судно находится в наиболее опасной (левой передней) четверти тропического циклона и не может пересечь путь его движения заблаговременно, то нужно по возможности удалиться от центра циклона, приведя ветер на носовые курсовые углы левого борта. Если удалиться от центра циклона на значительном расстоянии не удастся, то судно должно удерживаться носом против волны.

Случай 3. Если судно приближается к циклону со стороны его наиболее опасной (левой передней) четверти, нужно изменить курс на обратный и поступить так, как в случае 2.

Случай 4. Если судно находится в правой передней четверти циклона, нужно стремиться уйти от его центра курсом, перпендикулярным пути его движения, приведя ветер по левому борту.

Случай 5. Если судно находится в правой передней четверти циклона и не может держать курс перпендикулярно пути его движения, то следует привести ветер на кормовые курсовые углы левого борта и идти полным ходом.

Случай 6. Если судно догоняет циклон, нужно уменьшить скорость, приведя ветер по правому борту и ожидать удаления циклона.

Каждый из описанных способов расхождения с центром тропического циклона и маневрирования в зоне его действия не является совершенным, поэтому следует использовать все данные о пути и скорости движения циклона, чтобы своевременно принять меры для безопасного расхождения с ним.

33.3.4. Обязанности судоводителей:

А. При подготовке судна к плаванию в штормовых условиях

При подготовке судна к плаванию в штормовых условиях (после получения штормового предупреждения, усиления ветра и волнения) ВПК:

1) → предупреждает вахтенного механика и по указанию капитана заблаговременно переводит СЭУ в маневренный режим;

2) → оповещает экипаж о приближении шторма, необходимых мероприятиях по заведованиям и режиме передвижения по судну;

- 3) → проверяет машинный телеграф, связь с румпельным и машинным отделениями;
- 4) → сличает часы на мостике и в машинном отделении;
- 5) → переходит на ручное управление рулем, делает необходимые приготовления к переходу на запасное и аварийное рулевое управление.

Кроме того, при подготовке судна к плаванию в штормовых условиях вахтенный ПК дает указания:

1. → о проверке надежности закрытия люков, трюмных лазов, световых люков, иллюминаторов, вентиляторов, мерительных трубок, воздушных трубок, состояния всех водонепроницаемых закрытий;
2. → о креплении парадных трапов, спасательных шлюпок, швартовных тросов, судового имущества на открытых палубах и в помещениях судна;
3. → об организации проверки крепления и подкреплении груза в трюмах и на палубе;
4. → о проверке надежности зачехления палубных устройств и механизмов;
5. → об оборудовании на грузовой палубе штормовых лееров.

Б. При плавании в штормовых условиях

1. → При получении штормового предупреждения или обнаружении признаков приближения шторма судно должно быть подготовлено к плаванию в штормовых условиях, что следует проконтролировать путем выполнения отметок в проверочном листе.
2. → Плавание в штормовую погоду осложняется тем, что судно не всегда может следовать по ранее выбранному маршруту, а вынуждено удерживаться на курсах, при которых влияние штормовых условий сказывается в меньшей степени.
3. → Если судно следует в открытом море через район, недостаточно защищенный от волнения, и есть сомнение в благополучном преодолении штормовой зоны, капитан должен определить, продолжать рейс или переждать шторм под защитой берегов. До начала плавания в штормовых условиях, если это возможно, следует устранить свободные поверхности в танках.
4. → При плавании судна в штормовых условиях возникают явления, ухудшающие мореходность судна и затрудняющие управление им. К таким явлениям относятся резонансная бортовая качка, слеминг, заливаемость главной палубы, снижение остойчивости и потеря управляемости на попутной волне, особенно для малых судов, а также разгон гребного винта.
5. → Наибольших размахов бортовая качка достигает в резонансной зоне, то есть при таком сочетании курса и скорости, когда отношение периодов свободных и вынужденных колебаний судна составляет $0,7-1,3$ (основной резонанс). Отмечены случаи параметрического резонанса бортовой качки, когда указанное отношение достигало $1,92,1$. Наиболее сильная качка в этом режиме наблюдается на волнах мертвой зыби. Выходить из такого положения предпочтительнее путем изменения скорости судна.
6. → Выбор безопасного сочетания курса и скорости рекомендуется производить с использованием универсальной диаграммой качки Ю.В. Ремеза.
7. → Во время сильного и продолжительного шторма в океане образуются ветровые волны и зыбь различных направлений. При штормовании в таких условиях рекомендуется снизить скорость и следовать курсом против генерального направления волнения или групп наиболее крупных волн.
8. → При плавании судна под острым курсовым углом к волнению в условиях интенсивной килевой качки возникают такие неблагоприятные для безопасности судна и сохранности груза явления, как ударные гидродинамические нагрузки на днище корпуса судна – «днищевой слеминг», в развал носа – «бортовой слеминг», заливание палубы, оголение и разгон гребного винта. Интенсивность этих явлений существенно зависит от высоты волн, скорости судна и его посадки (T_H , T_K , Ψ). Наихудшие условия наблюдаются в области резонанса продольной (то есть совместной килевой и вертикальной) качки, который имеет место при равенстве величин периода свободных килевых колебаний судна и среднего кажущегося периода волнения. На практике при плавании транспортных судов на волнении эти условия возникают, когда величина средней длины волн близка к длине судна.
9. → Чтобы на встречном волнении избежать слеминга или заливания палубы, нужно снизить скорость судна. Может дать эффект также изменение курса на 30° и более. Для оценки степени снижения скорости в зависимости от высоты волны, курсового угла волнения и условий посадки

рекомендуется пользоваться специальными штормовыми диаграммами, которые разрабатываются для судов каждой конкретной серии.

10. → В тех случаях, когда продолжение рейса в штормовых условиях становится опасным для людей и судна, применяется способ штормования. Наиболее распространенным является штормование на острых носовых курсовых углах, поскольку судно в этом случае лучше управляется, более устойчиво на курсе, сохраняет остойчивость, имеет меньший размах бортовой качки. Вместе с тем, если скорость не будет снижена, удары волн о корпус и заливание палубы могут достичь максимальной силы.
11. → При штормовании против волны наиболее безопасной является минимальная скорость, при которой судно еще слушается руля. Если при этом судно испытывает значительную заливаемость, удары волн о днище и корпус, рекомендуется изменить курс судна. Крупнотоннажным судам, у которых в силу неравномерной загрузки изгибающие моменты, действующие на корпус, близки к предельно допустимым, рекомендуется штормование на курсовом угле волнения более $35\div 45^\circ$.
12. → Штормовать на кормовых курсовых углах могут суда с достаточной остойчивостью, удовлетворяющей диаграммам безопасных скоростей и курсовых углах к волнению при штормовом плавании на попутном волнении, предусмотренным в дополнении к информации об остойчивости и прочности грузовых судов. При этом периоды качки несколько увеличиваются, судно не испытывает ударов волн, его скорость может приближаться к эксплуатационной, на палубу попадает меньше воды. Однако, на попутном волнении уменьшается метацентрическая высота на вершине волны, снижается остойчивость судна на курсе, оно хуже слушается руля, возрастает рыскливость, попытки удержать судно точно на курсе обычно бывают бесполезными и только приводят к усиленной работе рулевой машины. В этом случае ручное управление рулем предпочтительнее автоматического.
13. → Опасно штормовать на попутном волнении судам с малым надводным бортом или имеющим большие свободные поверхности жидких грузов, а также при возможности смещения груза. Недопустимо выходить на курс по волне судам, у которых началось смещение груза, появился статический крен или дифферент на нос.
14. → Выбор безопасной скорости и курсового угла при штормовом плавании судна на попутном волнении рекомендуется производить по диаграммам А.И. Богданова, специально составляемым для каждого конкретного типа судна.
15. → Существенные изменения остойчивости, качки и управляемости на попутном штормовом волнении в определенных случаях могут иметь опасный характер и привести к возникновению аварийной ситуации, которой обычно предшествует одно из следующих 3-х явлений или их комбинация:
 - значительное изменение или потеря поперечной остойчивости при прохождении вершины волны вблизи миделя судна. Наиболее опасным в этом отношении является движение судна на волнах, длина λ и скорость (C) которых близки, соответственно, к длине (L) и скорости (V) судна. При этом время (t_C) пребывания судна с пониженной ниже опасного уровня остойчивостью за кажущийся период волны (τ_K) может оказаться больше, чем время $(t_{оп})$, потребное ему на наклонение из вертикального положения на опасный угол крена или на опрокидывание;
 - основной или параметрический резонансы бортовой качки, когда, соответственно $\tau_K = \tau_C$ или $\tau_K = \tau_{C/2}$;
 - захват волной, потеря управляемости и самопроизвольный неуправляемый разворот судна лагом к волне – «бродчинг». Наиболее опасным является захват на переднем склоне волн, имеющих $C > V$ и $\lambda = 0,8 + 1,3L$.

Основными признаками изменения поведения судна на попутном волнении, свидетельствующими о его недостаточной безопасности являются:

А. В случае недостаточной остойчивости:

- → неожиданное самопроизвольное увеличение крена при нахождении вершины отдельных волн вблизи миделя судна, существенно превышающее значение предшествующих углов статического крена или амплитуд качки;

- → длительное по сравнению с $\frac{1}{4} \tau_c$ наклонение судна на борт, задержка (зависание) в положении максимального крена и медленное возвращение в исходное состояние. Такие наклонения, в зависимости от наличия начального крена, вызванного несимметричной загрузкой, давлением ветра или иными причинами, могут быть ассиметричными.

Б. В случае основного или параметрического резонансов бортовой качки:

- → значительное возрастание амплитуд бортовой качки судна в случаях, когда ее период τ приблизительно равен (основной резонанс) или вдвое превышает (параметрический резонанс) кажущийся период волны τ_k .

В. В случае «бродчинга»:

- → значительные колебания скорости при прохождении волны относительно судна, его тенденция к разгону на переднем склоне попутной волны;
- → ухудшение устойчивости на курсе и стремление судна развернуться лагом к волне, увеличение скорости и амплитуд перекаладки руля, потребных для удержания судна на курсе (судно плохо слушается руля).

Для каждого судна при фактической загрузке и соответствующей ей диаграмме статической остойчивости на тихой воде в реальных условиях штормового плавания на попутном волнении, возможна зона скоростей и курсовых углов волны, в которых отсутствуют условия для возникновения перечисленных выше явлений и плавание будет безопасно.

Поэтому, оценку остойчивости и определение таких зон при штормовом плавании рекомендуется производить по диаграммам Богданова при загрузке судна перед выходом.

Следует отметить, что эти диаграммы в явном виде не учитывают явление «бродчинга». Однако получаемые по ним рекомендации по снижению скорости хода и выбору курсового угла волны являются полезными для его предотвращения. Поэтому капитанам судов с $L < 60$ м рекомендуется выбирать скорость и курсовой угол волны ближе к центру безопасной зоны и внимательно следить за первыми признаками проявления «бродчинга», чтобы своевременно принять дополнительные меры безопасности. Рекомендуется не допускать статического дифферента на нос, а в случае захвата судна волной, резко сбавить скорость, в критических случаях – дать задний ход.

Кроме перечисленных – для всех судов при штормовом плавании на попутном волнении – рекомендуется выполнять следующие общие мероприятия:

- 1) → уменьшить до минимума свободные поверхности жидких грузов;
- 2) → ликвидировать или максимально уменьшить статический крен от несимметричной загрузки, а также дифферент на нос;
- 3) → изменение курса с попутного или на попутный к волне производить таким образом, чтобы в интервале курсовых углов волны $180^\circ \pm 45^\circ$ поворот осуществлялся плавно и судно имело скорость, соответствующую безопасной зоне диаграмм;
- 4) → проверить надежность крепления грузов и водонепроницаемых закрытий;
- 5) → по возможности не допускать попадания больших масс воды на палубу, а также обледенения надводной части судна;
- 6) → не допускать перегрузки судна, приводящей к уменьшению высоты надводного борта.

Во время поворота в условиях шторма качка судна может стать особенно резкой. При выполнении поворота наиболее опасным является положение судна лагом к волне, когда кренящий момент от давления ветра достигает максимума.

Поворот в условиях шторма рекомендуется выполнять после определения направления ветра и волнения, реакции судна на ветер, характера волнения (средний период и длина волн, периодичность более крупных волн), диапазонов курсов и скоростей, при которых наблюдается усиленная качка.

Изменение курса с попутного или на попутный к волне следует выполнять таким образом, чтобы в интервале курсовых углов волнения $180^\circ \pm 45^\circ$ поворот осуществлялся плавно с небольшим динамическим креном. При этом скорость судна должна быть такой, чтобы после поворота оно не

оказалось в положении статической постановки на волну или в условиях основного или параметрического резонансов бортовой качки.

При двухмерном регулярном волнении поворот рассчитывают так, чтобы судно прошло резонансную зону бортовой качки при курсовом угле волнения 90° на относительно спокойном волнении с максимальной скоростью поворота. При сильном нерегулярном волнении поворот выполняют с таким расчетом, чтобы судно проходило лагом к волне в период, когда волны меньше.

При плавании против волны и совпадении направления бега волн с направлением ветра поворот совершают как влево, так и вправо, предварительно позволив судну несколько увалиться под ветер и уменьшив ход до минимально возможного. Если направление ветра не совпадает с направлением бега волн, до начала выполнения поворота нужно привести к ветру. В обоих случаях поворот следует начинать, переложив руль на борт и дав полный ход, в момент, когда корма окажется на обратном склоне последней из серии наиболее крупных волн.

При плавании в штормовых зонах наряду с использованием штормовой диаграммы Ремеза и диаграмм Богданова, необходимо учитывать все рекомендации хорошей морской практики, обобщающие многолетний опыт мореплавания.

При плавании в штормовых условиях периодически производится контрольная откачка льял.

Выводы

1. Плавание судна по ортодромии является наиболее коротким по расстоянию, но далеко не всегда самым коротким по времени и самым безопасным для судна.
2. Оптимальная скорость судна выбирается с учетом требований предупреждения столкновений судов, гидрометеорологических факторов и экономических соображений.
3. Под зоной чрезмерного сближения с целью (с другим судном) в открытом море понимается расстояние до нее (до него) менее 4 миль.
4. Основной метод контроля за местом судна в открытом море – корректируемое счисление.
5. Предельная ($P = 0,95$) радиальная погрешность текущего места судна в открытом море не должна превышать 4,0 мили.
6. Счисление координат судна при плавании в высоких широтах осуществляется в квазигеографической системе координат.
7. Волноветровые потери скорости судна зависят от курсового угла ветра и волнения и максимальны в диапазоне $0^\circ \leq q_B \leq 45^\circ$.
8. Своевременное уклонение судна от штормовой зоны ураганов и тропических циклонов – одна из главных обязанностей судоводителя.
9. При плавании в штормовых зонах наряду с использованием штормовой диаграммы Ю.В. Ремеза и диаграммы А.И. Богданова, необходимо учитывать все рекомендации хорошей морской практики, обобщающие многолетний опыт мореплавания.

ГЛАВА 34. НАВИГАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПЛАВАНИЯ СУДНА НА МОРЯХ С ПРИЛИВАМИ

34.1. Физическая сущность явления приливов и отливов

Периодические колебания уровня моря, возникающие в результате совокупного действия сил притяжения Луны и Солнца на водные массы, называются *приливами* (процесс повышения уровня воды) и *отливами* (процесс понижения уровня воды).

Впервые теория приливов была разработана английским физиком, астрономом и математиком **Исааком Ньютоном** (04.01.1643÷31.03.1727) в его труде «Математические начала натуральной философии» (изд. 1687 г.).

Теория Ньютона была дополнена французским астрономом, математиком и физиком **Пьером Симоном Лапласом** (28.03.1749÷05.03.1827) в его пятитомном труде «Трактат о небесной механике» (1798÷1825).

В соответствии с законом всемирного тяготения Луна и Солнце притягивают к себе каждую частицу Земли с силой (F) пропорциональной их массам (M) и обратно пропорциональной квадрату расстояния между Луной (Солнцем) и данной частицей Земли.

$$F = k \cdot \frac{M}{d^2}, \quad (34.1)$$

где M – масса Луны ($7,35 \div 10^{25}$ г) или Солнца ($1,989 \div 10^{33}$ г);

d – расстояние от частицы Земли до центра Луны (384.404,377 км) или Солнца (149.597.807 км);

k – коэффициент тяготения.

Приливообразующая сила Солнца примерно в 2,17 раза меньше, чем приливообразующая сила Луны.

Под влиянием приливообразующих сил только Луны водная оболочка Земли теряет свою сферическую форму и принимает вид приливного эллипсоида, который своей большой осью всегда располагается в сторону Луны.

Из рис. 34.1. следует, что наибольшие приливы в течении лунных суток (24 ч 50 м) – при условии нахождения Луны в плоскости экватора Земли – будут наблюдаться именно на экваторе и уменьшаются по направлению к полюсам.

Но на явление приливов и отливов влияет и Солнце с приливообразующей силой в $\sim 2,17$ раза меньшей, чем у Луны, в течении солнечных суток (24 ч 00 м).

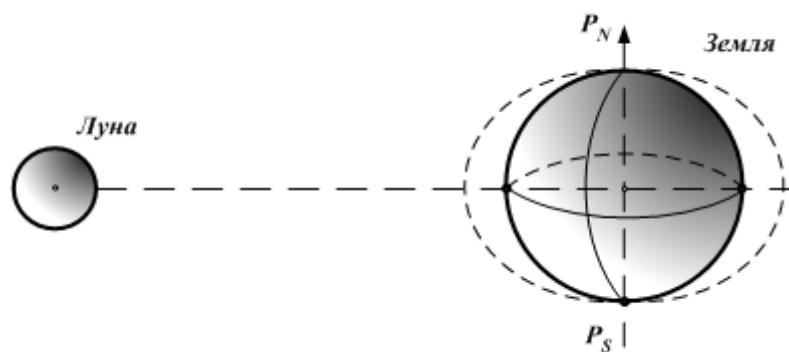


Рис. 34.1. Приливообразующая сила Луны

Таким образом, **приливы на Земле являются совокупными лунно-солнечными** и периодически изменяются в зависимости от взаимного расположения в пространстве Луны, Солнца и Земли.

В полнолуние и новолуние (рис. 34.2), когда Солнце, Луна и Земля находятся на одной линии, приливные эллипсоиды Луны и Солнца складываются и вызывают наибольшие приливы, которые называются *сизигийными*.

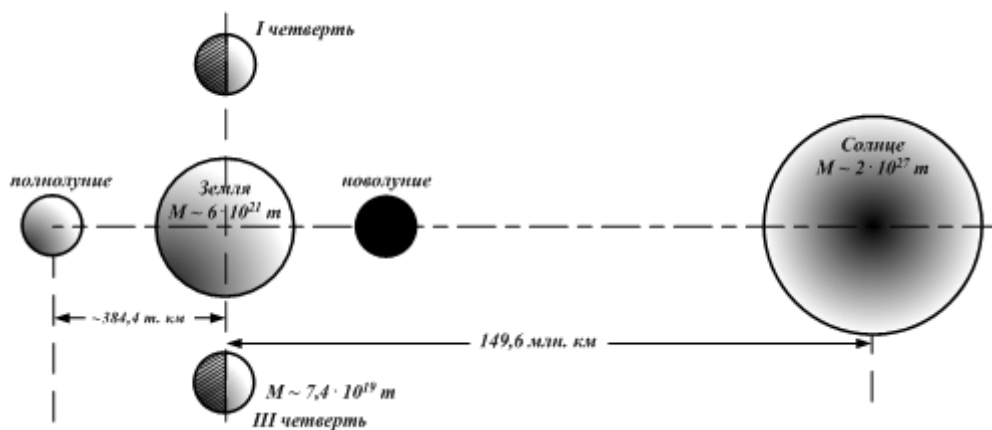


Рис. 34.2. Приливообразующая сила Луны и Солнца

Когда Луна будет в I-й или III-й (последней) четверти приливные эллипсоиды Луны и Солнца направлены под углом 90° один к другому и величина прилива будет наименьшей. Такие приливы называются **квадратурными**.

В промежутках между сизигиями и квадратурами приливы имеют **промежуточные** значения.

На приливо-отливные явления оказывают влияние:

1. → взаимное расположение Земли, Луны и Солнца;
2. → изменение склонения Луны;
3. → изменение расстояния между Землей и Луной;
4. → физико-географические условия (глубина моря, очертания берега и пр.).

Наибольшие приливы наблюдаются: в заливе Фанди (Атлантическое побережье Канады) – до **18 м**; в Пенжинской губе (Охотское море) – до **12 м**. Для Черного моря суммарная величина прилива составляет около **12 см**, а для Балтийского всего **5 см**.

По своей периодичности приливы подразделяются на:

1. **Полусуточные** → в каждые лунные сутки бывает 2 полные и 2 малые воды. Такие приливы преобладают в морях и океанах; хорошо выражены в Атлантическом океане и вдоль Мурманского берега Баренцева моря;
2. **Суточные** → в течении лунных суток бывает 1 по лунная и 1 малая вода. Такие приливы встречаются редко и, главным образом, в морях Тихого океана.
3. **Смешанные** → характеризуются более сложными приливо-отливными явлениями. Распространены в Индийском и Тихом океанах.

По характеру изменения уровня воды приливы делятся на:

1. **Правильные** → при которых время роста (T_p) и время падения (T_n) высоты последующих полных и малых вод одинаковы или почти одинаковы;
2. **Неправильные** → при которых указанные элементы прилива могут значительно отличаться.

34.2. Основные элементы прилива

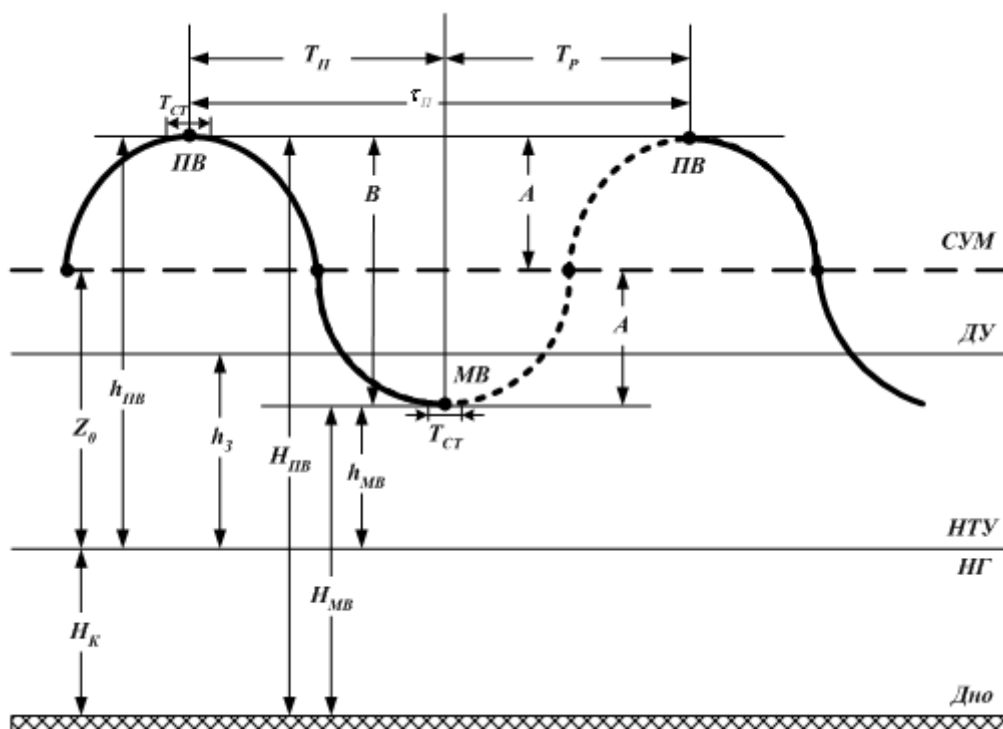


Рис. 34.3. Основные элементы прилива

НГ –	нуль глубин. Условная поверхность, от которой даются отметки глубин на МНК. На морях без приливов ($B < 0,5$ м) за НГ принимается средний многолетний уровень моря. На морях с приливами ($B \geq 0,5$ м) – НТУ;
НТУ –	наинизший теоретический уровень (наименьший из возможных по астрономическим условиям);
СУМ –	средний уровень моря – полусумма высот ПВ и МВ, т.е. $Z_0 = \frac{h_{ПВ} + h_{МВ}}{2};$ (34.2)
ДУ –	действующий (мгновенный) уровень – уровень моря в данный физический момент. Положение ДУ относительно НГ (НТУ) определяет величину прилива;
h_{ПВ} –	высота полной воды $h_{ПВ} = H_{ПВ} - H_K;$ (34.3)
h_{МВ} –	высота малой воды $h_{МВ} = H_{МВ} - H_K,$ (34.4)
h_{ПВ} (h_{МВ}) –	разница между фактической глубиной моря в ПВ (МВ) и глубиной H_K указанной на карте;
H_{ПВ} –	глубина моря в полную воду $H_{ПВ} = H_K + h_{ПВ};$ (34.5)
H_{МВ} –	глубина моря в малую воду $H_{МВ} = H_K + h_{МВ};$ (34.6)
H_К –	глубина моря с карты $H_K = H_{ПВ} - h_{ПВ} = H_{МВ} - h_{МВ} = H_3 - h_3 = const$ (34.7) – основное уравнение глубины моря;
H₃ –	глубина моря в заданный момент $H_3 = H_K + h_3;$ (34.8)
h₃ –	высота воды (прилива) в заданный момент;

A –	амплитуда прилива – высота $ПВ$ ($МВ$) от $СУМ$ $A = h_{ПВ} - Z_0 = Z_0 - h_{МВ} = B/2$ (34.9) – отклонение высот $ПВ$ или $МВ$ от $СУМ$;
B –	величина прилива $B = h_{ПВ} - h_{МВ} = H_{ПВ} - H_{МВ}$ (34.10) – разность уровней смежных $ПВ$ и $МВ$;
T_P –	время роста уровня – промежуток времени от момента ($t_{МВ}$) наступления $МВ$ до момента ($t_{ПВ}$) наступления последующей $ПВ$ $T_P = t_{ПВ} - t_{МВ};$ (34.11)
T_{II} –	время падения уровня – промежуток времени от момента ($t_{ПВ}$) наступления $ПВ$ до момента ($t_{МВ}$) наступления последующей $МВ$ $T_{II} = t_{МВ} - t_{ПВ};$ (34.12)
$T_{ст}$ –	время стояния уровня — время, в течение которого уровень, дойдя до определенного предела, остается неизменным;
τ_{II} –	период прилива – промежуток времени между одинаковыми положениями уровня (двумя соседними $ПВ$ или $МВ$).
В зависимости от величины τ_{II} приливы делятся на:	
$П$ –	полусуточные – имеющие в течение суток 2 $МВ$ и 2 $ПВ$ (т.е. $\tau_{II} \approx 1/2$ суток);
$С$ –	суточные – имеющие 1 $МВ$ и 1 $ПВ$;
$НП$ –	неправильные полусуточные – полусуточные приливы с заметной суточной разницей в значениях соответствующих экстремумов уровня;
$НС$ –	неправильные суточные – суточные приливы, которые при малых $\delta\zeta$ становятся полусуточными при существенном уменьшении их величин;
смешанные приливы – неправильные суточные и (или) $НС$.	
$П$, $С$, $НП$, $НС$ могут усложняться под влиянием мелководья, и тогда, к общему названию добавляют слово «мелководный» ($МП$ – полусуточный мелководный прилив).	
Возраст прилива – промежуток времени между сизигией и максимальным приливом.	
T_L –	лунный промежуток – промежуток времени между предшествующей (верхней или нижней) кульминациями Луны на данном меридиане и наступлением ближайшей $ПВ$.
$ПЧ$ –	прикладной час – средний из лунных промежутков для данного пункта $T_{ПВ} = T_M^K + ПЧ$ (34.13)
$ПВ$ –	полная вода – максимальный уровень в продолжение одного периода приливных колебаний.
$МВ$ –	малая вода – минимальный уровень в продолжение одного периода приливных колебаний.

34.3. Неравенства приливов

Суточные (тропические) неравенства

Суточные (тропические) неравенства связаны с изменением склонения Луны (δ_ζ). Если $\delta_\zeta \neq 0$, то прилив трансформируется в неправильный полусуточный ($НП$). В течение лунных суток по-прежнему образуется 2 полных ($ПВ$) и 2 малых ($МВ$) воды, но у них появляется разница, как в высотах, так и в T_P и T_{II} . В некоторых местах приливы становятся **суточными** ($С$). Наибольшее неравенство проявляется тогда, когда $\delta_{\zeta max}$ (**тропические приливы**), а наименьшее – тогда, когда $\delta_\zeta = 0$ (Луна находится на небесном экваторе) – **экваториальные** или **равноденственные** приливы.

Для явлений суточного неравенства Луны введены такие обозначения: **ВПВ** – высокая полная вода; **НПВ** – низкая полная вода; **ВМВ** – высокая малая вода; **НМВ** – низкая малая вода; A – большая амплитуда; a – малая амплитуда (относительно $СУМ$).

$$\left. \begin{aligned} A &= h_{ВПВ} - Z_0 \\ a &= h_{НПВ} - Z_0 \end{aligned} \right\} \quad (34.14)$$

Высота среднего уровня Z_0 над $НГ$ не равна полусумме высот смежных $ПВ$ и $МВ$. Величины приливов также не равны между собой (B – большие, b – малые).

$$\left. \begin{aligned} B &= h_{ВГЕ} - h_{ГМЕ} \\ b &= h_{ГГЕ} - h_{ГМЕ} \end{aligned} \right\} \quad (34.15)$$

Полумесячные (фазовые) неравенства

Полумесячные (фазовые) неравенства вызваны изменением положения Солнца, Луны и Земли относительно друг друга. Когда все они находятся примерно на одной линии, наступают самые большие **сизигийные** приливы. Они бывают 2 раза в месяц: в **полнолуние** ($B_{\epsilon} = 15$ дней) и **новолуние** ($B_{\epsilon} = 30$ дней).

Если линии, соединяющие систему «Солнце–Земля–Луна», составляют почти прямой угол ($\sim 90^\circ$), приливы становятся наименьшими – **квадратурными**. Они также бывают **2 раза в месяц**, когда Луна находится в **1-й четверти** ($B_{\epsilon} = 7 \div 8$ дней) и в последней четверти ($B_{\epsilon} = 21 \div 23$ дня).

Сизигийные и квадратурные приливы длятся по 2 суток до и после момента их наступления. В остальное время приливы считаются промежуточными.

Характеристика прилива по возрасту Луны

Таблица 34.1

Сизигийные	Квадратурные	Промежуточные
$B_{\epsilon} = 28 \div 30 \div 2$ дн.	$B_{\epsilon} = 5 \div 7 \div 9$ дн.	$B_{\epsilon} = 3 \div 5; 10 \div 12$ дн.
$B_{\epsilon} = 13 \div 15 \div 17$ дн.	$B_{\epsilon} = 21 \div 23 \div 25$ дн.	$B_{\epsilon} = 18 \div 20; 26 \div 28$ дн.

Параллактические (месячные) неравенства

Параллактические (месячные) неравенства – связаны с изменением расстояний от Земли до Луны и Солнца. Лунные приливы в перигее на 40% больше, чем в апогее, а солнечные – на 10%.

Расстояние Земля–Луна: max – 405.500 км; среднее – 384.319,22 ± 1,21 км; min – 363.300 км;

Расстояние Земля–Солнце: среднее – 149.597.870 км; ($max \approx 152$ млн.км, $min \approx 147$ млн.км).

Для Луны период такого неравенства составляет $\sim 27,55$ суток, для Солнца $\sim 365,25$ суток.

34.4. Таблицы приливов

На каждый год ГУНиО МО РФ издает таблицы приливов, которые позволяют предвычислять время наступления и высоты $ПВ$ и $МВ$ в отдельных пунктах Мирового океана. Такие таблицы состоят из нескольких томов (по районам Мирового океана). Каждый том состоит из 2-х частей и содержит ряд вспомогательных таблиц.

Часть I. Содержит поясное время наступления и высоты $ПВ$ и $МВ$ для ограниченного числа **основных пунктов**. Таблицы здесь составлены в виде ежегодника приливов на любой день года, и выборки из них не требуют промежуточных расчетов.

Часть II. Содержит таблицы поправок для большого числа дополнительных пунктов, которые объединены в группы по признаку подобия приливов. Один из пунктов каждой группы является основным, возглавляет список и выделен жирным шрифтом. Рядом с ним в скобках сокращенно указан характер прилива и стр. части I, где помещены о нем сведения. Предвычисление приливов в дополнительных пунктах дает удовлетворительные результаты только при правильных (II) приливах.

Приливы в основных пунктах (выдержка)

Время 0-го пояса

п. Брест

$\varphi = 48^{\circ}23'N$, $\lambda = 4^{\circ}29'W$.

Таблица 34.2

Число	Июль					Август					Сентябрь					Число
	полная вода			малая вода		полная вода			малая вода		полная вода			малая вода		
	время	высота		время	высота	время	высота		время	высота	время	высота		время	высота	
1	ч. м.	м.	ч. м.	м.		ч. м.	м.	ч. м.	м.		ч. м.	м.	ч. м.	м.		
	09 43	5.8	03 41	2.7		10 54	5.8	04 48	2.9		00 24	5.9	06 44	2.8		
2	22 00	5.8	16 10	2.9		23 23	5.7	17 21	2.9		12 53	6.1	19 17	2.5		
	10 36	5.8	04 32	2.7		11 57	6.1	05 48	2.7		01 25	6.3	07 47	2.3		
3	22 48	5.8	17 02	2.9		-	-	18 25	2.6		13 53	6.7	20 15	1.9		
	11 42	5.8	05 35	2.8		00 46	6.0	07 08	2.6		02 16	6.7	08 36	1.9		
4	23 48	5.9	18 06	2.8		13 14	6.2	19 39	2.4		14 39	7.1	20 59	1.5		
	-	-	06 34	2.7		01 48	6.2	08 10	2.4		02 58	7.2	09 17	1.4		
5	12 40	6.0	19 03	2.6		14 15	6.4	20 37	2.1		15 21	7.6	21 41	1.0		
	01 03	6.2	07 32	2.5		02 32	6.7	08 54	1.9		03 47	7.7	10 06	0.9		
6	13 47	6.3	20 08	2.2		14 58	7.0	21 20	1.6		16 08	8.0	22 27	0.7		
	01 56	6.6	08 21	2.1		03 24	7.2	09 44	1.6		04 24	7.8	10 43	0.8		
7	14 27	6.7	20 47	1.8		15 37	7.4	22 07	1.2		16 45	8.0	23 01	0.7		
	02 57	6.7	09 17	1.9		04 07	7.6	10 27	1.2		05 08	7.9	11 27	0.8		
8	15 20	7.0	21 39	1.6		16 30	7.9	22 50	0.7		17 28	7.9	23 40	0.7		
	03 44	7.0	10 03	1.7		04 46	7.7	11 05	0.9		05 48	7.7	-	-		
9	16 07	7.2	22 25	1.4		17 08	8.0	23 27	0.7		18 09	7.6	12 08	1.1		
	04 25	7.3	10 45	1.3		05 31	7.7	11 51	1.0		06 21	7.5	00 19	1.4		
10	16 48	7.6	23 02	1.1		17 42	7.8	-	-		18 44	7.2	12 42	1.3		
	05 08	7.3	11 29	1.3		06 07	7.6	00 10	0.9		07 16	6.8	01 15	1.9		
11	17 32	7.6	23 49	1.1		18 29	7.5	12 28	1.1		19 42	6.5	13 41	2.0		
	05 55	7.2	-	-		06 50	7.2	00 48	1.3		08 11	6.4	02 09	2.4		
12	18 18	7.4	12 16	1.5		19 14	7.3	13 13	1.4		20 50	6.1	14 39	2.4		
	06 35	7.1	00 39	1.3		07 33	6.8	01 33	1.6		09 17	5.8	03 13	3.0		
13	18 57	7.2	12 57	1.6		19 57	6.7	13 57	1.9		22 12	5.6	15 49	3.0		
	07 16	6.9	01 18	1.5		08 28	6.5	02 26	2.2		10 45	5.9	04 36	3.1		
14	19 39	7.0	13 39	1.8		21 01	6.3	14 56	2.4		23 36	5.8	17 15	2.9		
	08 07	6.6	02 08	1.7		09 38	6.2	03 24	2.6		-	-	05 59	3.0		
15	20 35	6.7	14 33	2.0		22 11	5.9	16 09	2.7		12 10	6.0	18 37	2.6		
	08 56	6.4	02 54	2.1		11 15	5.9	05 05	2.9		01 00	6.0	07 19	2.7		
16	21 31	6.4	15 24	2.3		23 49	5.7	17 43	2.8		13 25	6.2	19 46	2.4		
	09 49	6.2	03 45	2.4		-	-	06 20	2.8		01 54	6.2	08 13	2.4		
17	22 30	6.2	16 19	2.4		12 30	6.0	18 56	2.6		14 16	6.5	20 35	2.1		
	11 03	6.1	04 55	2.5		01 12	6.0	07 31	2.6		02 38	6.6	08 56	2.1		
18	23 48	6.2	17 31	2.5		13 39	6.3	20 01	2.3		14 57	6.8	21 14	1.9		
	-	-	06 03	2.5		02 00	6.3	08 20	2.3		03 11	6.8	09 28	1.9		
19	12 12	6.2	18 39	2.3		14 26	6.7	20 46	2.0		15 27	7.0	21 44	1.7		
	01 20	6.1	07 33	2.5		03 02	6.6	09 20	2.0		03 44	7.0	10 00	1.7		
20	13 48	6.3	20 01	2.3		15 21	6.9	21 38	1.7		15 59	7.1	22 16	1.6		
	02 17	6.4	08 38	2.3		03 38	6.9	09 55	1.8		04 14	7.2	10 30	1.5		
21	14 42	6.6	21 02	2.0		15 56	7.1	22 12	1.6		16 30	7.3	22 45	1.4		
	03 10	6.7	09 29	1.9		04 13	6.9	10 30	1.6		04 47	7.1	11 03	1.6		
22	15 32	7.0	21 50	1.6		16 30	7.1	22 46	1.5		17 02	7.2	23 17	1.5		
	04 01	6.9	10 18	1.7		04 48	7.0	11 04	1.6		05 13	7.1	11 29	1.6		
23	16 18	7.1	22 35	1.4		17 04	7.1	23 22	1.5		17 28	7.1	23 43	1.6		
	04 39	6.8	10 55	1.8		05 15	7.0	11 31	1.6		05 44	7.0	-	-		
24	16 56	7.0	23 19	1.6		17 31	7.1	23 50	1.5		18 00	6.9	12 01	1.8		
	05 13	6.8	11 30	1.8		05 42	6.9	11 59	1.7		06 16	6.8	00 11	1.9		
25	17 30	7.0	23 54	1.7		17 59	7.0	-	-		18 32	6.5	12 34	2.0		
	05 49	6.7	-	-		06 16	6.8	00 12	1.7		06 50	6.5	00 50	2.2		
26	18 06	6.9	12 07	1.9		18 34	6.8	12 34	1.8		19 12	6.2	13 14	2.3		
	06 18	6.6	00 22	1.8		06 45	6.6	00 46	1.9		07 33	6.1	01 35	2.6		
27	18 35	6.8	12 36	2.0		19 04	6.6	13 04	2.0		20 04	5.8	14 04	2.8		
	06 48	6.5	00 56	1.9		07 21	6.4	01 24	2.2		08 36	5.8	02 34	3.0		
28	19 06	6.6	13 08	2.1		19 44	6.2	13 43	2.4		21 21	5.6	15 08	3.0		
	07 27	6.3	01 32	2.1		08 03	6.1	02 05	2.5		09 42	5.8	03 47	3.1		
29	19 48	6.4	13 50	2.3		20 30	5.9	14 28	2.7		22 26	5.6	16 19	3.0		
	08 01	6.2	02 04	2.3		09 02	5.7	03 01	2.9		11 15	5.9	05 04	3.1		
30	20 24	6.1	14 26	2.5		21 36	5.6	15 32	3.0		-	-	17 34	2.8		
	08 52	5.9	02 53	2.6		10 06	5.6	04 02	3.1		00 00	5.9	06 01	2.7		
31	21 20	5.8	15 19	2.7		22 40	5.6	16 37	3.0		12 12	6.4	18 39	2.4		
	09 48	5.7	03 48	2.8		11 29	5.8	05 19	3.0		-	-	-	-		
	22 15	5.6	16 18	2.9		-	-	17 58	2.8		-	-	-	-		

Поправки для дополнительных пунктов

Таблица 34.3

№ пункта	Название пунктов	Координаты		Поправки времен (час., мин.)				Поправки высот, м			
		шпр. N	долг. W	полных вод		малых вод		полных вод		малых вод	
				при времени в основном пункте				при высоте в основном пункте			
				05 00 и 17 00	11 00 и 23 00	11 00 и 23 00	05 00 и 17 00				
859	Основной пункт Брест (ПМ)	48°23'	4°29'					7,5	5,9	1,4	3,0
Время 0-го пояса											
872	Лорьян	47°45'	3°21'	-0 30	+0 03	-0 33	-0 20	-2,5	-2,0	-0,8	-1,3
873	Энбон	47 48	3 17	-0 20	-0 20	-0 12	-0 12	-2,2	-1,8	-	-1,2
874	Портвэн	47 32	3 09	-0 13	-0 13	-	-	-2,2	-	-	-
875	Пор-Мария Киберон, залив:	47 29	3 08	-0 23	-0 23	-	-	-0,1	-0,3	-0,4	-0,3
876	Алглен	47 29	3 06	-0 20	+0 03	-0 23	-0 14	-2,2	-1,9	-0,8	-1,1
877	Ла-Трините-сюр-Мер Морбиан, залив:	47 35	3 01	-0 19	-0 09	-0 24	-0 13	-2,1	-1,7	-0,7	-1,1
878	Оре	47 40	2 59	+0 05	+0 53	-	-	-2,2	-1,8	-0,6	-1,1
879	Иль-о-Муан, остров	47 36	2 51	+1 15	+1 15	-	-	-2,3	-	-	-
880	Арадон	47 37	2 49	+1 39	+1 39	-	-	-2,3	-	-	-
881	Ванн	47 40	2 46	+1 59	+1 55	-	-	-2,8	-1,9	-0,2	-0,9
882	Навало	47 33	2 55	-0 08	+0 07	-0 08	-0 02	-2,5	-2,1	-0,8	-1,3
883	Бель-Иль, остров. Ле-Пале	47 21	3 09	-0 32	-0 06	-0 32	-0 25	-2,4	-1,9	-0,8	-1,2
884	Оздик, остров	47 20	2 52	-0 30	-0 15	-0 27	-0 14	-2,2	-1,8	-0,8	-1,1
885	Пенерф	47 31	2 37	-0 22	0 00	-0 18	-0 14	-2,0	-1,7	-0,8	-1,1
886	Вилен, река	47 30	2 30	-0 12	-0 12	-	-	-1,9	-1,6	-	-
887	Ле-Крузаник Луара, устье реки и река:	47 18	2 31	-0 32	-0 15	-0 25	-0 25	-1,9	-1,6	-0,6	-0,9
888	Ле-Пулиген	47 17	2 25	-0 37	+0 18	-0 02	-0 18	-2,2	-2,0	-1,1	-1,2
889	Ле-Гран-Шарпантье, банка	47 13	2 19	-0 36	+0 19	0 00	-0 16	-2,2	-1,9	-1,0	-1,3
890	Сен-Назер	47 16	2 12	-0 23	+0 32	+0 13	-0 03	-2,2	-1,9	-1,1	-1,5
891	Пембеф	47 17	2 02	-0 04	+0 57	+0 13	+0 42	-2,2	-1,9	-0,7	-1,5
892	Ле-Пельрен	47 12	1 45	+0 56	+1 27	+2 58	+2 22	-2,0	-1,5	-0,2	-1,5
893	Нант Бурнеф, бухта:	47 13	1 35	+1 26	+1 42	+3 28	+2 57	-1,8	-1,4	-0,1	-1,5
894	Порник	47 06	2 07	-0 34	-0 10	+0 03	+0 07	-2,0	-1,8	-1,2	-1,4
895	Нуармутье, остров	47 01	2 13	-0 29	-0 17	-0 03	-0 01	-2,1	-1,9	-1,1	-1,4
896	Гуле-де-Фромантин, пролив	46 54	2 10	-0 26	-0 16	+0 13	-0 05	-2,2	-1,9	-0,9	-1,2
897	Иль-д'Ие, остров. Жуэвиль	46 42	2 20	-0 50	-0 20	-0 37	-0 27	-2,7	-2,3	-1,2	-1,6
898	Сен-Жиль-сюр-Ви	46 41	1 56	-0 28	-0 13	-0 37	-0 27	-2,1	-1,8	-0,8	-1,2
899	Ле-Сабль-д'Олонн	46 30	1 47	-0 22	+0 16	-0 14	-0 19	-2,4	-2,0	-0,8	-1,2

Элементы прилива в дополнительных пунктах определяют в два этапа. Вначале в алфавитном указателе находят порядковый номер дополнительного пункта (**д.п. Нант – № 893**) и по нему в **таблице 1 части II** «Таблиц приливов» выбирают название основного пункта (**Брест – № 859**) и поправки к моментам и высотам *ПВ* и *МВ*. Затем в части I «Таблицы приливов» для основного пункта (п. Брест) на заданную дату выбирают моменты и высоты *ПВ* и *МВ*, добавляют к ним поправки со своим знаком и получают моменты и высоты *ПВ* и *МВ* в дополнительном пункте. Для некоторых дополнительных пунктов расположенных в российских водах, значения высот уровня вод выбирают непосредственно из части II «Таблиц приливов» по данным основного пункта, не прибегая к поправкам.

Поясное время для дополнительного пункта вычисляют путем прибавления поправок ко времени наступления *ПВ* и *МВ* основного пункта, выбранных из части II на заданную дату. Оно не зависит от поясного времени основного пункта и никаких дополнительных поправок для перевода времени из одного пояса в другой не требуется. Номер пояса записан курсивом перед списком дополнительных пунктов каждой группы.

Структура таблиц поправок для отдельных групп дополнительных пунктов неодинакова.

Отсутствие единообразия затрудняет расчеты и повышает вероятность ошибок.

Поэтому, прежде чем использовать «Таблицы приливов», следует изучить раздел «Общие сведения» и ознакомиться с решением типовых задач.

Особенности поправок времени для дополнительных пунктов.

Для правильных приливов поправки относятся ко времени наступления средних *ПВ* и *МВ*. В случае неправильных приливов поправки даны для времени наступления высокой *ПВ* и низкой *МВ*, а для определения моментов низкой *ПВ* и высокой *МВ* они могут быть использованы как приближительные.

Для некоторых групп дополнительных пунктов приведены наибольшие и наименьшие поправки времени наступления *ПВ* и *МВ* и указано их время в соответствующих основных пунктах. Для других значений времени наступления *ПВ* и *МВ* в основном пункте необходима интерполяция поправок. Если в заголовке таблицы поправок времени стоит прочерк, то поправки вводят ко времени любой *ПВ* и *МВ* в основном пункте.

Особенности поправок высот уровня моря.

В одних случаях (главным образом для вод РФ) сведения о высоте прилива в дополнительных пунктах помещают в виде развернутой таблицы соответствия, что позволяет определить уровни высот в этих пунктах путем простой выборки их значений, соответствующих высотам в основном пункте.

Для многих зарубежных пунктов в части II «Таблиц приливов» приводятся лишь данные о средних значениях поправок высот 4-х характерных *ПВ* и *МВ*, поэтому вычислять высоты здесь нужно интерполированием.

Для пунктов с суточными и смешанными приливами даются поправки к средним значениям *ВПВ*, *НПВ*, *ВМВ*, *НМВ*. Так как зачастую высоты в основном пункте отличаются от средних значений, указанных в части II «Таблиц приливов», то поправки находят интерполированием между значениями средней высоты и высоты воды в основном пункте на нужную дату. Знак Δ в колонках Таблицы высот и поправок высот означает, что приливы в таких пунктах в основном суточные, а многоточие (...) – свидетельствует об отсутствии сведений о соответствующих поправках.

Судоводители должны помнить, что полученные по «Таблице приливов» данные могут не совпадать с фактическими. Наибольшие расхождения наблюдаются в мелководных районах при сильных и продолжительных сгонно-нагонных ветрах. Уровень моря под влиянием атмосферного давления также меняется. Изменение атмосферного давления на 1гПа (1 мбар) приводит к изменению уровня моря примерно на 1 см. Поправки высот уровня на атмосферное давление даны в таблице 34.4 «Таблиц приливов».

Поправки высот уровня моря на атмосферное давление

Таблица 34.4

Давление, (м бар)	Давление, (мм рт.ст.)	Поправка, м
1053,2	790	-0,4
1046,6	785	-0,3
1039,9	780	-0,3
1033,2	775	-0,2
1026,6	770	-0,1
1019,9	765	-0,1
1013,2	760	0,0
1006,6	755	+0,1
999,9	750	+0,1
993,2	745	+0,2
986,6	740	+0,3
979,9	735	+0,3
973,2	730	+0,4
966,6	725	+0,5
959,9	720	+0,5

Существенные отклонения высоты и времени наступления уровня от табличных отмечается также в устьях рек во время паводков и в местах с ледовым покровом.

Поскольку методы долгосрочного прогноза колебаний уровня под влиянием гидрометеорологических условий не разработаны, данные о приливах вычисляют только с учетом сезонных колебаний среднего уровня моря. Сезонные поправки высот уровня моря выбирают из таблицы 3 «Таблиц приливов».

34.5. Решение задач с использованием Таблиц приливов

Задача 1.

Условие задачи:

Рассчитать промежуток вечернего (послеобеденного) времени суток **6 июля** стоянки у причала в п. **Нант**, если осадка судна $T = 5,0$ м, запас воды под килем $h_3 = 1,0$ м, глубина места с карты $H_K = 1,0$ м, при $P = 740$ мм рт.ст. Судовые часы поставлены по времени **1W** часового пояса.

Определить:

1) Необходимое значение высоты прилива

$$h_{\text{НП}} = T + h_3 - H_K \quad (34.16)$$

2) Элементы прилива ($t_{\text{ПВ}}$, $h_{\text{ПВ}}$, $t_{\text{МВ}}$, $h_{\text{МВ}}$) для основного пункта (**Брест**).

3) Поправки времени и высоты для **ПВ** и **МВ** для дополнительного пункта (**Нант**).

4) Элементы прилива ($t_{\text{ПВ}}$, $h_{\text{ПВ}}$, $t_{\text{МВ}}$, $h_{\text{МВ}}$) для дополнительного пункта с учетом атмосферного давления.

5) Поправку высоты прилива

$$\Delta h_{\text{НП}} = h_{\text{ПВ}} - h_{\text{НП}} \quad (34.17)$$

6) Величину прилива

$$B = h_{\text{ПВ}} - h_{\text{МВ}} \quad (34.18)$$

7) Время роста

$$T_P = t_{\text{ПВ}} - t_{\text{МВ}} \quad (34.19)$$

или падения

$$T_{\text{П}} = t_{\text{МВ}} - t_{\text{ПВ}} \quad \text{уровня.} \quad (34.20)$$

8) Промежуток времени от ближайшей **ПВ** (или **МВ**) – Δt .

9) Возможное время подхода к причалу

$$T_H = t_{\text{ПВ}} - \Delta t \quad (34.21)$$

10) Время отхода от причала

$$T_R = t_{\text{ПВ}} + \Delta t \quad (34.22)$$

11) Судовое время подхода к причалу и отхода от него:

$$T_{\text{СН(К)}} = T_{\text{Н(К)}} \pm N_2 \frac{E}{W} \quad (34.23)$$

Решение (рис. 34.4):

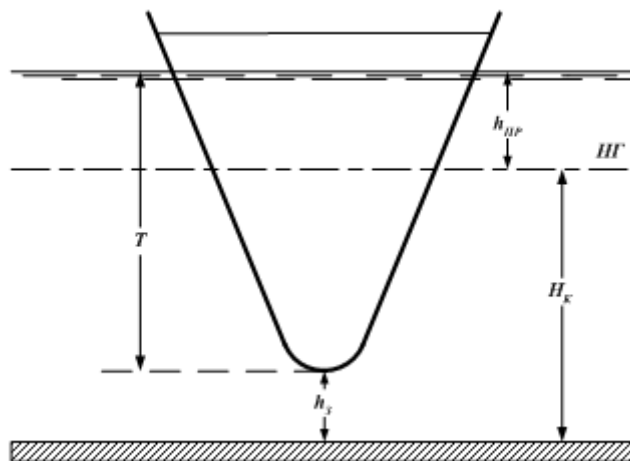


Рис. 34.4. Необходимое значение высоты прилива

1. → Необходимое значение высоты прилива: $h_{\text{НП}} = T + h_3 - H_K = 5 + 1 - 1 = 5,0$ м.

2. → Для п. Нант (№ 893) **основной пункт – Брест (№ 859)** на 6 июля для п. Брест (время 0-го пояса) ? см. табл. 34.2.

Полная вода		Малая вода	
01.56	6,6	08.21	2,1
14.27	6,7	20.47	1,8

3. → Поправки времени и высоты для *ПВ* и *МВ* для п. Нант → см. табл. 34.3.

Полная вода		Малая вода	
+01 ч 34 м	-1,6 м	+03 ч 05 м	-0,5 м

4. → Элементы прилива в п. Нант:

а) *ПВ*: $t_{ПВ} = 14,27 + 1,34 = 16$ ч 01 м; $h_{ПВ} = 6,7 - 1,6 + 0,3*$ (для 740 мм) = 5,4 м;

б) *МВ*: $t_{МВ} = 20,47 + 3,05 = 23$ ч 52 м; $h_{МВ} = 1,8 - 0,5 + 0,3*$ (для 740 мм) = 1,6 м.

* → см. табл. 34.4.

5. → Поправка высоты прилива: $\Delta h_{ПР} = h_{ПВ} - h_{ПР} = 5,4 - 5,0 = 0,4$ м.

6. → Величина прилива: $B = h_{ПВ} - h_{МВ} = 5,4 - 1,6 = 3,8$ м.

7. → Время падения: $T_{П} = t_{МВ} - t_{ПВ} = 23.52 - 16.01 = 7$ ч 51 м.

8. → Промежуток времени от ближайшей *ПВ* или *МВ* – из Вспомогательной таблицы 1 ТП по B , $\Delta h_{ПР}$ и $T_{П}$ → $\Delta t = 1$ ч 38 м → см. табл. 34.5.

9. → Возможное время подхода к причалу: $T_{Н} = t_{ПВ} - \Delta t = 16.01 - 1.38 = 14$ ч 23 м.

10. → Время отхода от причала: $T_{К} = t_{ПВ} + \Delta t = 16.01 + 1.38 = 17$ ч 39 м.

11. → Судовое время подхода к причалу и отхода от него

Подхода		Отхода
0 ч пояс	14 ч 23 м	17 ч 39 м
1 W ч пояс → TC	13 ч 23 м	16 ч 39 м

Ответ: возможное время стоянки у причала в п. Нант с 13.23. до 16.39. 6 июля.

**Интерполяционная таблица для вычисления высот уровня моря на промежуточные между полными и малыми водами моменты времени
Для случаев правильных приливов**

Таблица 34.5

Время роста или падения уровня (в часах)	Промежуток времени от ближайшей полной или малой воды												Время роста или падения уровня (в часах)
	ч. м.	ч. м.	ч. м.	ч. м.	ч. м.	ч. м.	ч. м.	ч. м.	ч. м.	ч. м.	ч. м.	ч. м.	
4	0 10	0 20	0 30	0 40	0 50	1 00	1 10	1 20	1 30	1 40	1 50	2 00	4
5	0 12	0 25	0 38	0 50	1 02	1 15	1 28	1 40	1 52	2 05	2 18	2 30	5
6	0 15	0 30	0 45	1 00	1 15	1 30	1 45	2 00	2 15	2 30	2 45	3 00	6
7	0 18	0 35	0 52	1 10	1 28	1 45	2 02	2 20	2 38	2 55	3 12	3 30	7
8	0 20	0 40	1 00	1 20	1 40	2 00	2 20	2 40	3 00	3 20	3 40	4 00	8
9	0 22	0 45	1 08	1 30	1 52	2 15	2 38	3 00	3 22	3 45	4 08	4 30	9
10	0 25	0 50	1 15	1 40	2 05	2 30	2 55	3 20	3 45	4 10	4 35	5 00	10
11	0 28	0 55	1 22	1 50	2 18	2 45	3 12	3 40	4 08	4 35	5 02	5 30	11
12	0 30	1 00	1 30	2 00	2 30	3 00	3 30	4 00	4 30	5 00	5 30	6 00	12
13	0 32	1 05	1 38	2 10	2 42	3 15	3 48	4 20	4 52	5 25	5 58	6 30	13
Величина прилива (в метрах)	Поправки высот (в метрах) → $\Delta h_{ПР}$												
0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2
0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3
0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5
0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.6
0.8	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.8

0.9	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.9
1.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	1.1
1.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	1.2
1.4	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	1.4
1.5	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	1.5
1.7	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.7
1.8	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.8
2.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	2.0
2.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.8	0.9	1.1	2.1
2.3	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.2	2.3
2.4	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.2	2.4
2.6	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.1	1.3	2.6
2.7	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.2	1.4	2.7
2.9	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.2	1.5	2.9
3.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	3.0
3.2	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	3.2
3.4	0.0	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1.0	1.2	1.5	1.7	3.4
3.5	0.0	0.1	0.1	0.2	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.5	1.8	3.5
3.7	0.0	0.1	0.2	0.2	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	1.8	3.7
3.8	0.0	0.1	0.2	0.2	0.4	0.5	0.7	0.9	1.2	1.4	1.6	1.9	3.8
4.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	4.0
4.1	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1.0	1.3	1.5	1.8	2.1	4.1
4.3	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1.1	1.3	1.6	1.9	2.1	4.3
4.4	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.6	0.9	1.1	1.4	1.6	1.9	2.2	4.4
4.6	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1.2	1.4	1.7	2.0	2.3	4.6
4.7	0.0	0.1	0.2	0.2	0.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.7	2.0	2.4	4.7
4.9	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	4.9
5.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1.0	1.2	1.6	1.9	2.2	2.5	5.0
5.2	0.0	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	1.0	1.3	1.6	1.9	2.3	2.6	5.2
5.3	0.0	0.1	0.2	0.4	0.5	0.8	1.0	1.3	1.6	2.0	2.3	2.7	5.3
5.5	0.0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.1	1.4	1.7	2.0	2.4	2.7	5.5
5.6	0.0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.8	1.1	1.4	1.7	2.1	2.4	2.8	5.6
5.8	0.0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.9	1.1	1.5	1.8	2.1	2.5	2.9	5.8
5.9	0.0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.2	2.6	3.0	5.9
6.1	0.0	0.1	0.2	0.4	0.6	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3	2.7	3.0	6.1

**Условия индивидуальных задач
на предвычисление элементов приливо-отливных явлений (для задачи 1)**

Дан. №№ задач	Заданный пункт	Дата и время суток	Осадка судна (Т)	Запас воды под кипем (h _к)	Глубина места с карты (H _к)	Атмосферное давление (P, мм.рт.ст.)	Ответ
№ 1	п. Лорьян № 872	утро 2.VII	7,0 м	1,0 м	4,8 м	760	07.28 – 11.44
№ 2	п. Эмбон № 873	утро 3.VII	6,0 м	0,5 м	3,3 м	780	08.20 – 12.24
№ 3	п. Алиген № 876	утро 10.VII	4,5 м	1,5 м	1,8 м	740	01.43 – 05.55
№ 4	п. Пенерф № 885	вечер 14.VII	3,5 м	1,0 м	1,2 м	780	16.37 – 22.13
№ 5	п. Нант № 893	вечер 6.VII	5,0 м	1,0 м	1,0 м	740	13.23 – 16.39
№ 6	п. Порник № 894	вечер 8.VII	4,0 м	1,5 м	2,2 м	720	11.13 – 18.01

№ 7	п. Ванн № 881	вечер 28.VII	4,0 м	1,0 м	1,8 м	770	17.27 – 00.03
№ 8	п. Энбон № 873	вечер 29.VII	3,0 м	1,0 м	1,2 м	780	16.09 – 21.59
№ 9	п. Навало № 882	вечер 30.VII	3,0 м	1,5 м	1,0 м	740	18.36 – 22.10
№ 10	п. Сен-Назер № 890	утро 1.VIII	4,0 м	1,0 м	2,0 м	770	07.55 – 12.55
№ 11	п. Пенерф № 885	вечер 10.VIII	5,0 м	1,0 м	3,1 м	780	14.28 – 19.58
№ 12	п. Лорьян № 872	вечер 13.VIII	4,0 м	1,5 м	2,5 м	740	16.44 – 23.04
№ 13	п. Энбон № 873	утро 11.VIII	5,0 м	1,0 м	1,8 м	720	03.03 – 07.57
№ 14	п. Портивви № 874	вечер 28.VIII	4,0 м	1,5 м	1,1 м	750	16.22 – 22.12
№ 15	п. Навало № 882	вечер 14.VII	5,0 м	1,0 м	2,9 м	730	16.32 – 22.40
№ 16	п. Пенерф № 885	утро 29.VII	4,0 м	0,5 м	1,0 м	790	05.20 – 08.20
№ 17	п. Ле-Крузик № 887	утро 15.VII	3,0 м	2,0 м	1,5 м	775	05.16 – 09.54
№ 18	п. Ле-Пулиген № 888	утро 16.VII	2,5 м	1,5 м	1,1 м	745	05.52 – 12.02
№ 19	п. Ле-Пельрен № 892	вечер 29.VII	3,5 м	1,0 м	0,5 м	730	18.56 – 22.22
№ 20	п. Лорьян № 872	вечер 8.IX	4,0 м	1,0 м	1,4 м	720	13.54 – 19.38
№ 21	п. Нант № 893	вечер 10.VIII	4,0 м	1,5 м	1,1 м	740	17.15 – 20.45
№ 22	п. Ванн № 881	вечер 11.VIII	4,5 м	1,0 м	0,6 м	775	18.51 – 21.31
№ 23	п. Энбон № 873	вечер 12.VIII	4,8 м	1,0 м	1,5 м	745	16.54 – 20.20
№ 24	п. Навало № 882	вечер 13.VIII	4,5 м	1,5 м	2,0 м	740	18.31 – 21.35
№ 25	п. Алиген № 876	вечер 14.VIII	3,0 м	1,0 м	0,7 м	720	18.32 – 23.50
№ 26	п. Пембеф № 891	вечер 7.VIII	3,5 м	1,5 м	1,6 м	740	13.06 – 17.54
№ 27	п. Ла-Трините- Сюр-Мер № 877	утро 14.VIII	3,8 м	1,0 м	0,6 м	750	06.51 – 09.59
№ 28	п. Ле-Пулиген № 888	утро 12.VIII	3,2 м	1,5 м	1,8 м	740	03.21 – 09.15
№ 29	п. Энбон № 873	утро 13.VIII	3,6 м	1,0 м	0,5 м	780	06.09 – 08.07
№ 30	п. Навало № 882	утро 28.VIII	3,5 м	1,0 м	1,0 м	720	04.32 – 09.32

* При пользовании таблицей для неправильных приливов результаты будут приближенными.

Задача 2.

- Расчет приливов для порта прихода (порт Палермо) по «Таблицам приливов» (ТП) на 2000 г. том 3. Зарубежные воды. Адм. № 6003 (прибытие в порт в 09.00 8.08.2000 г. № 2Е).

1. Из «Алфавитного указателя пунктов» (с. 582-616) для п. Палермо на с. 601 выбираем его номер → № 1409.
2. По этому № 1409 в части II «Таблиц приливов» («Поправки для дополнительных пунктов») на с. 495 для п. Палермо определяем его «основной пункт» Гибралтар (№ 1352, с. 210) и номер часового пояса, для которого дается время наступления полных (ПВ) и малых (МВ) вод (№ 1Е).
3. Из части I «Таблиц приливов» («Приливы в основных пунктах») на даты предполагаемой стоянки (8÷12 августа) на с. 212 выписываем для основного пункта (Гибралтар):

Таблица 34.6.

Дата	ПОЛНАЯ ВОДА		МАЛАЯ ВОДА	
	$T_{ПВ}(1E)$	$h_{ПВ}$	$T_{МВ}(1E)$	$h_{МВ}$
8.VIII.	09.37	0,7	02.42	0,2
	22.02	0,7	15.01	0,3
9.VIII.	10.52	0,7	04.05	0,3
	23.12	0,7	16.26	0,3
10.VIII.	11.59	0,7	05.33	0,2
	–	–	17.55	0,3
11.VIII.	00.13	0,8	06.37	0,2
	12.54	0,8	18.53	0,3
12.VIII.	01.04	0,8	07.20	0,2
	13.38	0,8	19.33	0,2

4. Из таблицы 3 «Поправки за сезонные изменения среднего уровня моря» (с. 578÷581) для п. Палермо (№ 1409) и для п. Гибралтар (№ 1352) эти поправки «незначительные» и выбранные значения $h_{ПВ}$ и $h_{МВ}$ исправлять не нужно
5. Из части II «Таблиц приливов» («Поправки для дополнительных пунктов») на с. 495 для № 1409 (Палермо) выписываем:

Таблица 34.7.

	ПОПРАВКИ ВРЕМЕНИ				ПОПРАВКИ ВЫСОТ			
	полных вод		малых вод		сз. ПВ	кв. ПВ	кв. МВ	сз. МВ
1352 Гибралтар	03.00	09.00	04.00	08.00				
	и	и	и	и	1,0	0,7	0,3	0,1
	15.00	21.00	16.00	20.00				
1409 Палермо	+6,15	+6,15	+6,30	+6,30	-0,6	-0,4	-0,2	-0,1

6. Из таблицы 2 «Таблиц приливов» («Характеристика приливов в основных пунктах») с. 576-577 для основного пункта Гибралтар выписываем:

сз. ПВ	кв. ПВ	кв. МВ	сз. МВ
1,0	<u>0,7</u>	<u>0,3</u>	0,1

- и делаем вывод, что период стоянки в порту относится (ближе всего) к «квадратуре» и для получения высот полных и малых вод в п. Палермо следует высоты полных и малых вод в основном пункте (Гибралтар) исправить поправками:

$$- h_{ПВ} \rightarrow -0,4 \text{ м}; \quad - h_{МВ} \rightarrow -0,2 \text{ м}.$$

7. С учетом поправок времени наступления полных (+6 ч 15 м) и малых (+6 ч 30 м) вод и поправок к высоте полной (-0,4 м) и малой (-0,2 м) водам для п. Палермо получаем:

Дата	ПОЛНАЯ ВОДА		МАЛАЯ ВОДА	
	$T_{ПВ}(1E)$	$h_{ПВ}$	$T_{МВ}(1E)$	$h_{МВ}$
8.VIII.	– 15.52	– 0,3	09.12 21.31	–0,1 0,0
9.VIII.	04.17 17.07	0,3 0,3	10.35 22.56	0,0 0,0
10.VIII.	05.27 18.14	0,3 0,3	12.03 –	–0,1 –
11.VIII.	06.28 19.09	0,4 0,4	00.25 13.07	0,0 –0,1
12.VIII.	07.19 19.53	0,4 0,4	01.23 13.50	0,0 –0,1

8. С учетом того, что часы на судне поставлены по часовому поясу № 2E увеличиваем время явлений на 1 час и окончательно заносим результат в таблицу по установленной форме:

Приливы (п. Палермо)

Таблица 34.9

Дата	Утренние (0 ч + 12 ч) воды				Вечерние (12 ч + 24 ч) воды			
	полная вода		малая вода		полная вода		малая вода	
	$T_{ПВ}(2E)$	$h_{ПВ}$	$T_{МВ}(2E)$	$h_{МВ}$	$T_{ПВ}(2E)$	$h_{ПВ}$	$T_{МВ}(2E)$	$h_{МВ}$
8.VIII.	–	–	10ч 12м	–0,1 м	16ч 52м	0,3 м	22ч 31м	0,0 м
9.VIII.	05ч 17м	0,3 м	11ч 35м	0,0 м	18ч 07м	0,3 м	23ч 56м	0,0 м
10.VIII.	06ч 27м	0,3 м	–	–	19ч 14м	0,3 м	13ч 03м	–0,1 м
11.VIII.	07ч 28м	0,4 м	01ч 25м	0,0 м	20ч 09м	0,4 м	14ч 07м	–0,1 м
12.VIII.	08ч 19м	0,4 м	02ч 23м	0,0 м	20ч 53м	0,4 м	14ч 50м	–0,1 м

Примечание:

- 1) При отсутствии в части II «Таблиц приливов» (с. 452-61) порта прихода, как дополнительного пункта, расчет приливов выполняется на имеемый в «Таблице приливов» дополнительный пункт, ближайший к порту назначения.
- 2) Если в графе «Поправки времени» (см. п. 5) значения поправок имеют различные значения для каждой воды, то искомое ее значение находится интерполированием по времени наступления ПВ (или МВ) в основном пункте.

34.6. График прилива

График прилива позволяет наглядно и просто решать задачи судовождения, связанные с расчетом глубин в приливных зонах. Колебания уровня изображается в виде кривой, построенной в прямоугольных координатах (рис. 34.5). По оси абсцисс → поясное (судовое) время (T_C) в часах, по оси ординат – высота прилива (h) в метрах. Из «Таблиц приливов» выбирают и наносят на график точки высот $ПВ$ и $МВ$. Дальнейшее построение сводится к проведению плавной кривой через эти точки. Для более точного вычерчивания кривой пользуются промежуточными точками, которые на график можно нанести с помощью интерполяционной таблицы или графическим методом.

Интерполяционная таблица для расчета высот уровня на промежуточные между $ПВ$ и $МВ$ моменты времени (**вспомогательная таблица 1 «Таблиц приливов»**) позволяет установить высоту прилива в любой заданный момент и нанести промежуточные точки на графике приливов. **Входные аргументы (см. табл. 34.5):**

- T_P или $T_{П}$;
- промежуток времени от заданного момента (T_3) до момента ближайшей $ПВ$ и $МВ$;
- величина прилива (B).

Графический метод дает возможность нанести по 2 дополнительные точки к каждой воде (ПВ и МВ). На оси абсцисс от $t_{ПВ}$ и $t_{МВ}$ в обе стороны откладывают промежуток времени $T_p/4$ или $T_{II}/4$ (четверть времени роста или падения уровня), затем находят промежуточные точки по ординатам $(h_{МВ} + 0,15 B)$ или $(h_{ПВ} - 0,15 B)$. Через полученные точки проводят кривую. Погрешность определения момента времени таким методом составляет 2% от T_p или T_{II} ($\approx \pm 10$ мин), а погрешность определения высоты – не более 4% от B .

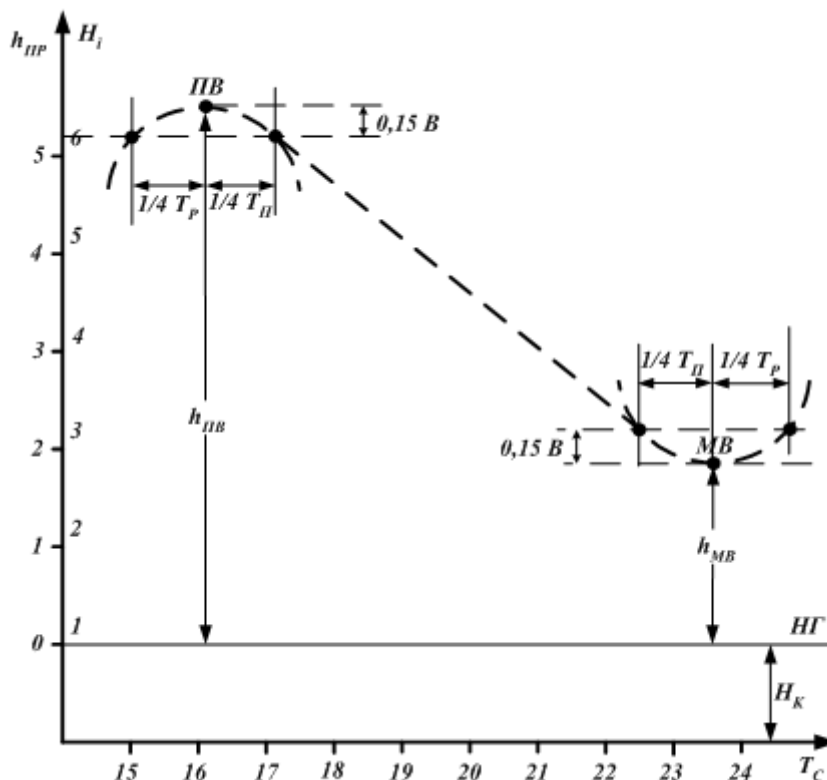


Рис. 34.5. Упрощенный график прилива

34.7. Предвычисление приливов по гармоническим постоянным

Гармонические постоянные приливов представляют собой постоянные характеристики гармонических составляющих кривой приливного колебания уровня – **средние амплитуды (H) и углы положения (g)**.

Для практических целей судовождения достаточно учитывать только **4 главные составляющие приливной волны**. Амплитуды (H) и углы положения (g) таких 4-х составляющих приводятся в **части II английских Адмиралтейских «Таблиц приливов»**(*) для каждого из описываемых этими таблицами пунктов.

Такие гармонические постоянные при расчете приливов на заданную дату требуют введения **поправок за дату** и влияние других составляющих волны. Данные для таких поправок легко выбираются из специальной таблицы, также включенной в «Таблицы приливов».

Для облегчения расчетов ежечасных значений амплитуд 4-х главных составляющих приливной волны существует ряд хорошо известных способов (– с использованием бланка маневренного планшета или листа миллиметровой бумаги и транспорта).

Гармонические постоянные для п. ..., из части II английских «Таблиц приливов»

Таблица 34.10

Z_0 , футы	Гармонические постоянные							
	M_2		S_2		K_1		O_1	
	g°	H , фут.	g°	H , фут.	g°	H , фут.	g°	H , фут.
21,9	276	12,3	328	3,3	86	0,9	27	0,7

Поправки, учитывающие астрономические условия (дату) и влияние других составляющих (из части II английских «Таблиц приливов»)

Таблица 34.11

Дата	Гармонические постоянные							
	M_2		S_2		K_1		O_1	
	Угол	Козф.	Угол	Козф.	Угол	Козф.	Угол	Козф.
28.08.	33°	1,18	12°	1,12	139°	1,03	268°	1,30

Исправление углов положения и амплитуд 4-х составляющих приливной волны

Таблица 34.12

M_2		S_2		K_1		O_1	
g°	H , фут.	g°	H , фут.	g°	H , фут.	g°	H , фут.
276	12,3	328	3,3	86	0,9	27	0,7
+	×	+	×	+	×	+	×
33	1,18	12	1,12	139	1,03	268	1,30
309	14,5	340	3,7	225	0,9	295	0,9

Предвычисление приливов

Таблица 34.13.

1	Часы суток	0	1	2	3	4	5	...	
2	M_2	g_{M_2}	00	29	58	87	116	145	...
3		H_{M_2}	+9,2	+2,5	-4,7	-10,7	-14,1	-13,9	...
4	S_2	g_{S_2}	00	30	60	90	120	150	...
5		H_{S_2}	+3,5	+2,4	-0,6	-1,3	-2,8	-3,6	...
6	K_1	g_{K_1}	00	15	30	45	60	75	...
7		H_{K_1}	-0,7	-0,8	-0,9	-0,9	-0,9	-0,8	...
8	O_1	g_{O_1}	00	14	28	42	56	70	...
9		H_{O_1}	+0,4	+0,2	0,0	-0,2	-0,4	-0,6	...
10	Z_0		21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	21,9	...
11	ΣH		+12,4	+4,3	-5,0	-13,1	-18,2	-15,3	...
12	h , футы		34,3	26,2	16,9	8,8	3,7	3,0	...
	h , метр		10,4	8,0	5,2	2,7	1,1	0,9	...

Построчное пояснение содержания таблицы 34.13:

- часы суток ($1 \div 24$);
- углы $g^\circ_{M_2}$ положения главной лунной полусуточной составляющей M_2 на каждый час суток (угловая скорость = $29^\circ/\text{час}$);
- высоты H_{M_2} составляющей M_2 на заданные часы, рассчитанные с помощью маневренного планшета (рис. 34.6);
- углы $g^\circ_{S_2}$ положения составляющей S_2 на каждый час суток (угловая скорость = $30^\circ/\text{час}$);
- высоты H_{S_2} составляющей S_2 на заданные часы, рассчитанные с помощью маневренного планшета;
- углы $g^\circ_{K_1}$ положения главной лунной составляющей K_1 на каждый час суток (угловая скорость = $15^\circ/\text{час}$);
- высоты H_{K_1} составляющей K_1 на заданные часы, рассчитанные с помощью маневренного планшета;
- углы $g^\circ_{O_1}$ положения главной лунной составляющей O_1 на каждый час суток (угловая скорость = $14^\circ/\text{час}$);
- высоты H_{O_1} составляющей O_1 на заданные часы, рассчитанные с помощью маневренного планшета;
- средний уровень моря Z_0 (из части II «Таблиц приливов»);
- сумма высот 4-х составляющих приливной волны ($\Sigma H = H_{M_2} + H_{S_2} + H_{K_1} + H_{O_1}$) в заданные часы заданной даты.
- высота прилива (в футах и метрах) в заданные часы заданной даты, где

$$h = Z_0 + \sum H \quad (34.24)$$

Вычислению подлежат только 3, 5, 7, 9, 11, 12 строчки.

Вычисление ежечасных значений высоты H_{M_2} (для главной составляющей приливной волны M_2) производится с помощью исправленных значений начальной ее фазы g_{M_2} (309°) и начальной ее величины H_{M_2} (14,5 фута).

- а) – радиусом $R = H_{M_2}$ (14,5) в произвольном масштабе, из центра планшета описывается окружность (рис. 34.6);
- б) – из центра планшета проводят радиус по направлению 309° ;
- в) – из конца этого радиуса опускают перпендикуляр на горизонтальный диаметр планшета (величина перпендикуляра представит амплитуду H_{M_2} (+9,2) на 00 ч заданной даты) знак «+» → так как перпендикуляр располагается выше горизонтального диаметра планшета;
- г) – радиус R поворачивают против часовой стрелки на угол 29° – угловая скорость составляющей M_2 за 1 час – и, выполнив п. в), – получают H_{M_2} (+2,5) на 01 час;
- д) – далее радиус R вновь смещают по окружности против часовой стрелки на 29° и снова по п. в) получают H_{M_2} (-4,7) на 02 час;
- е) – продолжая подобным образом смещать радиус R – получают H_{M_2} на 3, 4, 5 ... 24 часа.

Расчет ежечасных значений высот H_{S_2} , H_{K_1} , H_{O_1} производится аналогично расчету H_{M_2} , но в учет принимаются соответствующие им значения исправленных начальных амплитуд (3,7 – для S_2 ; 0,9 – для K_1 ; 0,9 – для O_1), а также значения угловых скоростей каждой из составляющих волны прилива (30, 15, $14^\circ/\text{час}$).

Суммируя ежечасные значения высот главных составляющих приливной волны, получают ежечасные значения высот уровня по формуле (34.24).

По ежечасным значениям высот строят график прилива.

**Расчет ежечасных значений высот главных составляющих
приливной волны (... для M_2 ...)
с 0 ч до 12 ч 28.08.**

$H_{M_2} = 14,5$ фут.
 $g_{\text{нач}} = 309^\circ$
угл.ск. $29^\circ/\text{ч}$

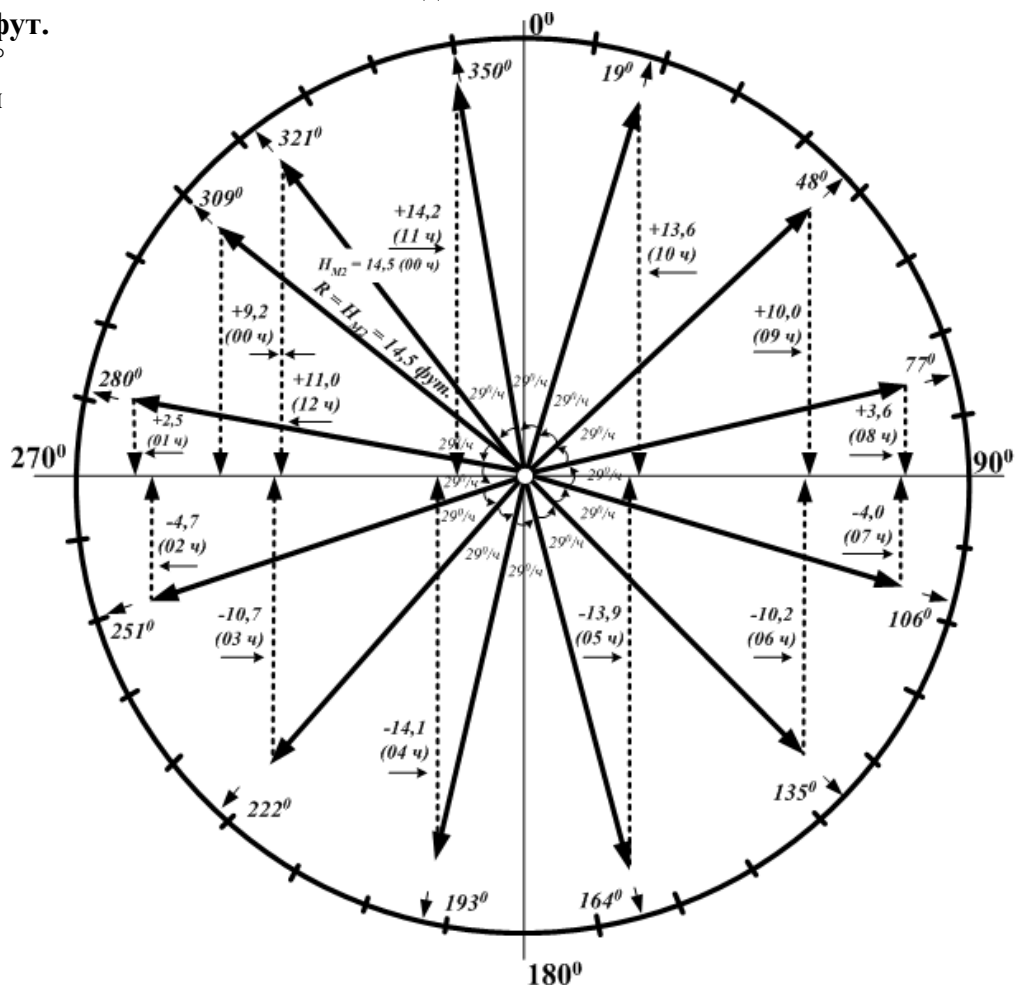


Рис. 34.6. Расчет ежечасных значений высот главных составляющих приливной волны

34.8. Сведения о приливо-отливных явлениях, помещаемых на картах

Негармонические постоянные

Для пунктов Мирового океана, не отнесенных к категории «основных» или «дополнительных», сведения в «Таблице приливов» отсутствуют. Для ряда таких пунктов элементы прилива приводятся **в виде таблиц, помещаемых на морских навигационных картах.**

В таких таблицах обычно приводятся сведения о негармонических постоянных прилива, представляющие собой средние и экстремальные характеристики приливов – лунный промежуток, прикладной час, средняя и наибольшая величина прилива, среднее время роста и падения уровня, возраст полусуточного и суточного приливов и др.

Расчеты элементов прилива по негармоническим постоянным, помещаемым на картах, носят характер приближенных. Этот способ дает хорошие результаты при предвычислении времени полных вод правильных полусуточных приливов. Моменты же малых вод предвычисляются с меньшей точностью. В пунктах с неправильными полусуточными приливами метод их предвычисления по прикладному часу дает неточные, а нередко и неудовлетворительные результаты. В пунктах с суточными приливами прикладным часом для предвычисления прилива пользоваться не рекомендуется.

Информация о приливо-отливных течениях (см. МНК № 22300)

На морских навигационных картах постоянные течения показываются стрелками, направление которых соответствует направлению действующего в данном месте течения. Скорость постоянного течения обозначают проставленной над стрелкой цифрой.

Элементы приливо-отливного течения постоянно изменяются. Для отражения таких течений на морских навигационных картах потребовалась бы не одна стрелка, а сложная векторная диаграмма, что значительно увеличило бы нагрузку карты, сделало бы ее трудночитаемой. **Поэтому очень удобную и ценную для целей судовождения информацию о приливо-отливных течениях представляют специальные таблицы элементов таких течений, помещаемые непосредственно на полях МНК,** изображающих морские районы, подверженные действию приливо-отливных явлений. В этом случае район, охватываемый данной МНК, разбивается на участки, в пределах которых характер приливо-отливных течений можно считать практически одинаковым.

Такие участки отмечают определенной буквой (***A, B, B*** и т.д.), помещаемой на карте в центральной точке участка. В заголовке таблиц приведены координаты χ центральной точки описываемого участка; это позволяет легко выбрать нужную из приведенных таблиц по соответствию букв на заданном участке карты и в заголовке таблицы.

Для определения элементов приливо-отливного течения в заданной точке следует:

1. По координатам(φ, λ) заданной точки установить участок карты, в котором эта точка находится (точка *B*).
2. По «Таблицам приливов» установить на дату плавания время наступления полной воды в (п. Дувр) пункте, указанном в таблице карты (2 ч 00 м и 14 ч 17 м).
3. Из 2-х полных вод выбрать ближайшую к заданному моменту ($t_3 = 11$ ч 15 м) → 14 ч 17 м.
4. Рассчитать водный час (*ВЧ*) → промежуток времени от t_3 до ближайшей полной воды ($t_{ПВ}$)

$$1. ВЧ = t_3 - t_{ПВ} = 3 \text{ ч } 02 \text{ м} \approx 3 \text{ часа до полной воды.}$$

5. Из таблицы помещенной на карте (см. табл. 34.14) в строке 4 (3 часа до полной воды в п. Дувр) для участка *B* выбираем направление приливо-отливного течения в заданный момент (128°), и соответствующие этому моменту экстремальные значения скорости течения:

a) 2,9 уз. → в сизигию;

б) 1,5 уз. → в квадратуру.

В случае дробной величины «водного часа» нужные элементы находят интерполированием.

6. Из морского астрономического ежегодника $B_{\text{МАЕ}}$ текущего года по дате выбрать значение возраста Луны (или рассчитать по формуле: $\text{Возраст} = \text{Дата} + \text{№ месяца} + \text{Лунное число}$. $L_{2000г.} = 22$, $L_{2001г.} = 3$, $L_{2002г.} = 14$, $L_{2003г.} = 25$, $L_{2004г.} = 6$, $L_{2005г.} = 17$, $L_{2006г.} = 28$, $L_{2007г.} = 9$, $L_{2008г.} = 20$, $L_{2009г.} = 1$, $L_{2010г.} = 12$) = 18 дн., следовательно, приливы в этот день можно считать промежуточными, и из 2-х значений (2,9 и 1,5) следует найти среднее, т.е. = 2,2 уз.

Ответ: $K_T = 128^\circ$, $V_T = 2,2$ уз.

Элементы приливо-отливных течений (для МНК № 22300)

Таблица 34.14.

Время, час		А. $\varphi = 55^\circ 26' N$ $\lambda = 8^\circ 09' W$			Б. $\varphi = 55^\circ 31' N$ $\lambda = 7^\circ 31' W$			В. $\varphi = 55^\circ 34' N$ $\lambda = 6^\circ 59' W$		
		Направление	Скорость, уз.		Направление	Скорость, уз.		Направление	Скорость, уз.	
			Сз.	Кв.		Сз.	Кв.		Сз.	Кв.
До полной воды в Дувре	6	88°	0,5	0,2	309°	0,1	0,1	348°	1,4	0,7
	5	110°	0,4	0,2	72°	0,4	0,2	66°	0,8	0,4
	4	135°	0,4	0,2	77°	0,8	0,4	115°	1,9	1,0
	3	171°	0,3	0,2	77°	1,1	1,6	128°	2,9	1,5
	2	201°	0,5	0,2	80°	1,0	0,6	137°	3,3	1,7
	1	219°	0,6	0,3	99°	0,8	0,4	148°	2,7	1,4
ПВ		269°	0,7	0,4	130°	0,4	0,2	164°	1,5	0,8
После полной воды в Дувре	1	299°	0,7	0,4	225°	0,3	0,2	233°	0,8	0,4
	2	333°	0,7	0,4	259°	0,7	0,4	294°	1,8	0,9
	3	7°	0,4	0,4	264°	0,9	0,5	307°	2,7	1,4
	4	62°	0,4	0,2	270°	0,9	0,5	316°	3,1	1,6
	5	73°	0,4	0,2	275°	0,7	0,4	327°	2,7	1,4
	6	82°	0,5	0,2	291°	0,2	0,1	338°	1,7	0,9

Используя данную таблицу можно рассчитать ежечасные значения элементов приливо-отливного течения на участках **А**, **Б**, **В** карты на заданную дату.

Примечание:

Если место судна находится между точками, для которых на карте приведены элементы течения, то и направление течения и скорость течения определяются интерполированием указанных элементов для этих точек.

34.9. Атласы приливо-отливных явлений

Кроме специальных таблиц («Таблиц приливов») и морских навигационных карт, источником сведений о приливо-отливных явлениях служат различные специальные карты, атласы физико-географических данных, а также гидрометеорологические обзоры и морские лоции.

Последние (лоции), являясь обобщающими и всесторонними навигационными руководствами для плавания, дают характеристику приливо-отливных явлений описываемого ими района, а также указывают на первоисточники, изучение которых может дать исчерпывающую информацию по любому вопросу (о влиянии ветров на колебание уровня и приливо-отливные течения, об особенностях приливных явлений в устьях рек, о возможности получения оперативных гидрометеорологических данных при подходе к участкам с лимитирующими глубинами и т.п.). Правила пользования такими специальными пособиями обычно приводятся в пояснениях к ним.

Атласы поверхностных течений морей содержат также и сведения о приливо-отливных течениях в описываемом ими районе. Для каждого района в таком Атласе даются 48 одинаково устроенных карт для 4-х периодов, соответствующих определенным фазам Луны, то есть по 12 карт для каждого из таких периодов:

- период сизигийных течений в день полнолуния или новолуния, а также в 1-й, 2-й и 3-й дни последних;
- период квадратурных течений в 7-й и 8-й дни после новолуния или полнолуния, и в 5-й и 6-й дни до них;
- период промежуточных течений в 4-й, 5-й и 6-й дни после новолуния или полнолуния;
- период промежуточных течений в 4-й, 3-й, 2-й и 1-й дни до новолуния или полнолуния.

Каждая из 12 карт того или иного периода содержит данные о направлении и скорости поверхностных приливо-отливных течений в данном районе на один из четных часов лунных суток, причем часы лунных суток со знаком «минус» («-») означают время до кульминации Луны на меридиане Гринвича, а со знаком «плюс» («+») – после него. Элементы течения даются для максимального и минимального склонения Луны и относятся к началу стрелки.

При работе с таким Атласом необходимо иметь морской астрономический ежегодник (МАЕ), по которому определяют на какой день после и до новолуния или полнолуния приходится заданная дата; значение и знак склонения Луны, а также момент верхней (при $\delta_{\epsilon} \rightarrow N$) или нижней (при $\delta_{\epsilon} \rightarrow S$) кульминации Луны на меридиане Гринвича.

Далее определяют соответствующий заданному моменту **час лунных суток** как разницу между заданным временем T_C и временем соответствующей кульминации Луны T_{Kc} на Гринвичском меридиане.

Если час лунных суток оказывается числом четным, тогда вначале из 48 карт данного района отбирают те 12, которые соответствуют нужному периоду, а из этих 12 карт ту, которая соответствует лунному часу.

Отобрав нужную карту, снимают с нее значения элементов течения в точке, ближайшей к заданному, по стрелке, соответствующей $max \delta_{\epsilon}$ либо $min \delta_{\epsilon}$, в зависимости от того, что было установлено по МАЕ. Так, если на избранной морской навигационной карте (рис. 34.7) сведения об элементах течения в точке A при $min \delta_{\epsilon} \rightarrow K_T = 270^\circ$, $\vartheta_T = 0,2$ уз; при $max \delta_{\epsilon} \rightarrow K_T = 40^\circ$, $\vartheta_T = 1,2$ уз.

Если заданная точка находится между точками A и B (рис. 34.8), тогда соответствующие значения элементов течения следует устанавливать осреднением.

Если в самом начале час лунных суток оказывается нечетным (для которого карты в Атласе нет), тогда необходимо воспользоваться двумя картами, для четных часов, между которыми располагается заданный нечетный час. Полученные в результате векторы осредняют по правилу параллелограмма, причем направление диагонали дает направление искомого вектора (K_T), а половина длины такой диагонали – искомую ϑ_T .

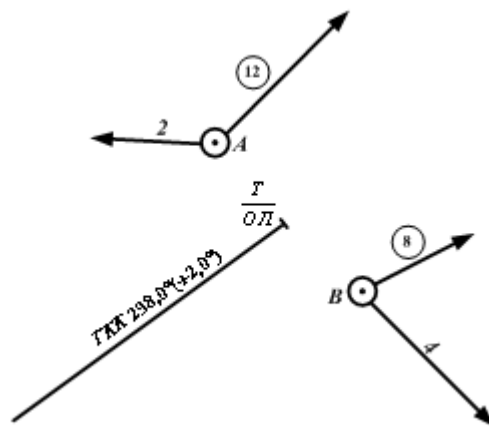
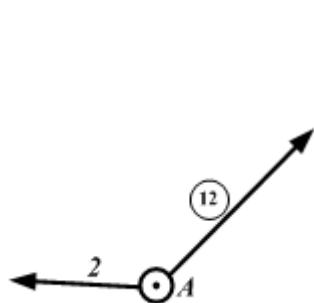


Рис. 34.7. Элементы течения из атласа

Рис. 34.8. Значения элементов течения для счислимого места судна

34.10. Судовождение в морях с приливами

Нередко приливные явления играют решающую роль при выборе пути судна. В отдельных случаях колебания уровня моря играют положительную роль, позволяя судам с большой осадкой во время полной воды заходить в порты, расположенные в мелководных бухтах, устьях рек, проходить мелководные проливы, значительно сокращать путь.

Плавание судна в районах действия приливо-отливных явлений должно предваряться тщательным изучением этого важного фактора и производством заблаговременных предвычислений.

При наличии частых обсерваций прохождение районов, где маневрирование судна не стеснено, а линия его пути может уклоняться от основной оси узкости или фарватера на величину максимального бокового сноса от течения, предварительная прокладка ведется следующим образом (рис. 34.9):

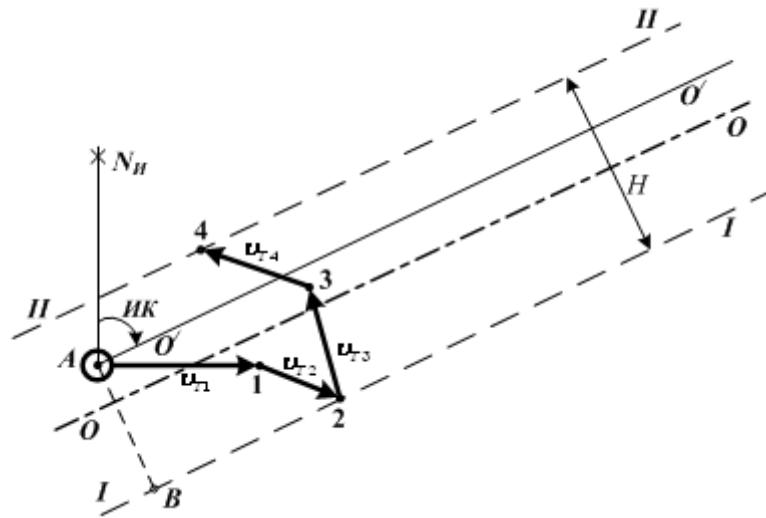


Рис. 34.9. Учет приливо-отливных течений на переходе судна

- 1) → на морской навигационной карте отмечают основную осевую линию (OO) предполагаемой к прохождению узкости (канала, фарватера);
- 2) → на листе кальки проводят линию ($O'O'$) под тем же углом, как и линия (OO) на карте ($ИК$ или $ПУ$);
- 3) → произвольную на кальке точку A считают той точкой, от которой судно должно начать свое счисление в данном районе, то есть в которую судно должно выйти при подходе к узкости;
- 4) → устанавливают промежуток времени t (например: 4 часа), в течение которого судно должно пройти данную узкость;
- 5) → от точки A , в масштабе карты, прокладывают вектор $A-1$ сноса судна приливо-отливным течением ($\overline{u_{T1}}$) за время $t = 1$ час → конец этого вектора – точка 1;
- 6) → из той же точки 1 (в том же масштабе) прокладывают снос судна (1-2) приливо-отливным течением ($\overline{u_{T2}}$) за следующий час → конец этого вектора точка 2;
- 7) → аналогично находят точки 3 ($\overline{u_{T3}}$) и 4 ($\overline{u_{T4}}$);
- 8) → через крайние точки (2 и 4) проводят на кальке прямые линии ($I-I$ и $II-II$) параллельно линии $O'O'$, которые и определяют ширину полосы (H), в пределах которой будет лежать путь судна, правящего одним и тем же постоянным курсом ($ИК$);
- 9) → подготовленную таким образом кальку располагают на карте так, чтобы линии OO (на карте) и $O'O'$ (на кальке) были параллельны, а крайние точки 2 и 4 не выходили бы за границы канала (фарватера, узкости);
- 10) → на карту переносят с кальки полосу движения судна и начальную точку A , в которую должно выйти судно для прохода узкости постоянным курсом $КК = ИК - \Delta К$.

Придя в точку A , и следуя по направлению OO судно не выйдет из полосы, ограниченной линиями $I-I$ и $II-II$.

В дальнейшем учет течения при исполнительной прокладке производят обычным способом. Судоводитель получает место судна по счислению в конце каждого часа (а если это необходимо, то и через 30 мин.), следя за тем, чтобы судно не вышло за пределы безопасной полосы.

Если же по условиям плавания снос судна течением на максимальную (предельную) величину допустить нельзя, то применяется другой прием, который заключается в предварительном расчете поправок на течение ($\angle\beta$) на каждый час плавания, с последующим расчетом $ИК$:

$$ИК = ПУ - (\pm\beta), \quad (34.25)$$

где $+\beta$ – при сносе судна вправо;
 $-\beta$ – при сносе судна влево.

Таким образом, исходя из рассчитанных средних элементов течения (K_T, φ_T) за каждый час, заранее рассчитывают те поправки, которые необходимо вводить в курс судна, чтобы в общем сохранить направление движения судна по выбранному и проложенному на карте пути.

Известным графическим приемом (рис. 34.10) по заданным элементам ($ПУ_\beta, K_T, \varphi_T$) определяют угол β и значение $ИК$, который необходимо удерживать, чтобы следовать по линии пути.

Точно также проводят расчеты и для следующих интервалов времени (на каждый час), а результаты расчетов сводятся в специальную таблицу.

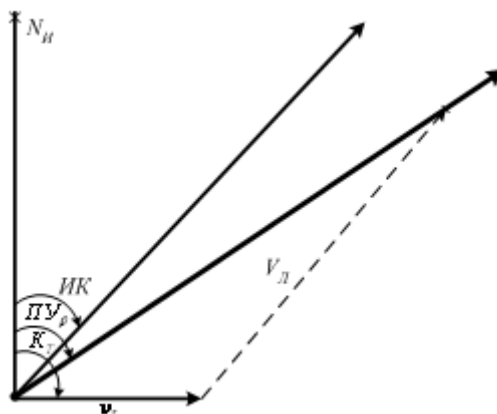


Рис. 34.10. Графический прием расчета истинного курса судна при учете течения

При плавании судна в районах изученных приливо-отливных течений учет сноса судна следует производить каждый час.

Счисление пути судна обычно ведут по линии пути, откладывая на ней расстояния, пройденные судном относительно дна (получают графическим построением). При таком счислении следует внимательно следить за постоянством курса и скорости. В случае изменения курса или скорости может возникнуть угроза потери счислимого места.

В районах, где данные о течении отсутствуют, надлежит соблюдать особую осторожность и располагать курсы на расстоянии от берега и навигационных опасностей больше, чем возможный снос судна за промежуток времени, необходимый для перехода судном расстояния от последней обсервации до данной опасности.

В подобной обстановке для судоводителя важно иметь на путевой карте одновременно 2 линии – линию $ПУ$ и линию $ИК$. Определенный этими линиями сектор при недостоверных элементах течения ограждает судоводителя от сближения с опасностями.

Счисление пути ведут по линии $ИК$ и для контроля переносят счисляемые точки (по элементам течения) на линию $ПУ_\beta$.

Выводы

1. Приливо-отливные явления вызываются совокупным действием сил притяжения Луны и Солнца.
2. На величину и характер прилива оказывают влияние:
 - взаимное расположение Земли, Луны и Солнца;
 - изменение склонения Луны;
 - изменение расстояния между Луной и Землей;
 - физико-географические условия моря (рельеф, глубины).
3. По своей периодичности приливы подразделяются на полусуточные, суточные и смешанные; а по характеру – на правильные и неправильные.
4. Самые большие приливы – *сизигийные* (новолуние и полнолуние), а наименьшие приливы – *квадратурные* (Луна в I-й и последней четверти).
5. Ежегодные «Таблицы приливов» позволяют предвычислить элементы приливов в отдельных (основных и дополнительных) пунктах Мирового океана.

6. Приближенный график прилива позволяет наглядно, просто и с допустимой точностью решать задачи судовождения при плавании судна на морях с приливами.
7. Гармонические постоянные приливов – постоянные характеристики гармонических составляющих кривой приливного колебания уровня (приводятся в части II английских «Адмиралтейских таблиц приливов»).
8. Удобную и ценную для целей судовождения информацию о приливо-отливных течениях представляют специальные таблицы элементов таких течений, помещаемых непосредственно на картах.

Используя такую таблицу можно рассчитать ежечасные значения элементов приливо-отливного течения для конкретного района плавания.

9. Каждая из 48 карт «Атласа поверхностных течений...» содержит данные о направлении и скорости поверхностных приливо-отливных течений на один из четных часов лунных суток для конкретного возраста Луны.
10. Плавание судна в районах действия приливо-отливных явлений должно предваряться тщательным изучением данного явления и производством заблаговременных предвычислений.

ГЛАВА 35. НАВИГАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОДХОДА СУДНА К БЕРЕГУ И ПРИБРЕЖНОГО ПЛАВАНИЯ

35.1. Подготовка судна к подходу к берегу

Выход с моря к побережью является опасным и ответственным этапом плавания. Свыше 60% всех навигационных аварий происходит именно на этапе подхода судна к берегу. Поэтому при планировании перехода данный этап требует **особенно тщательной подготовки**, который заключается в следующем:

1. → По картам, лоциям и другим навигационным пособиям детально изучают всю информацию о районе подхода к берегу, подбирают пособия и справочные карты с рисунками побережья и его радиолокационного изображения.

Если на подходной путевой навигационной карте самого крупного масштаба не помещаются нужные ориентиры (маяки, огни, приметные мысы и т.п.), то в том же масштабе изготавливают и подклеивают к ней клапан с нанесенными ориентирами или же пользуются (как вспомогательной) картой более мелкого масштаба, а результаты определений переносят на подходную путевую навигационную карту.

2. → Перед подходом к берегу необходимо иметь надежное счислимое место, точность которого зависит от точности последней обсервации и времени плавания после нее. Поэтому на дальних подступах к берегу рекомендуется выполнять независимые от опознаваемого берега обсервации по СНС и РНС, радиомаякам или небесным светилам вплоть до начала визуальных определений по береговым ориентирам.

Вместе с тем определение места судна не должно отвлекать вахтенного помощника от опознавания берега и наблюдения за окружающей обстановкой.

3. → Перед зрительным обнаружением берега желательно усилить ходовую вахту, вызвав подвахтенного помощника или капитана.

Радиолокационное обнаружение берега обычно предшествует визуальному. Дальность такого обнаружения некоторых ориентиров дана ниже:

Среднестатистические дальности радиолокационного обнаружения объектов

($\lambda=3$ см; $h_A=15$ м) (из табл. 2.6а «МТ-2000»)

Таблица 35.1.

№ п/п	Наименование объекта	ДрЛО (мили)
1	Катера и шлюпки	1-1,5
2	Малые деревянные суда	1-4
3	Суда водоизмещением 20т.	4-6
4	Траулеры (100-150 т.)	6-9
5	Суда водоизмещением 1.000 т.	6-10
6	Суда водоизмещением 10.000 т.	10-16
7	Суда водоизмещением 50.000 т.	16-20
8	Малый морской буй	1-2
9	Средний морской буй	2-3
10	Большой морской буй	3-4
11	Буй с пассивными р/л отражателями	6-8
12	Низменный песчаный берег	1-5
13	Скалистый берег	до 20
14	Холмы и горы	15-40
15	Причалы, волноломы	5-10
16	Отдельно расположенные маяки	5-10
17	Мосты через реки	до 5
18	Айсберги высокие и крутые	15-23
19	Айсберги средние	13-15
20	Обломки айсбергов	до 5

21	Торосы, смерзшийся лед	до 5
22	Ровные ледяные поля	до 3
23	Сильное волнение	2-4
24	Прибой на рифах	до 4
25	Прибой на мели	до 2
26	Сулой	до 2
27	Приливная волна	0,5-1,0
28	Сильные ливни (грозы)	10-20
29	Дождевой шквал	3-10

4. → При «подъеме» карт отмечают ориентиры, эхосигналы от которых могут появляться на больших расстояниях от берега. Эти ориентиры используют для опознавания места судна по вееру пеленгов и расстояний.

Опознавание будет тем увереннее, чем больше измерено пеленгов (Π) и расстояний (D) ориентиров и чем характернее контуры наблюдаемых объектов.

Особенно трудно бывает обнаружить и опознать низменные берега, поймы рек, коралловые острова и рифы.

Берега, поросшие лесом можно обнаружить визуально одновременно с появлением их на экране РЛС, а беслесные даже раньше, чем появятся на экране ИКО.

5. → Не следует планировать выход судна к побережью на **темное время суток** к низменным приглубым берегам.

6. → Иногда при подходе к берегу, судоводители вынуждены пользоваться одиночным ориентиром или ориентирами без четко выраженных отличительных признаков. Тогда, при определении места судна с помощью РЛС, необходимо **учитывать возможность грубых промахов**, вызванных ошибками в опознавании ориентиров. Такие промахи обнаружить трудно. Радиолокационное определение места судна должно проверяться другими способами – радиопеленгованием КРМ^{OB}, визуальными и т.п.

7. → Для опознавания берега и уточнения места судна **заранее намечают надежные ориентиры** (радиомаяки, маяки, огни, знаки ...). Сведения о них из соответствующих навигационных руководств и пособий, а дистанцию уверенного приема или открытия надписывают на картах. Вычисляют СКП линий положения (m_{Π}), полученных по пеленгам ориентиров для дальностей их открытия:

$$m_{\Pi} = \frac{D_{(мили)} \cdot m_{\Pi}^{\circ}}{57,3^{\circ}} \quad (\text{мили}) \quad (35.1)$$

где m_{Π}° – СКП измерения пеленга;

$D(\text{мили})$ – расстояние от места судна до ориентира.

8. → Существенное влияние на выбор пути при подходе к берегу оказывает конфигурация побережья и рельеф дна. Судоводители учитывают, что **крутой и высокий берег скрадывает расстояние**, а отчетливо выраженная конфигурация побережья позволяет более точно определить место визуально или с помощью РЛС. **Отчетливо выраженная конфигурация побережья позволяет более точно определить место.**

9. → Однако при движении судна вблизи приглубых скалистых берегов во время плохой видимости (туман, ливень, и пр.) попытка использовать **подавление помех в центре индикатора РЛС** может привести к исчезновению сигналов от близких скал и потере ориентировки. Тогда, во избежание излишнего риска, путь выбирают на достаточном удалении от опасностей, даже если они позволяют подходить ближе к берегу.

10. → Путь судна обычно прокладывают в соответствии с наставлениями и рекомендациями лоции. Но в любом случае **выход к берегу** до надежного его опознавания планируют курсами, направленными к береговой черте **под углом, близким к 90°**. Если обстоятельства не позволяют подходить по нормали к опасности, то движение вдоль них с моря следует предусматривать на расстоянии **не менее «3М₀»** последнего определения места судна. Такого же расстояния придерживаются и при выходе с моря к отдельным навигационным опасностям или при входе в проход между ними.

11. → После уверенного опознания берега и получения **надежного** обсервованного места переходят на «**лоцманский**» **метод проводки судна** по буйам и береговым ориентирам. Точность глазомерной оценки при такой проводке можно характеризовать относительными величинами, составляющими $\approx 10\%$ от определяемого расстояния (D).

Если судно проходит вблизи навигационной опасности, то этот способ требует оценивать расстояния до ориентиров с высокой точностью.

12. → До подхода к берегу обращают внимание на величину и характер изменения глубин. Поэтому **применение эхолота** для контроля за глубиной при подходе к берегу и опознании его – **обязательно**. На путевой МНК намечают место включения эхолота, учитывая расположение изобат и отличительных глубин.

13. → Там, где подход к берегу определяется СРДС, вход в эту систему часто обозначают плавмаяками или буйами, многие из которых оборудованы радиолокационными маяками-ответчиками. В таких случаях **планируют выход на плавающий маяк или буй** и отмечают на карте P и D его открытия. Прокладывая путь судна, необходимо **избегать пересечения пути выходящих из СРДС судов**, а если этого избежать нельзя, то пересечение потока следует выполнять не ближе, чем за 2 мили от выхода из этой системы и, по возможности, перпендикулярно потоку.

14. → В зоне контроля за движением судов оператором БРЛС на путевой МНК намечают рабочие границы этих станций, **места установления УКВ-связи с постами УДС**, частоты их работы и позывные. После опознания судна и установления с ним связи, пост УДС будет контролировать его движение и, при необходимости, давать команды для выхода на безопасный установленный путь или же (по запросу) сообщать текущие координаты.

15. → Для **оперативного получения** сведений по обеспечению безопасности плавания (**ПРИП**) на путевую МНК наносят места расположения, частоты вызова, рабочие частоты УКВ и позывные местных радиостанций навигационной информации, постов НИС (наблюдения и связи).

16. → Наносят также **границы экономических, экологических, рыболовных, таможенных зон, территориальных** и портовых вод и делают необходимые выписки из Правил плавания в этих водах.

17. → Планируя подготовку судна к входу в прибрежные воды, рассчитывают и отмечают на путевой МНК **место и время перевода СЭУ в маневренный режим**; проверяют готовность судна к плаванию при особых условиях, время предупреждения капитана, вызова дополнительной вахты на мостик и боцмана на бак.

18. → При необходимости назначают время для подхода к сложным участкам на **светлое время суток**, и во время малой воды.

19. → Из лоции и наставлений для плавания выписывают **местные признаки приближения к берегу**.

20. → Предполагая понижение видимости подход к берегу рекомендуется производить **на самой малой скорости** судна, имея **якоря готовыми к отдаче** и соблюдая все меры предосторожности.

21. → Если принятые меры не смогут обеспечить безопасное движение судна, то, (как резервный вариант) **планируется постановка на якорь** или возврат на обратный курс.

22. → После опознания берега и уточнения места необходимо тщательно, всеми возможными способами **продолжать контроль за местом судна**. Известно много случаев, когда судоводители допускали навигационные аварии, прекратив контролировать место судна после первого, как оказалось впоследствии, ложного определения места.

23. → Безопасному подходу к берегу может способствовать **построение сеток изолиний навигационных параметров** (пеленгов и расстояний).

35.2. Подход судна к берегу с моря

При подходе судна к берегу условия плавания и обстановка резко меняются. Уже одно приближение к берегу, хотя его еще не видно, вынуждает мореплавателя насторожиться, **подумать о подводных препятствиях**, о надежности путеисчисления, необходимости **как можно чаще контролировать положение своего судна**, так как при плавании у берегов даже незначительные ошибки могут привести к весьма серьезным последствиям и поставить судно в крайне тяжелое положение.

Вблизи берега свободный простор вод сокращается и часто переходит в довольно узкие и ограниченные водные пространства.

Поэтому **точность места и курса судна при подходе к берегу приобретает чрезвычайную важность**, тем более что отмели, банки и отдельные подводные скалы выдвинуты в море на расстояния, значительно большие, чем те, с которых открывается берег (наблюдается чаще у низменных берегов и устьев рек).

Большую помощь в обеспечении безопасности мореплавания в такой обстановке оказывают искусственно сооруженные и **рационально расставленные СНО**, повышающие точность навигационных определений места судна и уменьшающие время, необходимое для опознавания объектов наблюдения и общей конфигурации берега.

Плавающие предостерегательные знаки (ППЗ) не могут служить объектами для точного определения места судна. Однако их расстановка непосредственно у опасностей играет не менее важную роль в обеспечении безопасности прибрежного плавания, а порой более ценную, чем стационарные СНО.

Чем раньше судоводитель опознает элементы берега, тем раньше он сможет сориентироваться и исправить ошибки предыдущего счисления пути судна. Большую помощь в такой обстановке могут оказать **лоция и карты**.

Внимательное изучение карт и руководств для плавания позволит выявить наиболее приглубые участки побережья, «чистые» от подводных опасностей. При отсутствии в лоции специальных указаний о выборе курсов и скоростей в данном районе, выбирают тот участок побережья, где есть характерный, далеко видимый ориентир, который нельзя спутать с другим, даже на экране НРЛС. В этом случае **курс прокладывают прямо на этот ориентир** и, по возможности, **перпендикулярно к изобатам**.

При вынужденном плавании вдоль берега без надежных обсерваций следует выбирать курсы, расходящиеся с опасными изобатами, но не параллельно им. Во всех случаях следует **избегать проходов в непосредственной близости от навигационных опасностей**. Не рекомендуется также «срезать углы», так как подобный выигрыш в расстоянии уклоняет судно от рекомендованных курсов и понижает безопасность плавания.

Опознав берег и «привязавшись» к нему, судно некоторое время совершает прибрежное плавание в видимости берегов и имеется возможность производить обычные визуальные или радиолокационные обсервации. При таком плавании судоводителю нужны **карты, наиболее подробно отражающие все детали морской обстановки, имеющей навигационное значение**. Последнее возможно только на **путевых или частных крупномасштабных навигационных картах**.

В прибрежном плавании навигационную **прокладку пути судна ведут** на путевых МНК масштаба $1:100.000 \div 1:250.000$, а в районах сложных в навигационном отношении – **на частных МНК масштаба $1:50.000$ и крупнее**.

Однако одного нанесения на путевую МНК пути судна недостаточно: плавание судна необходимо соотносить с рельефом дна, берегом, предостерегательными знаками и т.п.

Более того, в обстановке прибрежного плавания **требуется подробно изучить берега**, чтобы заблаговременно выбрать объекты для определения места судна и заранее знать, где и как надо изменять курс судна для того, чтобы безопасно следовать и дальше.

Кроме путевой МНК судоводитель должен **иметь лоцию**, где дано подробное описание берега и других элементов обстановки. Там же даны указания, как нужно направить судно и как надо располагать его курсы, чтобы наилучшим образом миновать все опасности.

Как только мореплаватель увидит берег или связанные с ним ППЗ в некотором удалении от берега, судовождение приобретает другой характер:

1) астронавигационные и радионавигационные способы определения места судна заменяются навигационными – по визуальному наблюдению береговых ориентиров;

2) из-за подводных препятствий судно значительно чаще меняет свой курс, используя прибрежные фарватеры;

3) судно попадает под влияние прибрежных течений, меняющихся по скорости и по направлению в зависимости от приливов, ветров и др. факторов.

Течения в прибрежном плавании представляют значительную помеху. Здесь очень редко можно встретить правильные течения (с постоянными K_T и v_T). Напротив, большей частью прибрежные течения носят весьма неправильный и непостоянный характер, так как конфигурация берегов, глубины и неровности морского дна оказывают большое влияние на изменчивость их элементов (направления – K_T и скорости – v_T).

Кроме ветров, являющихся основной причиной течений в открытом море, в прибрежных районах **течения** возникают из-за нагонных явлений, выносов больших рек, приливов и др. Приливные течения, мало заметные в открытом море, у берегов **выражены более резко** (их скорость достигает **5 ÷ 6 уз.**, а в отдельных местах и **10 ÷ 12 уз.**).

Ветер и волнение затрудняют навигационные наблюдения. Волна, идущая со стороны моря, вызывает ощутимую качку судна, а большинство навигационных способов определения места предполагает взятие отсчетов навигационных параметров в момент нахождения судна на ровном киле. Кроме того, ветер и волнение увеличивают резкие кратковременные отклонения судна от заданного курса (рыскливость), что так же отрицательно сказывается на точности традиционных методов счисления пути и определения места судна. В то же время близость навигационных опасностей требует от судоводителя исключения отклонений от оси фарватера или рекомендованного курса. В этой связи в прибрежном плавании применяются обычно **иные, чем в открытом море, способы определения места, которые не должны быть трудоемкими, а время, потребное на измерение навигационных параметров, их обработку и нанесение места на путевую МНК не должны занимать более 3 ÷ 5 мин.**

Частота определения места зависит от расстояния до навигационных опасностей, их положения относительно линии пути судна, его скорости, точности обсервации и счисления. **Место судна в подобных обстоятельствах определяют обычно через каждые 20 ÷ 30 мин;** если же побережье слабо оборудовано СНО и место приходится определять по приметным ориентирам, чтобы не потерять ориентировку и не ошибиться при опознавании ориентиров, **обсервации следует производить чаще → через каждые 15 ÷ 20 мин.**

При всем этом требуется постоянное наблюдение за окружающей навигационной обстановкой и сравнение ее с описанием в соответствующих руководствах и пособиях для плавания.

Счисление пути судна в промежутках между обсервациями ведут с **обязательным учетом ветрового дрейфа и сноса судна течением.** При этом значение угла дрейфа, вектор течения либо вектор суммарного сноса должны постоянно контролироваться и уточняться по высокоточным обсервациям с тем расчетом, чтобы при внезапном ухудшении видимости счислимое место судна удовлетворяло требуемой точности.

Ночью в пасмурную погоду многие из приметных навигационных ориентиров и ППЗ, а нередко и большинство из них не видны или видны настолько плохо, что пользоваться ими для ориентировки судна невозможно или затруднительно.

При неблагоприятной погоде и ночью судоводитель вынужден особенно осторожно выбирать курсы, **обходить опасности на большем расстоянии** от них, порой **уменьшать ход** и даже **делать остановки судна для уточнения** своего места. То есть приходится принимать дополнительные меры предосторожности, которые днем были бы излишни.

Туман еще больше затрудняет прибрежное судовождение, **требуя чрезвычайной внимательности, аккуратности, предусмотрительности и тщательности** во всех действиях, касающихся плавания судна. При входе в туман следует **уменьшить скорость судна** до безопасной, **чаще определять его место, включить НРЛС, подготовить к действию и использовать звуковые средства сигнализации.**

В таких случаях особую важность приобретают наиболее подробные путевые МНК и по возможности более полные описания водных районов, морской обстановки в них и указания для плавания.

Сложность прибрежного плавания в тумане вызывает необходимость в организации и установке в наиболее ответственных и опасных местах береговой туманной сигнализации.

Судоводитель должен внимательно следить за такими туманными сигналами, быстро и безошибочно распознавать их. Во время тумана он должен максимально использовать все имеющиеся в его распоряжении РТС, **вести непрерывный радиолокационный обзор,** внимательно следить за изменениями окружающей обстановки.

При особо опасных обстоятельствах, подтвержденных показаниями эхолота, местными приметам и туманными сигналами, когда радиолокационное наблюдение не вносит достаточной ясности в обстановку, необходимо **поставить судно на якорь** до уверенного опознания и уточнения своего места.

35.3. Навигационное обеспечение плавания судна при подходе к побережью

35.3.1. Варианты подхода судна к побережью

Под термином «подход к побережью» понимается этап перехода от плавания в открытом море к прибрежному плаванию с определениями места судна по береговым ориентирам.

Важнейшей навигационной проблемой является обеспечение безопасного выхода судна к заданному участку побережья, его своевременное обнаружение и надежное опознание открывающихся ориентиров. В течение многих столетий огромное число навигационных аварий было связано именно с тем, что судно из-за больших ошибок счисления и промахов судоводителей оказывалось на мели прежде, чем были достоверно опознаны береговые ориентиры и определено место.

Успешное решение задачи подхода к побережью зависит, главным образом, от точности текущих координат судна, характера побережья, условий видимости.

При изучении района плавания особое внимание обращается на характер побережья, характер и пределы распространения навигационных опасностей, наличие приметных ориентиров, обнаруживаемых и надежно опознаваемых на больших расстояниях, вероятные дальности и направления открытия ориентиров, характеристики СНО и РТСНО. Важно заранее выделить ориентиры, схожие по очертаниям, и навигационные огни с одинаковыми или схожими характеристиками, которые могут послужить причиной промаха в их опознании. Непосредственно перед подходом к побережью оцениваются погодные условия, и в первую очередь метеорологическая видимость.

Исходя из радионавигационной обеспеченности района, навигационного оборудования судна, условий плавания, опыта предыдущих переходов **оцениваются возможные варианты подхода к побережью** и выбирается оптимальный из них. **При использовании современных РНС и СРНС**, удовлетворяющих требованиям стандартов точности судовождения ИМО, судно может выйти к побережью на дальность надежного радиолокационного обнаружения с предельной ($P = 0,95$) погрешностью текущего места

$$\hat{M}_T \leq 4\% \cdot D_{\text{оп}}, \quad (35.2)$$

то есть острота проблемы снимается. Для подхода к побережью выбираются общепринятые кратчайшие курсы, безопасные в навигационном отношении.

При использовании традиционных методов навигации для подхода к побережью обычно практиковалась последовательная смена способов навигационных определений: астрономические методы или РНС дальнего действия → прибрежные РНС (т. «Декка») или КРМ^{КИ} → радиолокационные определения → визуальные обсервации. При этом дискретность обсерваций естественным образом уменьшалась, а точность обсерваций и точность текущего места судна повышались, что и обеспечивало уверенный выход судна на заданный участок побережья.

Худшим вариантом является подход к побережью по счислению после длительного плавания без обсерваций.

Даже малая систематическая погрешность (в учете θ , K , ΔL) приводит к значительным погрешностям счислимого места при длительном переходе.

Анализ записей судовых журналов показывает, что вплоть до установки на судах АПИ СРНС даже крупнотоннажные суда выходили к проливу Ла-Манш из Атлантики с погрешностью счислимого места до 30÷40 миль.

Такие погрешности могут стать причиной промаха в опознавании открывшегося участка берега либо промаха в устранении многозначности при входе в зону действия фазовых РНС (т. «Декка»).

Если судно вынуждено подходить к побережью после длительного плавания, то до подхода необходимо принять все меры для получения надежной обсервации, а если это невозможно → **уточнить место судна хотя бы по одной линии положения**. Если полученная линия положения перпендикулярна или почти перпендикулярна побережью, она укажет вероятный участок выхода к побережью. Напротив, линия положения параллельная побережью, укажет, на каком расстоянии от берега находится судно, но останется неизвестным участок выхода судна к побережью. (Следует заметить, что даже поток судов, выходящих из важного судоходного пролива или уходящих от крупного порта, может служить своеобразным ориентиром при подходе к побережью).

При подходе к побережью резко возрастает роль навигационного эхолота как средства для непрерывного контроля глубин и предупреждения об опасности (несовпадение H_{Σ} с H_K , неожиданное резкое уменьшение глубин и т.п.). Измеренную глубину (обсервованную изобату) можно использовать

и для уменьшения площади вероятного места судна, когда глубины в районе плавания изменяются достаточно быстро, но не беспорядочно:

1. → если в районе плавания **изобаты параллельны или почти параллельны между собой**, то используется общий прием уточнения счислимого места по одной линии положения → обсервованной изобате;
2. → если в районе плавания **изобаты расходятся под углом более 30°**, то возможно уточнение счислимого места методом **«крюйс-изобаты»** по разновременным измерениям глубины (плавание по счислению \overline{S}_n за Δt между замерами H вмещается между соответствующими изобатами на карте);
3. → если в районе имеются **отличительные глубины**, то при обнаружении этой отличительной глубины площадь вероятного места судна уменьшается до ее размеров.

Все методы уточнения места по глубинам **носят ориентировочный характер** и являются резервными, а результаты такого уточнения должны проверяться при первой возможности более точными навигационными способами.

35.3.2. Выбор курсов подхода

При большой погрешности текущего места судна курсы подхода к побережью следует выбирать особым образом – так, чтобы обеспечить гарантированное обнаружение, опознание побережья и определение места судна по береговым ориентирам до подхода к навигационным опасностям (рис. 35.1).

$$D_{ОБН} > D_{ЗН} > D_{ОМС} > (D_{ОП} + \hat{M}_T), \quad (35.3)$$

где \hat{M}_T – предельная радиальная погрешность текущего места судна при подходе к побережью;
 $D_{ОП}$ – расстояние от «приметного» ориентира до опасной изобаты в секторе вероятных курсов подхода к побережью;

$D_{ОМС}$, $D_{ЗН}$ – расстояния, на которых должна обеспечиваться возможность определения места судна по данному ориентиру и возможность надежного опознания ориентира соответственно;

$D_{ОБН}$ – требуемая дальность обнаружения ориентира при данных условиях плавания.

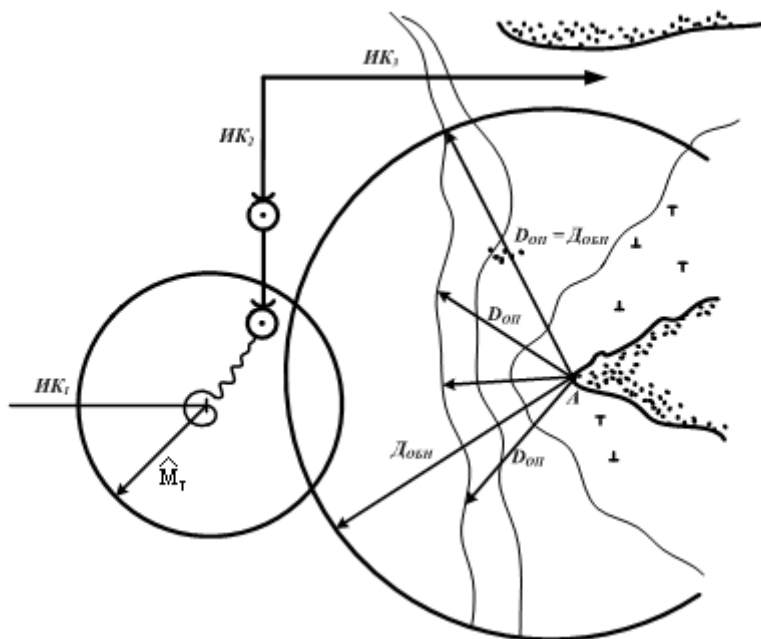


Рис. 35.1. Выбор курса подхода к берегу при большой погрешности в месте судна

При отсутствии особых рекомендаций, в общем случае, для подхода к побережью **выбирается приглубый участок, чистый от подводных опасностей**, где имеется **характерный, далеко видимый ориентир**, надежно опознаваемый на экране РЛС. Курс судна прокладывается **прямо на такой ориентир** и по возможности **перпендикулярно к изобатам**. После обнаружения и опознавания такого

ориентира относительно него опознается вся открывающаяся обстановка и определяется место судна. При этом важнейшей задачей является – **обеспечение выхода судна к побережью в пределах надежной дальности обнаружения «приемного» ориентира (Д_{ОБН})**. Вероятность обнаружения такого ориентира определяется функцией Лапласа(см. табл. 18.1):

$$P = \Phi(Z) = \Phi\left[\frac{(D_{ОБН})}{(M_T)_{\perp}}\right], \quad (35.4)$$

по табл. 1б «МТ-75» (с. 61) или по табл. 4.7 «МТ-2000» (с. 395).

Следуя принципу «**Считай себя ближе к опасности**», СКП текущего места судна по направлению, перпендикулярному курсу $(M_T)_{\perp}$, можно принимать равной радиальной (круговой) СКП текущего места, то есть $(M_T)_{\perp} \approx M_T$. Так, если $M_T \leq 1/3 (D_{ОБН})$, то вероятность $P = 0,997$, то есть обнаружение ориентира практически **гарантируется**.

При больших погрешностях текущего места, не гарантирующих попадание судна в зону видимости «приемного» ориентира, **курс судна прокладывается таким образом**, чтобы выйти к побережью в **заведомо определенной стороне (справа или слева)** от заданного ориентира и, обнаружив побережье, уверенно поворачивать в сторону ориентира.

Этот прием вполне применим при подходе к однообразному побережью с редкими ориентирами.

При отсутствии возможности определения места судна даже единственная линия положения позволяет не только уменьшить площадь вероятного места судна, но и обеспечить более точный выход в заданную точку (точку А). Для этого необходимо (рис. 35.2):

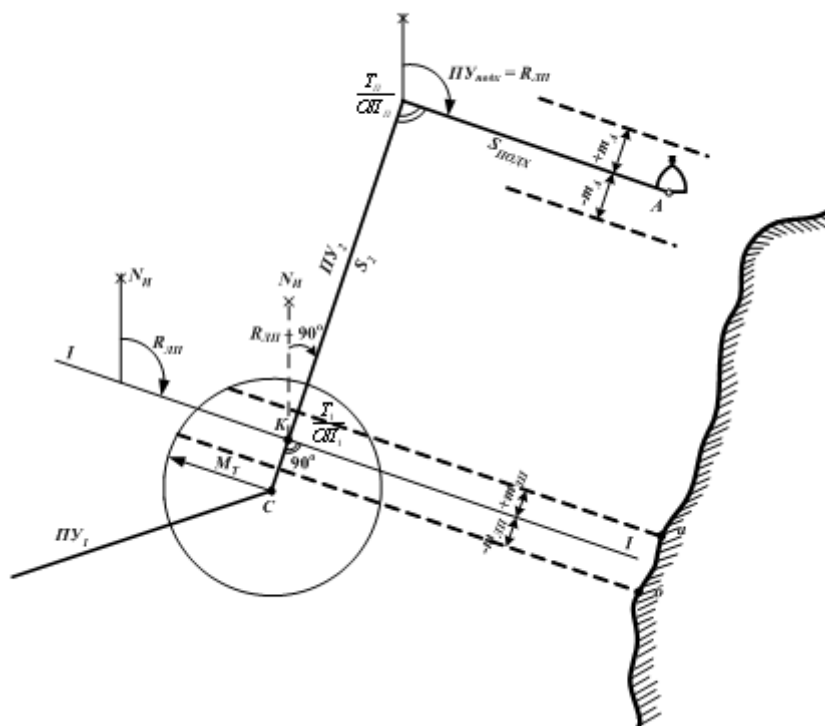


Рис. 35.2. Выбор курса подхода при плавании судна по счислению

1. → проложить обсервованную линию положения I-I на путевой карте, снять ее направление $R_{ЛП}$, перенести счислимое место судна (т. С) в определяющую точку K на линию положения;
2. → проложить путь подхода к заданной точке параллельно полученной линии положения $ПУ_{ПОДХ} = R_{ЛП}$;
3. → кратчайшим и безопасным путем $ПУ_2 = R_{ЛП} \pm 90^\circ$ выйти на линию курса подхода: $t_{П} = S_2 / V$; $T_{П} = T_1 + t_{П}$; $РОЛ = S_2 / K_{Л}$; $ОЛ_{П} = ОЛ_1 + РОЛ$.
4. → в момент $T_{П}/ОЛ_{П}$ лечь на $ПУ_{ПОДХ} = R_{ЛП}$ и следовать им до выхода в заданную точку (т. А).

Ширина полосы выхода ($\pm m_A$) оценивается формулой:

$$m_A = \pm \sqrt{m_{\text{ШТ}}^2 + m_{S_2}^2 + (S_{\text{подх}} \frac{m_{\text{ПУ}}^0}{57,3^\circ})^2}, \text{ (мили)} \quad (35.5)$$

где $m_{\text{ШТ}}$ – СКП обсервованной линии положения на T_1 , (мили);
 m_{S_2} – СКП плавания судна по ПУ_2 , (мили);
 $m_{\text{ПУ}}$ – СКП в путевом угле судна при плавании курсом подхода, ($^\circ$);
 $S_{\text{подх}}$ – плавание судна курсом подхода, (мили).

Чем сложнее условия, ниже точность линии положения, больше S_2 и $S_{\text{подх}}$, тем шире полоса выхода в назначенную точку (т. А), ограниченную $\pm m_A$.

Плавание может осуществляться и непосредственно по обсервованной линии положения при использовании ее в качестве ведущей. При этом различают **два случая**, навигационные возможности которых также резко различны:

1. \rightarrow Если обсервованная линия положения получена на основе измерений, которые нельзя повторить (ВЛП), то она способна вывести судно лишь на произвольный участок побережья $a-b$ (рис. 35.2), случайно оказавшийся на ее продолжении, а ширина полосы выхода:

$$m_A = \pm \sqrt{m_{\text{ШТ}}^2 + (S_1 \frac{m_{\text{ПУ}}^0}{57,3^\circ})^2}, \text{ (мили)}; \quad (35.6)$$

2. \rightarrow Если же данный навигационный параметр возможно измерять (контролировать) непрерывно или, по крайней мере, достаточно часто, то можно выбрать такую ведущую изолинию, следуя по которой судно выйдет в заданную точку.

Проложив, например, линию ведущего радиопеленга на КРМ^К через приемный буй, можно, используя радиопеленгатор, вывести судно на буй с СКП:

$$m_{\text{ШТ}} = m_{\text{РЛ}}^0 \frac{D_\delta}{57,3^\circ}, \text{ (мили)} \quad (35.7)$$

где D_δ – расстояние от КРМ^{КА} до приемного буя, (мили).
 Вероятность обнаружения приемного буя:

$$P = \Phi(Z) = \Phi \left[\frac{D_{\text{обн}}}{m_{\text{ШТ}}} \right], \quad (35.8)$$

Курс судна прокладывается на середину полосы движения СРД только в том случае, если \hat{M}_r не более $1/2$ ширины полосы, то есть если:

$$\hat{M}_r = K_P \cdot \sqrt{M_O^2 + M_C^2} < B/2, \quad (35.9)$$

В противном случае курс прокладывается на $S = \hat{M}_r$ от границы зоны разделения СРД с тем, чтобы исключить случайный заход судна в зону разделения из-за погрешностей счисления. При больших возможных погрешностях текущего места судна, может быть, более благоразумно прокладывать курс в стороне от СРД, на достаточном расстоянии от нее.

При прокладке курса на середину полосы движения СРД вероятность попадания судна в полосу описывается функцией Лапласа:

$$P = \Phi(z) = \Phi \cdot \left[\frac{(B/2)}{(M_r) \perp} \right] \quad (35.10)$$

значит, если $(M_r) \leq B/6$, то $P = 0,997$, т.е. попадание в полосу практически гарантировано.

35.3.3. Оповещение ориентиров

При подходе к побережью очень **важно своевременно обнаружить и опознать** открывающиеся **навигационные ориентиры**. Оповещение усложняется при большой площади вероятного места судна, плохой видимости, однообразных очертаниях побережья или при наличии на побережье объектов (ориентиров) со сходными очертаниями или характеристиками. Промах оповещения – ошибка, в результате которой **один объект принимается за другой** или вся наблюдаемая картина приписывается другому участку побережья, – является распространенной **причиной посадок судов на мель с тяжелыми последствиями**.

Хорошей морской практикой выработано правило: **«Не опознав – не определяйся, не определившись – не подходи!»**.

Радиолокационное и визуальное наблюдения, контроль глубин при подходе к побережью следует начинать заблаговременно, на предельных дальностях, так как при наличии погрешностей в текущем месте судна берег может открыться ранее расчетного рубежа.

Если побережье не появляется в расчетное время или, напротив, открывается ранее расчетного, если $H_э$ не соответствует $H_к$, если глубины начинают резко уменьшаться, если визуальное наблюдение за водной поверхностью указывает на близость побережья, **если появились любые сомнения в месте судна – вахтенный помощник обязан доложить о складывающейся ситуации капитану. Нельзя пересекать намеченную ограждающую изобату без надежного определения места судна.**

При радиолокационном наблюдении первыми появляются на экране РЛС изображения высоких участков берега в виде отдельных пятен (отметок), по которым местность обычно опознать трудно (за исключением случаев, когда эхо-сигнал имеет очень характерную форму или получен от одиночного, удаленного от других, высокого объекта). Затем происходит постепенное насыщение радиолокационного изображения множеством отметок эхо-сигналов, изображение местности на экране все более напоминает по своим очертаниям изображение на карте (хотя многие детали береговой черты на экране «сглаживаются», некоторые участки побережья затеняются, а в районе низменностей могут оставаться «разрывы» в радиолокационном изображении).

С появлением эхо-сигналов на экране РЛС судоводитель должен сориентироваться в изображении, выделить основные (опорные) ориентиры, выдвинуть гипотезу о наименовании и положении на карте наблюдаемых объектов, учитывая:

- 1) → характер радиолокационного изображения;
- 2) → D и P открытия объектов в сравнении с расчетными;
- 3) → характер взаимного расположения объектов относительно опорного на экране РЛС и на карте;
- 4) → степень доверия к числимому месту.

Проверка характеристик объекта (его окраски по книге «Огни и знаки», характеристики его огней по секундомеру и др.) позволяет проверить (подтвердить или опровергнуть) гипотезу (**«тот или не тот»**).

Если характеристики объекта настолько оригинальны, что безошибочность опознавания гарантируется, то задача опознавания будет существенно упрощена. В противном случае необходимо дополнительно учитывать следующие рекомендации:

1. → Если на экране РЛС только один характерный эхо-сигнал, то для его опознавания используется **метод площади** вероятного места судна (попадание измеренных по РЛС P и D до ориентира в круг радиусом $R = \hat{M}_T$) – **способ не надежен, а при большой погрешности в месте судна даже опасен, так как «провоцирует» судоводителя принять желаемое за действительное.**
2. → Если на экране РЛС наблюдается два характерных эхо-сигнала, а на путевой МНК имеется несколько подобных объектов – используется **метод раздельного нанесения точек** пересечения пеленгов и точек пересечения дистанций для каждой пары ориентиров. Эта задача надежно не решается, если ориентиры на путевой карте расположены на (\approx) одинаковых расстояниях друг от друга.
3. → Если на экране РЛС наблюдаются три характерных эхо-сигнала, то удобен **метод трех дистанций**; критерием правильности опознавания будет пересечение всех трех окружностей в одной точке или малый треугольник погрешностей. **Большую надежность опознавания дают измерение и прокладка на путевой МНК всех 6-ти изолиний: – 3-х пеленгов и 3-х дистанций с последующим анализом полученной фигуры погрешностей.**

4. → Если на экране РЛС несколько (> 3 -х) характерных эхо-сигналов, то более надежен **метод веера пеленгов и дистанций**, который обеспечивает не только надежное опознание, но и выявление ошибок в опознании объекта, что повышает точность последующих определений места судна по этим объектам.
5. → **Способ параллельных пеленгов** может применяться в том случае, если судно, подходя к изрезанному побережью, движется вдоль него под некоторым углом. Недостаток способа – длительное плавание судна вдоль побережья без надежного места.
6. → Если хотя бы один из наблюдаемых ориентиров надежно опознан, то для опознания других объектов более эффективен **метод привязки** – измерение пеленга и дистанции по РЛС на этот ориентир (Π_0, D_0) и, одновременно, на неизвестный (Π_1, D_1) с прокладкой на путевой карте из обсервованной точки (рис. 35.3). Способ позволяет опознать объект, выявить находится ли объект (буй, бочка) на штатном месте.

Радиальная СКП определения опознаваемого объекта (M_{IP}) складывается из СКП определения места (M_O) и СКП положения искомого объекта ($M_{OГН}$):

$$M_O = \sqrt{m_D^2 + \left(m_{\Pi}^0 \cdot \frac{D_O}{57,3^0}\right)^2}, \text{ (мили)} \quad (35.11)$$

$$M_{OГН} = \sqrt{m_D^2 + \left(m_{\Pi}^0 \cdot \frac{D_i}{57,3^0}\right)^2}, \text{ (мили)} \quad (35.12)$$

$$M_{IP} = \sqrt{M_O^2 + M_{OГН}^2} = \sqrt{2m_D^2 + \left(\frac{m_{\Pi}^0}{57,3^0}\right)^2 \cdot (D_O^2 + D_i^2)}, \text{ (мили)} \quad (35.13)$$

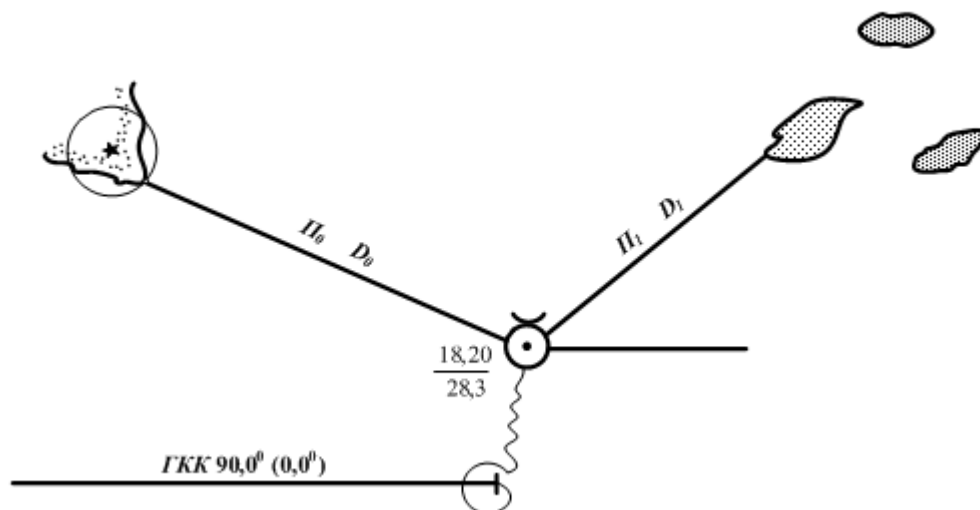


Рис. 35.3. Метод привязки при опознании ориентира

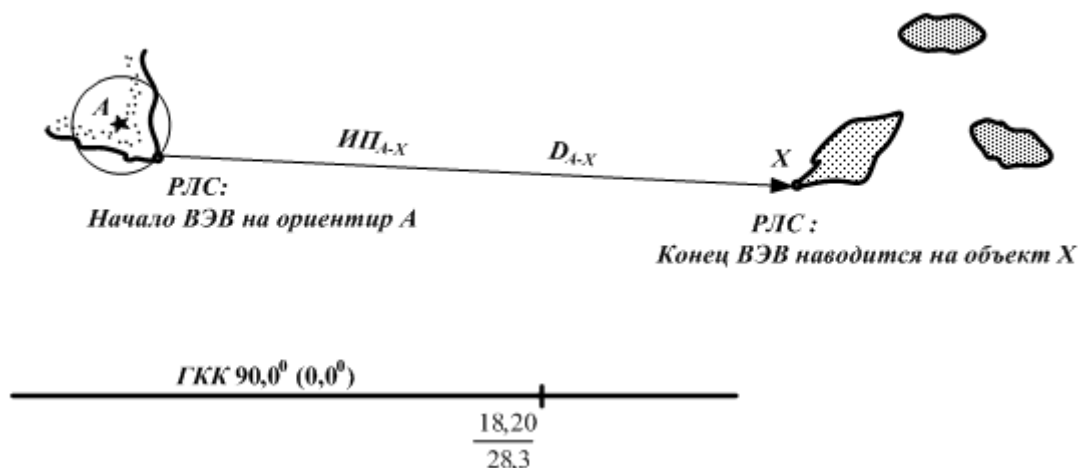


Рис. 35.4. Метод привязки при наличии ВЭВ РЛС

На больших расстояниях нельзя надежно определить «штатность» места буя, плавающего маяка.

При наличии в РЛС выносного электронного визира (ВЭВ) метод привязки может быть реализован не от судна, а от объекта (рис. 35.4), начало ВЭВ наводится на известный ориентир, а конец ВЭВ – на опознаваемый, тогда по снятым с РЛС пеленгу (Π) и дистанции (D) определяется место объекта на карте.

Радиальная СКП привязки:

$$M_{\text{РП}} = \sqrt{m_D^2 + \left(m_{\Pi} \cdot \frac{D_{A-X}}{57,3^\circ}\right)^2}, \text{ (мили)} \quad (35.14)$$

то есть точность намного выше.

Невозможно перечислить все разнообразные приемы опознавания ориентиров. На основании предложенной общей методики, собственного опыта, особенностей района плавания и технических особенностей судовой РЛС судоводитель выбирает и применяет (исходя из опыта и обстановки) наиболее оптимальные методы и он не должен пренебрегать никакими средствами, методами и приемами, которые позволяют с наибольшей надежностью опознать отдельный объект или участок побережья.

Надежное опознание опорных («приемных») ориентиров позволяет последовательно опознать относительно их все открывающиеся участки побережья и перейти к определению места судна по береговым ориентирам.

На больших расстояниях выбор ориентиров обычно невелик, и располагаются они в узком секторе на носовых курсовых углах. Для обсерваций используются отдельные опознанные мысы, высоты, вершины, относительно которых место судна определяется по радиолокационным пеленгу (РЛП) и дистанции (D_p). Точность таких определений обычно невелика, и они носят ориентировочный характер, обеспечивая первичную привязку к побережью и сокращая площадь вероятного места судна по сравнению со счислением.

При дальнейшем приближении к берегу, увеличении числа наблюдаемых ориентиров, повышении четкости радиолокационного изображения побережья определения места судна производятся по 2-3 ориентирам с избыточными (3-4) линиями положения. Избыточность обеспечивает надежность получаемых обсерваций, исключение промахов и повышение точности определений.

С открытием и опознанием визуальных ориентиров повышение точности достигается путем использования визуальных пеленгов (вместо РЛП), а повышение надежности – разумным чередованием визуальных и радиолокационных обсерваций, проверкой характеристик навигационных огней, взятием избыточных линий положения, анализом невязок, измерением и контролем глубин.

В районах, где береговая черта и глубины нанесены на МНК недостаточно достоверно, подход к побережью требует особой осторожности. Скорость судна, как правило, должна быть уменьшена, а глубина контролироваться непрерывно. Иногда в качестве предупредительной меры притравливают якорь на глубину несколько большую осадки судна, и наблюдают за якорь-цепью, что позволяет обнаружить подводную опасность при непосредственном приближении к ней.

35.4. Навигационное обеспечение прибрежного плавания

Под термином «прибрежное плавание» понимается плавание судна на удалении от берега и навигационных опасностей « $3 \leq D_{\text{оп}} \leq 50$ миль», то есть в зоне постоянной или периодической видимости побережья (визуально или по РЛС), что позволяет систематически (визуально или по РЛС) определять место судна по береговым ориентирам.

Для прибрежного плавания характерны более высокие требования к точности судовождения, чем в открытом море, большее влияние течений (особенно приливо-отливных), более широкие возможности навигационных определений, более плотный судопоток, особенно на подходах к поворотным мысам, узкостям, проливам, крупным портам.

Выбор оптимальных курсов в прибрежном плавании усложняется. В первую очередь необходимо учитывать положения международно-правовых документов и законодательных актов прибрежных государств.

Свобода судоходства существенно ограничена в территориальных водах прибрежного государства (в особенности для некоммерческих судов и судов с особыми характеристиками). При осуществлении мирного прохода через территориальные воды прибрежное государство может устанавливать для всех иностранных судов **специальные морские коридоры и СРД**. Для судов определенных типов (...танкеров...) могут потребоваться держаться в стороне от побережья на расстоянии, не менее указанного прибрежным государством. **Обязателен обход запретных и ограниченных для плавания районов.**

При выборе курсов **необходимо учитывать СРД, установленные пути, рекомендованные курсы**. Обычно это регламентируется правилами, устанавливающими режим судоходства в данном районе. Кроме того, используя СРД и рекомендованные пути, судоводитель вправе рассчитывать, что этими путями уже прошло множество судов, а это значит, что **здесь не должно быть навигационных опасностей**. Плавание между соседними СРД осуществляется кратчайшими безопасными курсами. При плавании в узкостях курсы прокладываются с учетом Правила 9 «МППСС-72» или местных правил плавания.

Всякое отклонение от рекомендованных курсов должно быть тщательно обосновано.

Очень внимательно нужно относиться к предупреждениям об опасностях местного характера, печатаемым под заголовком карты.

Должны быть учтены и другие **материалы по режиму плавания** – циркулярные письма, радиогаммы и рекомендации судоходной компании, описания маршрутов, наставления, рекомендации, издаваемые различными ведомствами.

При выборе курсов в районах интенсивного судоходства необходимо учитывать и **характеристики сложившихся судопотоков**, плотность которых часто увеличивается в районах поворотных мысов и вблизи конечных участков СРД. При попадании судна во встречный судопоток, частота расхождений и опасность столкновения резко возрастают.

Необходимо прокладывать курсы с таким расчетом, чтобы до минимума свести вероятность возникновения опасной ситуации и иметь достаточное пространство для маневра. С этой точки зрения рекомендуется **обходить районы промысла** и другие районы, где обычно наблюдается скопление судов.

Хорошая морская практика требует **не прокладывать курсы близко к берегу**, если имеется свободное пространство в сторону моря.

Курсы судна в прибрежном плавании должны прокладываться по безопасным глубинам за пределами ограждающей изобаты – изобаты, в пределах которой лежат все навигационные опасности. При скалисто-вулканическом характере дна не следует прокладывать курсы в пределах 200-метровой изобаты.

Расстояние до берега и навигационных опасностей должно быть существенно увеличено в слабоизученных районах, с редким промером глубин, с наличием объектов с обозначениями типа *ПП*, *ПС*, *СС*.

Прокладывая курсы в непосредственной близости от навигационных опасностей или между ними, судоводитель тем самым усложняет задачу обеспечения безопасного плавания.

Но и **чрезмерное удаление от побережья будет затруднять навигационные обсервации**. Поэтому рекомендуется **прокладывать курс на $D \geq 2$ мили от опасной изобаты** в пределах 60 ÷ 80% ожидаемой дальности визуального или радиолокационного наблюдения ориентиров – с таким расчетом, **чтобы обеспечить возможность регулярных обсерваций**.

Чтобы спрямить путь, курсы прокладывают «с мыса на мыс» параллельно генеральному направлению побережья либо расходясь с ним: **не следует прокладывать курсы, сходящиеся с побережьем под малым углом**, так как монотонное и постепенное сближение с берегом притупляет у судоводителей чувство опасности.

Повороты планируют так, **чтобы поворотных точек было бы по возможности меньше** и чтобы можно было надежно определить место судна на подходах к повороту и сразу после него. **Удобно выполнять повороты на траверзах ориентиров** («поворотных» мысов) либо на тупых $KУ = 100 \div 110^\circ$ поворот на остром $KУ$ может привести к нежелательному сближению с мысом. **При поворотах**, огибании мысов, банок следует **держаться фарватеров и рекомендованных курсов**, не приближаясь к берегу и не срезая углы на поворотах.

Учитывая, что поворот на новый курс никогда не может быть выполнен абсолютно точно (при учете еще и α и β), **не следует планировать его вблизи навигационных опасностей** или **пытаться войти в узкий канал (фарватер) на циркуляции**.

Поворот лучше **начинать и выполнять заблаговременно** с тем, чтобы иметь запас пространства и времени компенсировать ошибки поворота и стабилизировать судно на новом пути до подхода к опасностям.

Все точки поворотов «привязываются» контрольными пеленгами и дистанциями к береговым ориентирам, координаты этих точек вводятся в АПИ РНС.

Все проложенные на путевых МНК линии предварительной прокладки являются линиями заданного пути (*ПУ_{зад}*). Рассчитываются курсы для рулевого (если нужно – с учетом ожидаемых α и β).

Навигационные треугольники с учетом вектора течения и угла дрейфа от ветра строятся на свободном участке МНК; элементы приливо-отливных течений выбираются на средний момент каждого часа, а при коротких курсах – на средний момент плавания каждым курсом.

При изменении хотя бы одного из элементов (*КК, V_L , U, W, КТ, $\overline{v_T}$*) – расчеты и построения выполняется заново.

На основании выполненных расчетов оформляются надписи на линиях предварительной прокладки, и производится «подъем» карты.

Оптимальная скорость судна выбирается на основе тех же принципов, что и при плавании в открытом море. Но при этом дополнительно **учитываются:**

- 1) → **большая плотность и интенсивность движения судов;**
- 2) → **возможные скопления судов** (район рыбного промысла);
- 3) → **вероятность встречи с малыми судами** (каботажными, рыболовными, прогулочными и др.), не всегда достаточно освещенными.

Радиолокационное, визуальное и слуховое наблюдения организуются на тех же принципах, что и в открытом море, однако в прибрежном плавании необходимо выставить, как минимум, одного квалифицированного матроса-наблюдателя. При усложнении плавания **ходовая вахта на мостике усиливается.**

При организации наблюдения учитывается и **необходимость частых определений места судна**, особенно перед поворотом на новый курс: уходя в штурманскую рубку, ВПК должен убедиться в отсутствии опасности для плавания, а также в том, что во время его отсутствия будет обеспечено надлежащее наблюдение.

При плавании в условиях интенсивного движения судов **радиолокационное наблюдение становится необходимым** при любых условиях видимости, так как оно существенно дополняет визуальное наблюдение (позволяет оценить взаимное положение судов в потоке, их взаимодействие и маневрирование, курсы и скорости и др.).

Судовая РЛС (САРП) используется не только для предупреждения столкновения судов, но и для навигации.

Основным методом контроля за местом и курсом судна является корректируемое счисление. В соответствии с требованиями ИМО и МАМС **предельная ($P = 0,95$) погрешность текущего места судна не должна превышать 4% от расстояния до навигационных опасностей при дискретности обсерваций до 20 ÷ 30 мин. и затратах времени на обсервацию до 2 ÷ 3 мин.**

Обсервации должны выполняться (желательно) **через равные промежутки времени, по избыточным (3-4) линиям положения, с последующим анализом невязок и решением задач по серии обсерваций.**

При достаточно точных и регулярных обсервациях от графического счисления особой точности не требуется, главное его назначение – обеспечение исходных данных для навигационных расчетов, предотвращение промахов при опознавании ориентиров, при поворотах на новый курс.

Счисление ведется, как правило, по предварительной прокладке; при отклонении судна от ЛЗП курс судна корректируется, **нарастание невязок сверх разумного предела не допускается.**

Однако требование придерживаться предварительной прокладки не должно ограничивать свободу маневра при расхождении, в особенности с несколькими судами, находящимися в ситуации взаимного сближения.

Выбор основных и дублирующих способов определения места судна производится на основе общих критериев.

Основным способом является радиолокационный. Статистика показывает, что в прибрежном плавании с помощью РЛС выполняется до 90% всех обсерваций.

На показания приемодатчиков РНС можно полагаться тогда, когда они обеспечивают необходимую точность и если совпадают координатные системы АПИ и МНК (обсервации по РНС связаны не с побережьем, а с геодезическими координатами, что потенциально опасно в прибрежном

плавании и стесненных водах при различии используемых геодезических систем и погрешностях местных геодезических съемок).

При наличии на судне высокоточного АПИ СРНС на средневысоких орбитах, сопряженного с комплексным индикатором навигационной обстановки с электронной картой (ECDIS), такой индикатор **становится основным методом** контроля за местом и курсом судна в прибрежном плавании, а судовая РЛС (САРП) становится дублирующим средством.

С учетом тактико-технических характеристик РЛС **используется как средство измерения расстояний**. Наиболее точными и надежными являются определения места судна **по расстояниям до 3-х «точечных» ориентиров** или **по пеленгам и расстояниям 2-х таких ориентиров** (4 линии положения). В промежутках между этими опорными наблюдениями место судна может определяться и по **2-м линиям положения** → ($2D$, $П$ и D , **визуальный пеленг** и D_p) – при уверенности в надежном опознавании ориентиров.

При визуальных определениях места судна опорные наблюдения выполняются по **пеленгам 3-х ориентиров**, а промежуточные – по 2-м пеленгам.

Так как по мере движения судна происходит непрерывная смена наблюдаемых ориентиров, **требуется систематическое повторение задачи опознавания**. Опознавание ориентиров облегчается сравнительно точным (до $1 \div 2$ миль) знанием текущего места судна, а также более детальным, чем при подходе к берегу с моря, изображением береговой черты на экране РЛС. Однако для исключения промахов **глазомерное опознавание необходимо дублировать применением технических средств** (метод 3-х расстояний и метод «привязки»). Метод «привязки» может быть использован и для нанесения на путевую МНК новых ориентиров (буровых вышек и пр.) с целью последующего их использования для наблюдений.

При визуальных методах определения **желательно, чтобы пеленг каждого нового ориентира накладывался на обсервованное место (точку)**, полученное по пеленгам ранее надежно опознанных ориентиров, с обязательной проверкой характеристик огня ориентира по секундомеру.

Для обеспечения надежной привязки **рубеж опознавания** выбирается таким образом, чтобы опознать открывшийся ориентир и определить по нему место судна до того, как ранее использовавшийся ориентир уйдет за пределы дальности надежного наблюдения.

Выводы

1. Выход с моря к побережью является опасным и ответственным этапом плавания судна.
2. Успешное решение задачи подхода к побережью зависит главным образом от точности текущих координат судна, характера побережья и условий видимости.
3. При подходе к побережью и в прибрежном плавании очень важно своевременно обнаружить и опознать открывающиеся навигационные ориентиры.
4. Точность места и курс судна при подходе к берегам имеют чрезвычайную важность в обеспечении навигационной безопасности плавания в прибрежных водах.
5. Способы определения места не должны быть трудоемки, иметь высокую точность наблюдений, которые должны выполняться не реже, чем через каждые $20 \div 30$ минут.
6. Счисление пути судна в промежутках между наблюдениями ведется с обязательным учетом ветрового дрейфа и сноса судна течением.
7. Основным методом контроля за местом и курсом судна является корректируемое счисление пути, а предельная ($P = 0,95$) радиальная погрешность текущего места не должна превышать 4% от расстояния до навигационных опасностей.

ГЛАВА 36. СУДОВОЖДЕНИЕ В УЗКОСТЯХ

36.1. Узкости и их особенности

Узкостями в навигации принято называть участки моря, стесненные берегами, островами, малыми глубинами или их совокупным расположением так, что для движения судна остаются очень узкие и часто извилистые проходы. Иначе говоря, узкостями являются проходы или фарватеры, в непосредственной близости от которых расположены навигационные опасности.

Узкости могут быть созданы и искусственно различными сооружениями в воде.

К навигационным узкостям относятся: **фиорды, шхеры**, акватории рейдов, гаваней, портов, реки, каналы, фарватеры. Каждый из перечисленных типов узкостей отличается от других особенностями своих навигационных условий.

Так, например, **фиорды** представляют собой узкие глубоководные заливы, вдающиеся в сушу на расстояние от нескольких миль до нескольких десятков или даже сотен миль. Вследствие больших глубин, приглубости берегов и отсутствия навигационных опасностей на значительном протяжении фиордов вождение судна по ним не представляет для судоводителя особых трудностей. Плавание же по устьевым протокам рек часто очень затруднено и опасно, так как **фарватеры в устьях рек** мелководны и с течением времени меняют своё положение.

Существует много узкостей, в которых навигационные опасности подступают к фарватерам и рекомендованным курсам на 20 – 60м. Иногда опасности, располагаясь на середине узкости, резко меняют направление фарватера.

С точки зрения судовождения основными и наиболее важными особенностями навигационных условий узкостей являются:

- 1) – наличие множества надводных и подводных опасностей в непосредственной близости к фарватерам;
- 2) – резкое изменение глубин на фарватерах и наличие участков с малыми и опасными глубинами;
- 3) – изменение уровня моря вследствие приливо-отливных и сгонно-нагонных явлений при сильных ветрах;
- 4) – наличие на многих участках сильных меняющихся течений;
- 5) – извилистость фарватеров, требующих частых изменений курса.

36.2. Особенности навигационных условий в шхерах

Шхерами называют большие скопления островков, подводных и надводных камней, мелей и отмелей, обширными архипелагами обрамляющих некоторые участки берегов или озер.

В разных морях шхеры и условия плавания в них неодинаковы.

Финские шхеры представляют собой скопление невысоких, плоских в большинстве островков, часть из которых в летний период зарастает травой и кустарником, а часть состоит из голых камней, покрытых мхом. Глубины между островами невелики, течения почти отсутствуют, уровень воды меняется незначительно.

Норвежские шхеры состоят в своем большинстве из высоких скалистых островов, островков и скал, покрытых лишь в расщелинах бедной растительностью. Находятся они в зоне приливов и подвержены значительному изменению уровня моря и течениям, достигающим скорости нескольких узлов. Многие острова шхер приглубы, а глубины между островами обычно большие.

Значительные участки шхер еще недостаточно изучены. Плавание судов в шхерах следует рассматривать как плавание в узкостях и путь нужно прокладывать только по изученным и огражденным фарватерам, отдавая предпочтение тем из них, которые протралены жестким тралом и лучше других ограждены СНО. В шхерах особенно проявляется необходимость применения быстрых приемов и способов определения места и счисления пути. Отдельные участки шхер настолько сложны, что успешное плавание по ним возможно только при сочетании штурманских инструментальных методов судовождения и лоцманских приемов, основанных на детальном знании всех особенностей района и большом опыте плавания в нем.

Шхерные фарватеры в зависимости от расположения, степени изученности и трудности плавания по ним делятся на группы:

I. По расположению:

- на продольные, имеющие общее направление вдоль береговой линии материка;
- на поперечные, идущие от опушки в глубину шхер;
- на соединительные фарватеры, соединяющие одну систему фарватеров с другой;
- на входные фарватеры, ведущие с моря в глубину шхер или к береговым пунктам.

II. По степени изученности:

- на рекомендованные, которые с достаточной для судовождения полнотой и подробностью промерены, протралены и описаны;
- на лоцманские, которые недостаточно изучены, не протралены и не промерены.

Однако лоцманам они известны достаточно хорошо и используются ими для проводки судов.

III. По характеру ограждения:

- на оборудованные для дневного и ночного плавания;
- на оборудованные только для плавания днем;
- на необорудованные.

IV. По степени трудности плавания:

- на фарватеры с длиной прямолинейных участков более трех миль. Плавание по таким фарватерам обеспечивается обычными способами навигации.
- на фарватеры с длиной колен от одной до трех миль, требующие использования особых способов судовождения в дополнение к обычным (использование сеток изолиний, радиолокационных станций и др.);
- на фарватеры, имеющие прямолинейные участки длиной до одной мили. Такой фарватер может быть успешно пройден лишь на малом ходу, при хороших знаниях особенностей района и комплексном применении инструментальных и лоцманских приемов судовождения.

Оборудованные фарватеры ограждаются береговыми и плавучими навигационными знаками. Для обеспечения плавания днем выставляются створные знаки, которые имеют, как правило, вид прямоугольных или треугольных деревянных щитов, окрашенных в цвета, резко контрастирующие с ландшафтом. Часто при плавании по фарватерам в шхерах встречаются створные знаки в виде белых пятен, покрашенных на скалах. Для створов используются иногда и отдельные строения или пригодные для этой цели естественные ориентиры.

Плавучее ограждение фарватеров состоит из вех и буюв, установленных, как правило, по кардинальной системе. Плавание на прямолинейных фарватерах с длиной более 3-х миль обычно обеспечивается створами с двух сторон – прямыми и обратными.

Для обеспечения ночного плавания выставляются световые маяки, светящие береговые знаки, плавучие светящие знаки и радиостворы. На прямолинейных участках фарватеров выставляются створные огни. Иногда вместо створных огней устанавливаются секторные огни, у которых огонь белого, зеленого и красного цветов виден только в определенных секторах, указывающих на возможность безопасного следования или предупреждающих о наличии в данном секторе опасности.

36.3. Особенности судовождения в узкостях

До подхода к узкости ВПК обязан выполнить все мероприятия по подготовке суда к плаванию в таких условиях и сделать соответствующие отметки в поверочном листе (Cheek List).

Но эти все предписанные мероприятия ни в коей мере не могут считаться исчерпывающими и не ограничивают капитана в его действиях, диктуемых конкретными условиями и обстоятельствами плавания.

При плавании в узкости **общими требованиями** являются:

- 1) → личное присутствие капитана на мостике и руководство им всеми действиями вахтенной службы;
- 2) → четкая расстановка вахты и членов экипажа, вызванных для её усиления, распределение конкретных обязанностей между судоводителями с целью своевременного обнаружения и исправления допущенных ошибок;
- 3) → в зависимости от конкретной обстановки, уменьшение скорости хода, вплоть до остановки судна или отдачи якоря, в случае возникновения сомнения в правильности своего места;
- 4) → заблаговременный переход на маневренный режим работы СЭУ с целью обеспечения возможности своевременного выполнения необходимого маневра;
- 5) → заблаговременное снижение скорости или даже полная остановка движения, если действия другого судна (особенно встречного) непонятны;
- 6) → усиление наблюдения, в том числе с помощью судовой РЛС, независимо от условий видимости;
- 7) → использовать методы, позволяющие практически непрерывно контролировать место судна;
- 8) → учет колебаний уровня моря и необходимый запас воды под килем;
- 9) → контроль глубины места и тенденции её изменения;
- 10) → учет возможного экранирования высоким берегом других судов, следующих за поворотом фарватера.

При плавании в узкостях следует предусматривать возможность появления малых судов (прогулочных, рыболовных, яхт, быстроходных катеров) следующих курсами, отличных от рекомендованных. В таких районах возможна установка нештатных буев и вех, имеющих специальное назначение и не упомянутых в навигационных источниках.

При плавании в узкостях судовождение требует в дополнение к общепринятым методам применение некоторых особых приемов и способов.

Непрерывность и высокая точность счисления с прокладкой пути судна на путевой МНК являются неперенными требованиями к судоводителю при осуществлении им судовождения в стесненных условиях плавания. Обычные способы определения места судна, требующие выбора ориентиров, подготовки к наблюдениям, производства замеров, записей, обработки результатов, прокладки на МНК, часто не могут быть применимы при плавании в узкостях, так как для их реализации требуется слишком много времени.

Счисление пути судна по известным причинам подвержено ошибкам, накапливающимся с увеличением времени плавания. Поэтому судоводителю, ведущему судно в узкости, необходимо **более часто и точно определять место** судна. Навигационная прокладка пути судна на путевой МНК должна вестись настолько быстро, чтобы обеспечить своевременность осуществления очередного маневра.

Наконец, одним из основных является требование **осуществления своевременных и точных поворотов** в точках, намеченных предварительной прокладкой. Извилистость фарватера (рекомендованного курса) и непосредственная близость к пути судна множества навигационных опасностей вызывают непрерывное и очень быстрое изменение обстановки даже при следовании малым ходом.

Итак, **к требованиям по судовождению при плавании в узкости** относятся:

- 1) – непрерывность, тщательность и точность счисления с учетом всех факторов, влияющих на путь судна;
- 2) – высокая точность и быстрота получения обсервованных мест;
- 3) – своевременность и точность исполнения маневра судна (поворотов, остановок, отворотов при расхождении с опасностью или судами и т.д.).

Плавание в узкости, как и обычное плавание, с точки зрения осуществления судовождения включает в себя два основных этапа:

I этап – подготовка к плаванию.

II этап – навигационное обеспечение плавания.

Подготовка к плаванию.

Часто именно подготовительный период обуславливает успех или неуспех плавания в узкости. При плавании в таких условиях судоводитель не располагает необходимым временем для выполнения полного комплекса действий по судовождению, на которые у него всегда бывает достаточно времени при плавании в обычных условиях открытого моря. Поэтому при подготовке к плаванию необходимо

сделать все, что может потребоваться судоводителю для успешного осуществления безопасного плавания судна в узкости.

Подготовка к плаванию в узкости включает в себя:

- 1) – подготовку самого судна;
- 2) – подготовку судоводительского состава;

Подготовка судна к плаванию в узкости носит разносторонний характер и занимает большое место в деятельности всего экипажа судна. К выходу в море на судне должны быть в наличии следующие таблицы:

- 1) – соответствия скорости хода оборотам движителей для режимов, на которых будет совершаться плавание в узкости;
- 2) – циркуляции;
- 3) – инерции;
- 4) – поправок лага;
- 5) – девиации магнитного компаса;
- 6) – радиодевиации;
- 7) – дрейфа.

Если маневренные элементы судна и поправки лага определялись незадолго до выхода, то на мерном полигоне с выходом в плавание необходимо выполнить несколько контрольных пробегов, чтобы убедиться в их достоверности. В случае существенного отличия сведений, содержащихся в РТШ, от результатов контрольных пробегов нужно выполнить все необходимые измерения в полном объеме и составить новые таблицы.

В план подготовки судоводительского состава включаются:

- 1) → подбор необходимых карт, руководств и пособий для плавания;
- 2) → подготовка технических средств судовождения;
- 3) → проверка рулевого устройства;
- 4) → изучение района плавания.

При подборе карт, руководств и пособий на район плавания особое внимание уделяется изучению и корректуре наиболее крупномасштабных карт и всех имеющихся по району руководств и пособий для плавания.

При изучении района плавания судоводительский состав не должен слепо полагаться на сведения, полученные как из официальных, так и неофициальных изданий. Все элементы обстановки, имеющие важное для безопасности плавания значение, должны быть критически осмыслены, все сведения о них систематизированы, сравнены и сверены с данными различных источников, а в плавании они должны проверяться личными наблюдениями.

При изучении района плавания особое внимание обратить на:

- 1) – наличие фарватеров и рекомендованных курсов, глубины на них;
- 2) – рельеф морского дна и характер донного грунта;
- 3) – наличие штатных СНО, естественных ориентиров и возможность их использования при различных условиях видимости;
- 4) – внешний вид СНО и естественных ориентиров;
- 5) – возможные основные и дублирующие способы определения места с повышенной точностью на наиболее сложных участках;
- 6) – возможность использования РЛС и эхолота для обеспечения навигационной безопасности плавания;
- 7) – гидрометеорологические условия: господствующие ветры, течения, видимость, колебания уровня моря, образование льда, осадки;
- 8) – удобные места якорных стоянок, защищенные от волнения и ветра.

Для плавания в узкостях, принадлежащих иностранным государствам или прилежащих к их водам, полезно изучить район плавания по картам и пособиям этих стран.

В процессе подбора и изучения материалов по району плавания нужно «поднять» карты, то есть соответствующими условными обозначениями выделить опасные районы, важные или приметные ориентиры и другие сведения, которые в плавании помогут судоводителю быстрее и точнее осуществлять безопасное плавание.

В результате «подъема» карт и тщательного изучения по ним и навигационным пособиям района плавания намечается маршрут перехода судна.

Избранный путь судна должен наилучшим образом отвечать навигационной обстановке в районе плавания.

Путь судна следует прокладывать по существующим фарватерам или рекомендованным курсам. При этом особенно целесообразно использовать ведущие створы, наличие которых облегчает и повышает точность судовождения и управления судном в районах, где отсутствует боковое течение.

Если по линии пути отсутствуют специально установленные створные знаки, нужно отыскать створы естественных ориентиров.

На линии пути судна должны быть отмечены точки поворотов, изменения элементов течения, открытия и скрытия важных ориентиров.

Различные сведения из руководств и пособий для плавания, которые могут понадобиться на переходе судна, целесообразно поместить на свободных местах карты.

Следует уделить внимание на нанесение на путевые карты ограждающих изолиний и построение сеток изолиний для ускорения процесса нанесения обсерваций на путевую МНК.

При подготовке ТСС следует уделить особое внимание определению их поправок и доукомплектованию ЗИПом, чтобы при возникновении неисправности любого из приборов в плавании можно было быстро её устранить.

Рулевые устройства должны быть тщательно проверены, обнаруженные неисправности устранены и доукомплектованы ЗИПом. Рулевые должны быть хорошо натренированы в управлении рулем из разных постов по компасу, створам и ориентиру. Особое внимание при этом должно быть уделено отработке быстрого и четкого перевода постов управления рулем на случай возможных неисправностей любого из них.

Значительное место **в личной подготовке судоводителей** должны занять:

- изучение маршрута перехода;
- тренировки по ведению счисления пути судна и определению его места различными способами;
- отработка четкого взаимодействия всего состава вахтенной службы.

При плавании судна в узкости следует **заранее предусмотреть:**

- увеличение осадки судна принятием балласта;
- уменьшение скорости хода и готовность к реверсу;
- стравливание якоря;
- учет уровня моря в прилив и отлив;
- постоянные и приливо-отливные течения.

Вахтенный помощник капитана, перед подходом судна к узкости, должен выполнить и проконтролировать выполнение следующих (как минимум) мероприятий:

- 1) – заблаговременно предупредить вахтенного механика о возможных реверсах или о переводе СЭУ в маневренный режим;
- 2) – по готовности СЭУ выполнить пробный реверс;
- 3) – сверить часы на мостике и в машинном отделении;
- 4) – обеспечить закрытие и пломбирование клапанов судовых систем стока за борт;
- 5) – перейти на МНК самого крупного масштаба;
- 6) – изучить содержание корректуры МНК по всем видам навигационной информации;
- 7) – подготовить все необходимые руководства и пособия для плавания, в том числе содержащие местные правила плавания;
- 8) – включить вторую рулевую машину;
- 9) – проверить установку пеленгаторов на крыльях мостика, включение и работоспособность УКВ радиостанции;
- 10) – сличить компасы, включить РЛС и эхолот;
- 11) – убрать выдвижной датчик лага;
- 12) – проверить средства звуковой и световой сигнализации, машинный телеграф, связь с машинным отделением;
- 13) – подготовить необходимые флаги, сигнальные огни и знаки, сигнальный прожектор;
- 14) – определить место судна;
- 15) – сделать распечатку на ленте реверсографа и сличить его время с судовым;

- 16) – сделать временную отметку на курсограмме;
- 17) – проконтролировать закрытие дверей и водонепроницаемых переборок;
- 18) – перейти, если необходимо, на ручное управление рулем;
- 19) – выставить матроса-наблюдателя и проинструктировать его;
- 20) – подготовить якоря к отдаче, проверить связь с баком;
- 21) – если маршрут проходит через лимитированные для судна глубины, рассчитать осадку судна носом и кормой, необходимый запас глубины под килем с учетом крена, в том числе динамического, посадки, волнения и навигационного запаса;
- 22) – предупредить капитана судна о подходе к указанной им точке;
- 23) – по указанию капитана вызвать на мостик подвахтенных судоводителей;
- 24) – следить за оповещениями по УКВ-связи о движении судов и навигационными предупреждениями и своевременно делать оповещения;
- 25) – следить за положением, сигналами и маневрами других судов.

Точная проводка судна по ЛЗП, намеченной предварительной прокладкой, может быть осуществлена только при достаточно частых определениях места судна.

Определять место судна нужно не вообще «как можно чаще», а придерживаясь определенной системы, основанной на особенностях навигационных условий района плавания.

Для осуществления поворота в заданной, заранее намеченной точке и точного выхода на намеченную линию нового курса необходимо **определить место как перед поворотом, так и сразу после его окончания.**

Первое определение дает возможность подправить курс, если это окажется необходимым, и точно выйти в точку начала поворота, а второе – убедиться в точном выходе на новую ЛЗП в самом ее начале и также подправить курс, если поворот выполнен недостаточно точно. В промежутках между поворотами **частота обсерваций обуславливается наличием опасностей вблизи ЛЗП** и степенью сложности навигационных условий на этом пути.

Если в районе отсутствуют течения или они незначительны и совпадают с направлением ЛЗП, а фарватер оборудован ведущим створом, который хорошо виден, то определения на этом участке нужны только для того, чтобы установить фактическую скорость хода и рассчитать время подхода к очередной точке поворота. Определения места сведутся к нанесению на путевую МНК наблюдаемых секущих пеленгов.

Если на новой ЛЗП имеются сильные боковые течения, отсутствует ведущий створ и близко от фарватера расположены навигационные опасности, надежные определения места должны предшествовать подходу к каждой из них и обеспечить безопасность её обхода.

Если непосредственно перед опасностью определить место нет возможности, оно должно быть сделано заблаговременно, с тем чтобы при подходе к опасности счисление велось максимально точно с учетом фактических на этом пути гидрометеорологических элементов, определенных в результате предыдущих обсерваций.

При подходе к малознакомому берегу очень важно опознать и использовать для определения места ориентиры, открывающиеся по мере движения судна. Для этого при определении места по уверенно опознанным ориентирам нужно брать пеленги (расстояния) и на открывающиеся впереди неопознанные приметные мысы, острова, скалы и т.д. Для уверенности в опознании новые ориентиры сначала для определения места используют вместе с ранее опознанными.

При плавании по створам очередные створные знаки или ориентиры должны быть обнаружены с судна достаточно заблаговременно, чтобы переход на новую линию створа был продуман и подготовлен. Удержание рулевым судна на одиночный ориентир при наличии бокового сноса или дрейфа недопустимо. В этом случае судно постепенно сносится с ЛЗП (незаметно для рулевого) и может выскочить на мель (рис. 36.1), так как рулевой продолжает удерживать нос судна на ориентир.

При боковом течении или дрейфе управление рулем должно вестись по компасу с учетом сноса (дрейфа) судна.

На линии пути на МНК необходимо делать засечки и записывать отсчеты лага в моменты времени, когда навигационные знаки и важные ориентиры оказываются на траверзе.

Время при счислении нужно учитывать с точностью до 0,1 мин., так как даже при $V = 10$ уз. судно за 0,1 мин. проходит $S \approx 30$ м. При плавании в узкости с такой величиной не считаться нельзя.

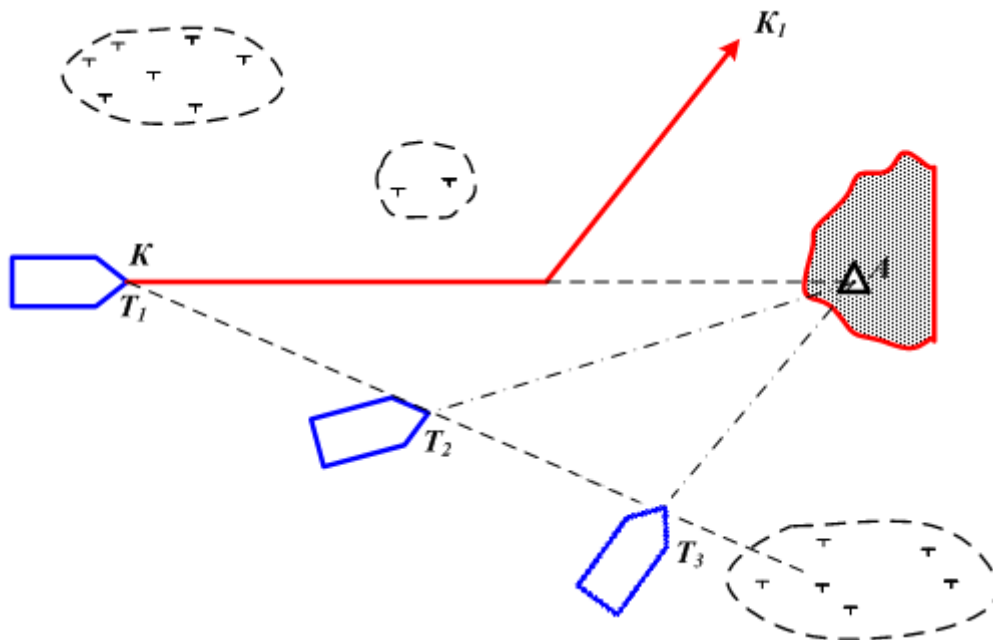


Рис. 36.1. Рулевой правит на ориентир

При плавании в районах, опасных в навигационном отношении, важно не только рассчитывать заранее курсы и поворотные пеленги, но и правильно осуществить поворот, чтобы после его окончания судно действительно оказалось на проложенной линии нового курса.

Для выполнения этого условия необходимо определить время и место подачи команды на руль с учетом мертвого промежутка.

Еще на подходе к месту поворота выбирается ориентир, который можно наблюдать по пеленгу, параллельному курсу судна после поворота (ор. A рис. 36.2) В момент взятия пеленга PA включают секундомер. Через точку K_3 , в которой судно должно по счислению начать циркуляцию, проводят линию LK , а через точку K_2 , в которой должна быть дана команда на руль, – линию MN , параллельная пеленгу PA и новому курсу $K_4 K_5$. Из рис. 36.2 видно, что независимо от того, находилось ли судно на линии старого курса в точке K_1 в момент взятия пеленга PA , или в любой другой точке на линии этого пеленга (точки M_1 или N_1), во всех случаях, когда будет дана команда на руль, судно будет находиться на линии MN , циркуляцию начнет на линии LK , а закончит поворот на линии $K_4 K_5$ или на её продолжении. Так как счислимое место судна на линии MN не контролируется пеленгом, необходимо счисление от линии пеленга PA вести как по показаниям лага, так и по оборотам движителей (время с секундомера).

При наличии в районе поворота течений в расчетах его необходимо учитывать (изложено в п. 32.2.3).

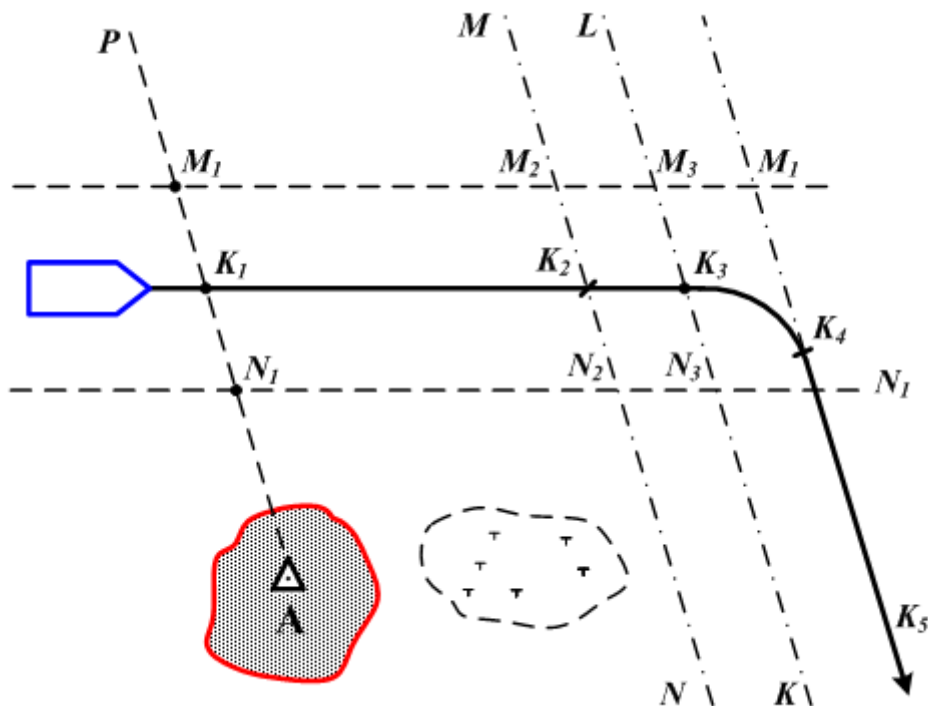


Рис. 36.2. Расчет поворота на новый курс

36.4. Ограждающие и опасные изолинии

Назначение ограждающих и опасных изолиний состоит в том, чтобы предостеречь судно от навигационных опасностей, расположенных в непосредственной близости к намеченному пути. В практике судовождения пользуются такими ограждающими изолиниями, которые можно просто, с необходимой частотой получить из наблюдений на ходу судна и тем самым контролировать его положение относительно ограждаемой опасности.

Чаще всего в качестве ограждающих изолиний используют изолинии пеленга и расстояния.

Опасный или ограждающий пеленг используется чаще других изолиний вследствие простоты и возможности наблюдать его практически непрерывно с помощью пеленгатора.

Ориентиры для пеленгования избираются в расстояниях, не превышающих дальность видимости. Поэтому соответствующая пеленгу изолиния прокладывается на путевой МНК в виде прямой линии от ориентира.

На рис. 36.3 показан принцип использования опасного пеленга.

Судно должно пройти участок узкости от т. K до т. K_1 . На путевой МНК продолжен путь суда $KCDK_1$. Участок пути KC проложен по линии створа F . В т. C судно должно изменить курс вправо и на участке CD пройти в безопасном расстоянии от отмели острова F и отмели P . Для того чтобы чисто обогнуть отмель P , судно не должно начинать поворот вправо раньше, чем оно достигнет линии ограждающей эту опасность пеленга BA на ориентир A .

Поворот на участок пути DK_1 должен быть совершен настолько заблаговременно, чтобы после окончания поворота судно не пересекло опасный пеленг EA , ограждающий навигационную опасность R . Курс судна на этом участке до прохода опасности также не должен пересекать этот ограждающий пеленг EA .

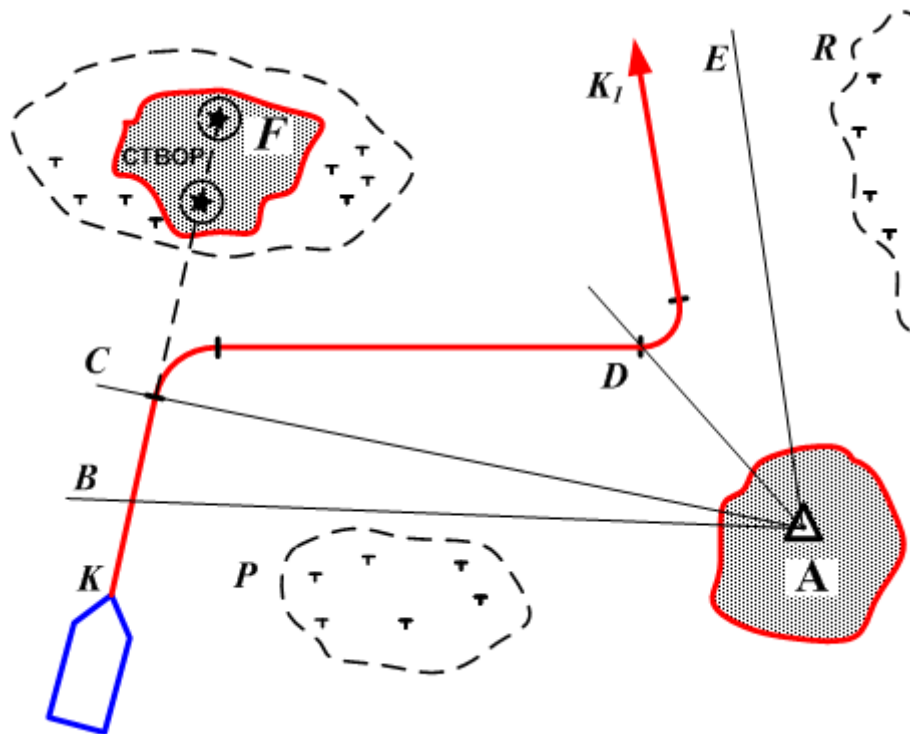


Рис. 36.3. Опасный или ограждающий пеленг

На участке KC линия створа является не только линией пути судна, но одновременно служит и ограждающей навигационную опасность P изолинией. Поэтому уход судна с линии створа вправо до пересечения судном ограждающего пеленга BA недопустим.

Ограждающее или опасное расстояние используется при наличии в районе плавания ориентиров, расстояния до которых могут быть измерены имеющимися средствами.

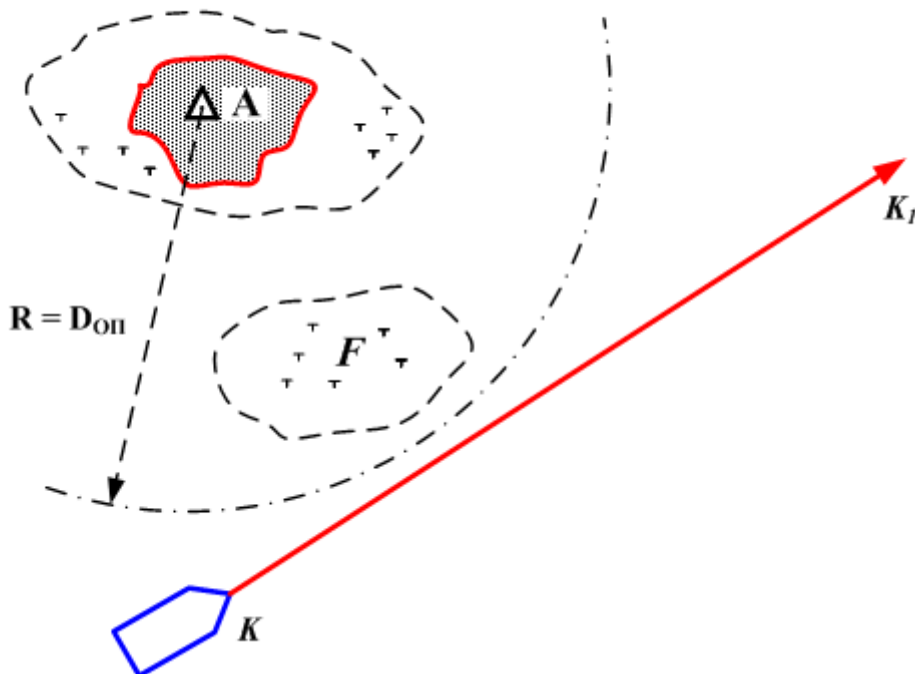


Рис. 36.4. Ограждающее или опасное расстояние

Если судну нужно пройти по линии пути KK_1 (рис. 36.4) вблизи навигационной опасности F , то для обеспечения безопасности следует использовать ориентир A , расположенный поблизости. Для этого из точки A – места ориентира как из центра проводят окружность радиуса $R = D_{оп}$, ограничивающую с некоторым запасом опасность F .

Проход судна будет безопасным, если часто или непрерывно измеряемое с судна расстояние до ориентира A не будет меньше расстояния $D_{оп}$. Расстояние может измеряться при помощи различных приборов или инструментов, имеющихся на судне. Чаще всего это расстояние измеряют с помощью РЛС.

В некоторых случаях измерение расстояния до ориентира может быть выполнено измерением его вертикального угла, если высота ориентира известна. В этом случае вертикальный угол рассчитывается по формуле (36.1) или выбирается из табл. 29 "МТ-75" (табл. 2.7 "МТ-2000") → обратный вход.

$$\alpha' = 1,86 \frac{H_m}{D_{\text{милл}}} \quad (36.1)$$

В дальнейшем при следовании вблизи опасности необходимо следить за изменением вертикального угла ориентира A . Пока угол α' остается меньше рассчитанного, судно проходит чисто относительно опасности. Если угол α' стал равным рассчитанному, это означает, что судно вышло на опасное расстояние и следует принять необходимые меры предосторожности. Такой вертикальный угол называют **вертикальным ограждающим** или **опасным углом**.

Понятие о нанесении ограждающей изолинии с некоторым запасом означает такое расстояние от неё до опасности, которое позволит данному судну совершить необходимый маневр в случае погрешности в счислении, обнаруженной при пересечении ограждающей изолинии.

По аналогии с опасным пеленгом, расстоянием и углом очень часто в навигационной практике прибегают к **опасной или ограждающей изобате**.

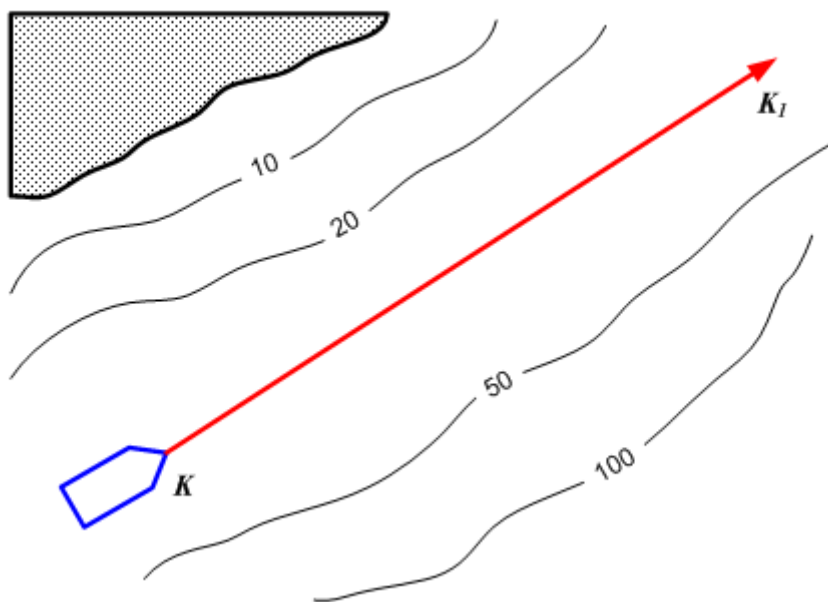


Рис. 36.5. Опасная или ограждающая изобата

При подходе к берегам, островам, рейдам и т.д. показания эхолота предостерегают судоводителя от опасности захода за ограждающую изобату, численное значение которой зависит от конкретных навигационных условий, осадки, скорости хода и курса судна.

Если ограждающей (опасной) изобатой принята изобата 20 м нужно рассчитать значение глубины по данным эхолота ($H_э$) пользуясь формулой (36.2), и в процессе плавания по ЛЗП ($КК_1$) не допускать, чтобы значение глубины с самописца или указателя эхолота превысило рассчитанное значение $H_э$.

$$H_э = H_k - T - \Delta H_v - \Delta H_{пр} \quad (36.2)$$

где H_k – глубина с карты (20м);

T – осадка судна;

ΔH_v – поправка на распространение звука в воде;

$\Delta H_{пр}$ – поправка за прилив (для приливных морей).

36.5. Сетки изолиний

Для ускорения процесса определения места судна в море целесообразно еще при подготовке к рейсу нанести сетки изолиний на самые сложные участки маршрута. В этом случае на переходе судна отпадет необходимость графической прокладки изолиний для получения obserвованного места судна на путевой МНК. Obserвованное место судна на путевой МНК можно будет получить в кратчайшее время и с наименьшей вероятностью допустить при этом ошибку или промах.

Чаще других приходится обычно наносить азимутальные, стадиометрические, гониометрические и комбинированные сетки изолиний.

Стадиометрическая сетка изолиний (рис. 36.6) наносится тогда, когда на судне имеется РЛС, а на местности – хорошо видимые с помощью РЛС точечные ориентиры. Таких ориентиров (*A* и *B*) должно быть не менее двух и располагаться они должны таким образом, чтобы семейства стадиометрических изолиний на конкретном участке маршрута пересекались под углами не менее 30° и не более 150° .

Изостадии проводятся с помощью циркуля и рейсфедера тонкими линиями цветной тушью. Наносить можно и тушью одного цвета, но от одного ориентира (ор. *B*) сплошными линиями, а от второго (ор. *A*) – штрих-пунктирными линиями.

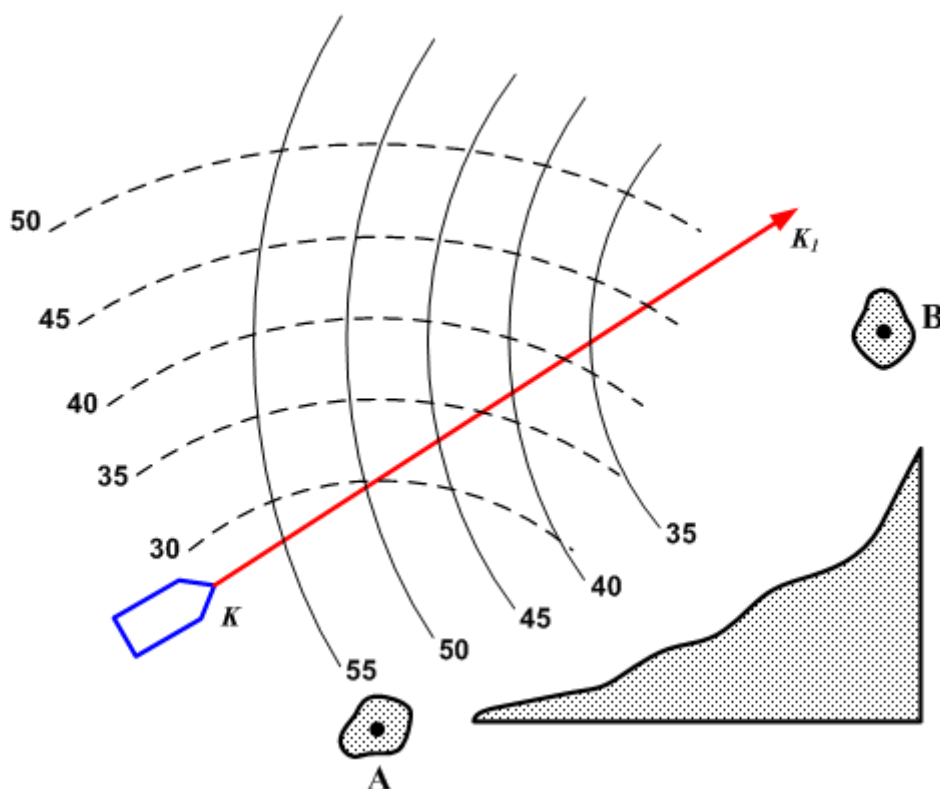


Рис. 36.6. Стадиометрическая сетка изолиний

В зависимости от нагрузки карты густота изостадий может быть различной. Однако основным критерием густоты изолиний должна быть точность нанесения места, полученного по расстояниям. Дуги окружностей проводятся с таким интервалом, который вполне обеспечивает возможность линейной интерполяции между изолиниями сетки на глаз (на рис. 36.6 – через 5 кб.).

Оцифровку дуг (в милях или кабельтовых) нужно производить так, чтобы они не мешали видеть нагрузку карты, особенно вблизи рекомендованного пути судна.

Нанесение азимутальной сетки, или сетки пеленгов, на путевой МНК требует подбора не менее двух ориентиров. Ориентиры должны быть по возможности ближе к рекомендованному курсу (ЛЗП) и хорошо видны с судна. Линии пеленгов на оба ориентира в любой точке конкретного участка ЛЗП должны пересекаться под углами не менее 30° и не больше 150° (рис. 36.7).

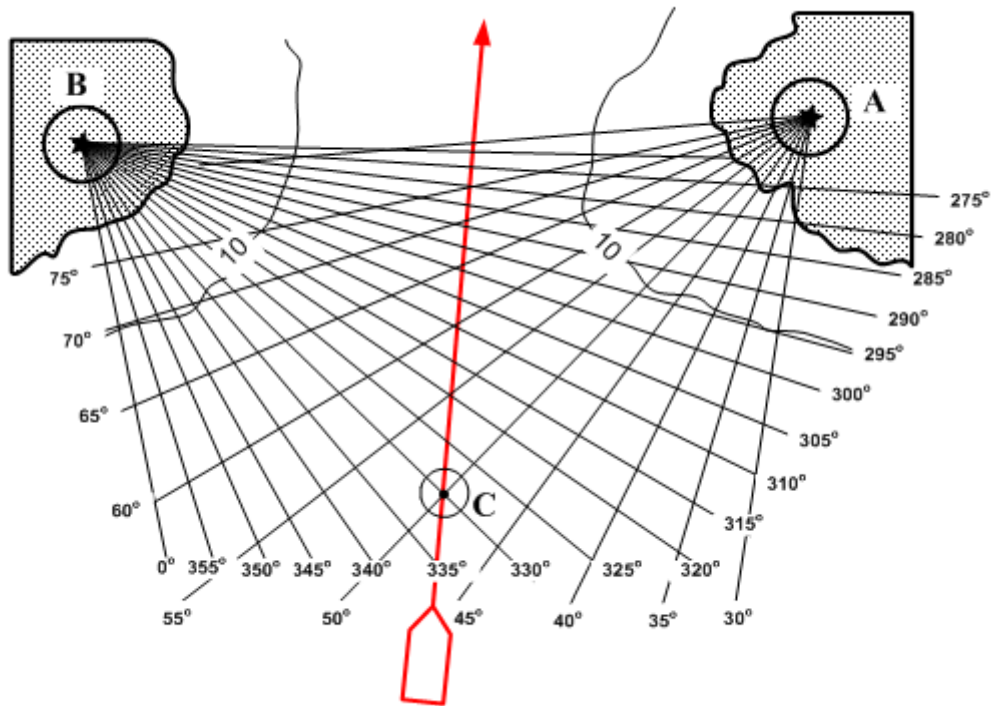


Рис. 36.7. Азимутальная сетка изолиний

Линии пеленгов проводятся тушью тонкими линиями от каждого ориентира своим цветом. Оцифровка линий пеленгов на ориентиры наносится (обычно) через 5° соответственно их численному значению с моря (с судна).

Нанесение комбинированных сеток выполняется чаще всего тогда, когда в поле зрения находится лишь один ориентир или счисление пути ведется и с помощью РЛС. Комбинированными называют сетки, составленные разнородными изолиниями, например, сетки изолиний, соответствующих пеленгу на ориентир и расстоянию до него (рис. 36.8).

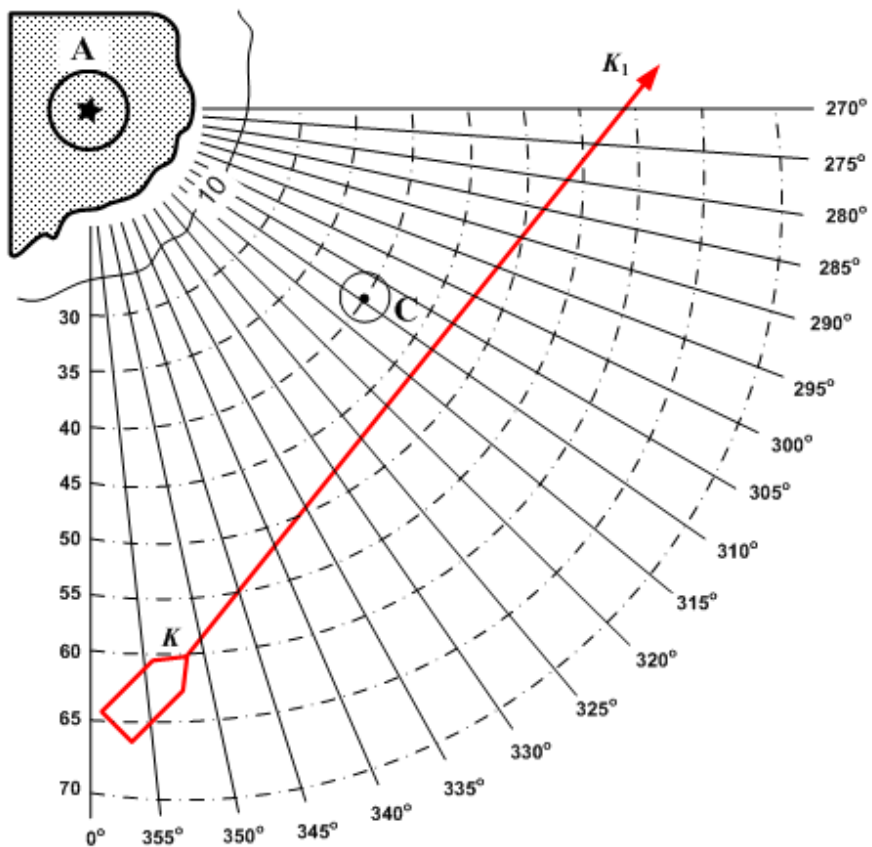


Рис. 36.8. Сетка пеленгов и расстояний

Заранее нанесенные на путевые МНК сетки изолиний (а для узкостей они обязательны) позволяют ускорить контроль за местом судна.

Например:

1) если на ор. *A* (рис. 36.8) ИП = 310°, а расстояние до него $D = 40$ кб., то не прибегая к использованию прокладочного инструмента, ориентируясь только по оцифровке сетки изолиний, делаем вывод, что фактическое место судна (т. *C*) находится левее ЛЗП (KK_1) на $D \approx 6$ кб.

2) если на ор. *A* (рис. 36.7) ИП = 50,0°, а на ор. *B* ИП = 330,0°, то судно (т. *C*) находится на рекомендованном курсе.

Выводы

1. Узкостями являются проходы или фарватеры, в непосредственной близости от которых расположены навигационные опасности.
2. Непрерывность и высокая точность счисления пути судна – неременное условие к судоводителю при плавании в узкостях.
3. Именно подготовительный период обуславливает успех или неуспех плавания в узкости.
4. Частота обсерваций при плавании судна в узкости обуславливается наличием опасностей вблизи пути судна и степенью сложности навигационных условий на этом пути.
5. Удержание рулевым судна на одиночный ориентир при плавании в узкости недопустимо – только по компасу с учетом сноса (дрейфа) судна.
6. При плавании в узкости необходимо определять время и место подачи команды на руль на выполнение каждого поворота.
7. Ограждающие и опасные изолинии предостерегают судоводителя от навигационных опасностей, расположенных в непосредственной близости к намеченному пути.
8. Заранее нанесенные на путевую МНК сетки изолиний ускоряют процесс определения места судна в узкостях.

ГЛАВА 37. ОСОБЕННОСТИ СУДОВОЖДЕНИЯ ПРИ ПЛАВАНИИ ВО ЛЬДАХ

37.1. Основные понятия, определения и термины

Судам приходится осуществлять как самостоятельно, так и под проводкой ледоколов плавания во льдах. Особенно характерными ледовыми плаваниями являются переходы судов Северным морским путем (СМП). Вследствие специфических особенностей навигационных условий способы судовождения при плавании во льдах также отличаются друг от друга.

Для понимания ледовых сводок, карт, прогнозов и учета в счислении пути судна ледовых условий судоводитель должен знать основные термины, относящиеся к льдообразованиям – их форме, толщине, крепости, подвижности и т.д.

Морские льды классифицируются по пяти основным признакам: возрасту, подвижности, строению, состоянию поверхности и стадиям таяния и разрушения.

Возрастные стадии определяют давность образования и развития, а следовательно, и крепость льда, что имеет первостепенное значение для выбора пути.

В зависимости от возраста льда различают такие ледовые образования:

- 1) – **ледяные иглы** → кристаллы льда в виде игл;
- 2) – **ледяное сало** → скопление смерзающихся ледяных игл в виде пятен или сплошного слоя;
- 3) – **снежура** → вязкая, кашеобразная масса, образующаяся при выпадении снега на охлажденную воду;
- 4) – **шуга** → рыхлые комки льда из ледяного сала, снежуры и донного льда;
- 5) – **блинчатый лед** → ледяное образование из сала, шуги и снежуры, имеющее круглую форму в результате окатывания водой на слабом волнении;
- 6) – **нилас** → тонкий эластичный непрозрачный лед толщиной до 10 см; при волнении изгибается не ломаясь;
- 7) – **серые льды (молодик)** → льды толщиной от 10 до 30 см, являющиеся переходной стадией от ниласа к белому льду. Образуются из ниласа, блинчатого льда при их нарастании и смерзании;
- 8) – **белый лед** → лед, толщиной от 30 до 70 см, а иногда и больше. В неарктических морях белый лед является предельным в его развитии. Белый лед имеет уже устойчивый снежный покров;
- 9) – **однолетний (годовалый) лед** → лед в Арктике, прошедший годовой цикл;
- 10) – **двухлетний лед** → лед, находящийся во втором годичном цикле нарастания, достигающий к концу второй зимы толщины 2 м и больше;
- 11) – **многолетний лед (арктический пак)** → лед, просуществовавший более двух лет, имеет толщину более 2,5 м, опреснен, торосы сглажены. Поверхность льда имеет холмистый характер.

По динамическому признаку морские льды делятся на неподвижные и дрейфующие.

Неподвижный лед → сплошной смерзшийся с материком лед. Сидящие на мели льдины относятся к неподвижному льду.

Неподвижный лед имеет такие формы:

- 1) → **припай** – образующийся у берега и достигающий несколько десятков метров (а иногда и до 200 м) в ширину;
- 2) → **стамуха** – ледяное торосистое образование, сидящие на грунте;
- 3) → **стояк** – ровная или слаботоросистая льдина временно севшая на мель.

Дрейфующий лед → лед, не связанный с берегом и находящийся в движении под влиянием ветра и течения.

Различают такие формы дрейфующего льда:

- 1) – **обширные ледяные поля** → льдины, имеющие в поперечнике более 10 км;
- 2) – **большие ледяные поля** → льдины, имеющие в поперечнике от 2 до 10 км;
- 3) – **малые ледяные поля** → льдины, имеющие в поперечнике от 0,5 до 2 км;
- 4) – **обломки полей** → льдины размером от 100 до 500 м в поперечнике;
- 5) – **крупнобитый лед** → отдельные льдины имеют размеры от 200 до 100 м в поперечнике;
- 6) – **мелкобитый лед** → отдельные льдины имеют размеры до 20 м в поперечнике;
- 7) – **ледяная каша** → измельченный и истертый лед, являющийся конечной стадией дробления морского льда.

Важнейшей для плавания судов характеристикой дрейфующего льда является его густота, или сплоченность. **Сплоченностью** или **густотой** дрейфующего льда называют степень покрытия поверхности воды дрейфующим льдом, оцениваемую соотношением площади льдин и промежутков воды между ними. Определяется по 10-бальной шкале (см. табл. 37.1).

Шкала сплоченности дрейфующего льда
(из табл. 52 «МТ-75» или табл. 5.36 «МТ-2000»)

Таблица 37.1

Сплоченность (балл)	Размер площади, занятой дрейфующими льдами	Словесная характеристика сплоченности дрейфующего льда
0	Льда нет	Чистая вода
1	Площадь, занятая льдами, в 9 раз меньше площади промежутков воды между ними	Редкий лед
2	Площадь, занятая льдами, в 4 раза меньше площади промежутков воды между ними	
3	Площадь, занятая льдами, в 2-2,5 раза меньше площади промежутков воды между ними	Разреженный лед
4	Площадь, занятая льдами, в 1,5 раза меньше площади промежутков воды между ними	
5	Площадь, занятая льдами, равна площади промежутков воды между ними	
6	Площадь, занятая льдами, в 1,5 раза больше площади промежутков воды между ними	Сплоченный лед
7	Площадь, занятая льдами, в 2-2,5 раза больше площади промежутков воды между ними	
8	Площадь, занятая льдами, в 4 раза больше площади промежутков воды между ними	Очень сплоченный лед
9	Площадь, занятая льдами, в 9 раз больше площади промежутков воды между ними	
10	Льдины полностью покрывают видимую поверхность моря	Сплошной лед

Сжатие льда характеризуется такими понятиями:

- 1) – **сжатый лед** → сплоченный лед, в котором начинаются процессы напластования или торшения;
- 2) – **сильно сжатый лед** → очень сплоченный лед, в котором наблюдается интенсивное торшение или напластование;
- 3) – **лед на распыле** → лед, разрезающийся после сжатия.

По строению льда и состоянию поверхности моря в связи с льдообразованием полезно знать такие термины:

- 1) – **торосистый лед** → лед, имеющий неровную поверхность вследствие нагромождения обломков льдин;
- 2) – **подсов** → льдина или часть ее, расположенная под другой льдиной, находящейся на плаву;
- 3) – **ропак** → отдельная льдина, вертикально или наклонно стоящая среди сравнительно ровного поля;
- 4) – **торос** → отдельное нагромождение льдин на сравнительно ровном ледяном покрове;
- 5) – **льдина с тараном** → торосистая льдина, имеющая подводный ледяной выступ;
- 6) – **айсберг** (ледяная гора) → отделившаяся часть берегового ледника, дрейфующая в море;
- 7) – **полянья** → пространство воды среди льда, сохраняющееся устойчиво и имеющее преимущественно продолговатую форму;
- 8) – **разводье** → пространство воды или редкого льда среди более сплоченных дрейфующих льдов. Имеет неопределенную форму; сохраняется обычно в течении непродолжительного времени.

37.2. Признаки приближения судна ко льдам, к разводьям и чистой воде

Неосторожный вход судна во льды может повлечь за собой незначительные повреждения корпуса, винтов, рулей и т.п. Поэтому при подходе ко льдам нужно проявлять особую осмотрительность. Никогда не следует входить во льды и форсировать их, если есть возможность обойти район скопления льдов или пройти его по разводьям и полыньям.

Для безопасности судна важно уметь достаточно заблаговременно обнаружить льды, разводья в них, а также направления, по которым наиболее близко и легко можно достичь окончания скопления льдов.

Опыт ледовых плаваний показывает, что кратчайший по расстоянию путь судна – путь через льды – далеко не всегда является кратчайшим по времени и выгоднейшим по сравнению с обходным путем по чистой воде. Находясь во льду и подвергаясь его воздействию, судно вынуждено следовать не в заданном направлении, и в направлении наименьшего сопротивления.

Если невозможно обойти льды, нужно стремиться прокладывать путь через разводья, полыньи, узкие перемычки из наиболее рыхлого, старого или еще неокрепшего льда. При этом наблюдателя за льдами нужно помещать как можно выше, чтобы он мог дальше видеть ледовую обстановку и выявлять наиболее слабые места.

Судоводителями накоплен целый арсенал примет и признаков, позволяющих своевременно обнаружить приближение ко льдам, а при плавании во льдах к разводьям или кромке окончания льдов.

Признаками приближения ко льдам являются:

- а) → ледяной отблеск – белесоватое отсвечивание на низких облаках над скоплением льдов, когда они находятся за горизонтом;
- б) → при сильном ветре со стороны льдов заметно уменьшается волнение моря, или зыбь;
- в) → своеобразный шум и треск, происходящий от столкновения и трения льдин, разрушения или образования торосов;
- г) → появление эха от ледяных масс при стрельбе, свистках и ударах в рынду;
- д) → в некоторых случаях – понижение температуры воздуха и внезапный туман;
- е) → в отдельных случаях – появление тюленей и птиц вдали от берегов.

Признаками приближения к чистой ото льдов воде являются:

- а) → «водяное» небо – характерные темные пятна и полосы на низких облаках над пространством воды среди льда или за его кромкой;
- б) → морозное парение – низкий, иногда клубящийся туман над свободной ото льда водной поверхностью;
- в) → появление зыби во льду со стороны чистой воды;
- г) → в некоторых случаях – увеличение количества морского зверя и птицы.

Перечисленные признаки должны проверяться и дополняться на судне наблюдениями с помощью оптических, радиотехнических и звуковых средств. Очень важно своевременно обнаружить приближение ледяного покрова, особенно в условиях темного времени суток или малой видимости (дождь, снег, туман).

37.3 Особенности навигационных условий плавания во льдах

Ледяной покров поверхности моря создает особые условия для навигации и вызывает необходимость применения особых приемов судовождения при плавании во льдах.

В ходе предварительной подготовки суда, не приспособленные к плаванию во льдах, обшиваются деревянной «шубой» – поясом из дубовых досок не менее 120 мм. толщиной, укрепленных вдоль наружных бортов на один метр по обе стороны от ватерлинии. Внутри помещений судна устанавливаются от борта до борта поперечные распорки. Вместо бронзовых и стальных винтов устанавливаются чугунные винты с короткими лопастями.

При плавании во льдах нужно избегать районов сжатия и торошения льдов и обходить такие участки с **наветренной** стороны. Чтобы не попасть в наиболее сплоченные льды, необходимо придерживаться **подветренных** берегов. Подходить к льдине (кромке льда) нужно самым малым ходом. При даче заднего хода независимо от того, куда предполагается повернуть, руль всегда следует ставить прямо. Следует иметь в виду, что начав плавание в допустимых для данного судна условиях, можно попасть в условия, выходящие за пределы допустимых.

Поэтому нужно особенно тщательно выбирать путь, используя для этого результаты ледовой авиаразведки, ледовые и метеорологические прогнозы, и в случае нужды вызывать ледакол. В этом случае капитан судна должен руководствоваться **Правилами для судов, проводимых ледаколами через лед.**

Для указания наиболее легкого пути во льдах в помощь судам могут высылаться самолеты и вертолеты.

Существенной особенностью при плавании во льдах является частое и незакономерное изменение курса и скорости хода судна, которые зависят от сплоченности, крепости, формы льда и от тактико-технических характеристик судна. Как правило, при плавании во льдах ни один из современных лагов работать не может, а если и работает, то показания его ненадежны. Судоводитель должен уметь определять скорость хода судна во льдах без лага.

Судно, вошедшее в сплоченный лед, подвергается общему дрейфу вместе со льдами. Величину и направление дрейфа также нужно уметь определять и учитывать в числении.

37.4 Способы определения скорости хода судна при плавании во льдах

Существуют несколько способов определения скорости хода судна при плавании во льдах: способ «планширного лага», способ «уголкового визира», способ «с вытравливанием нити», с помощью РЛС, с помощью стробоскопа и др. Рассмотрим лишь самые простые и наиболее распространенные способы.

1. Способ «планширного лага» является наиболее распространенным способом, применяемым на судах, не имеющих РЛС, или в случаях, когда РЛС не может быть использована. Сущность способа состоит в измерении времени, за которое определенная часть длины судна (база L) проходит мимо специально выброшенного на лед предмета. В момент прихода предмета на траверз начала базы запускают секундомер, а в момент прихода предмета на траверз конца базы – секундомер останавливают. По известным времени (Δt , сек.) и длине (L , м), которую судно проходит за это время, рассчитывают скорость хода ($V_{уз}$) судна по формуле

$$V_{уз} = \frac{L \text{ м} \cdot 3600}{\Delta t \text{ с}} \cdot \frac{1}{1852} \approx 1,94 \frac{L \text{ м}}{\Delta t \text{ с}} \quad (37.1)$$

Погрешность определения скорости таким способом не превышает 10%. При скоростях 4-6 уз., которыми обычно суда плавают во льдах, погрешность в скорости $\approx 0,4$ уз является вполне удовлетворительной.

2. Определение скорости хода с помощью РЛС

В этом способе предпочтительнее выбирать хорошо видимый на экране РЛС ориентир (ропак, торос), расположенный прямо по носу (или корме). Тогда, измерив до него дважды расстояния D_1 и D_2 через промежуток времени Δt , находят разность расстояний

$$\Delta D = D_1 - D_2 \quad (37.2)$$

которая и является плаванием, совершенным судном за время Δt .

Поскольку расстояния в этом способе измеряются в кабельтовых (кб.), время t – в секундах, скорость хода в узлах, рассчитывается по формуле

$$V_{уз} = \frac{\Delta D_{\text{кб}}}{\Delta t \text{ с}} \cdot \frac{3600}{10} = 360 \cdot \frac{\Delta D_{\text{кб}}}{\Delta t \text{ с}} \quad (37.3)$$

Однако более общим является случай, когда хорошо видимая на экране РЛС льдина расположена не по носу (корме), а на произвольном курсовом угле.

На бумаге или планшете в произвольном, но достаточно крупном масштабе (1 см = 1 кб) вычерчиваем перемещение судна относительно наблюдаемой льдины A по наблюдаемым пеленгам и расстояниям (рис. 37.1).

Прямая AA' представит собой путь судна, её длина – пройденное судном расстояние (S) за время (Δt) между замерами P и D , и тогда

$$V_{уз} = 360 \frac{S_{\text{кб}}}{\Delta t \text{ с}} \quad (37.4)$$

3. Способ определения скорости хода судна на глаз имеет весьма широкое распространение при плавании во льдах потому, что численное значение V нужно знать часто, а инструментальное определение её производится дискретно (2-3 раза в час). Скорость хода на глаз определяется из сопоставления целого ряда явлений, связанных с движением судна; числа оборотов гребного винта, величины изменения пеленга на близкие от судна предметы, силы ветра от хода судна (только в штиль), ледовых условий.

В ледовом плавании, особенно в его начале, определяемая на глаз скорость должна многократно проверяться по результатам инструментального её определения с учетом толщины, крепости, сплоченности льдов и числа оборотов гребных винтов. Только многочисленные тренировки в таких определениях и сопоставлениях дадут уверенность в достаточной точности глазомерных определений скорости в тех случаях, когда она не будет проверяться инструментально.

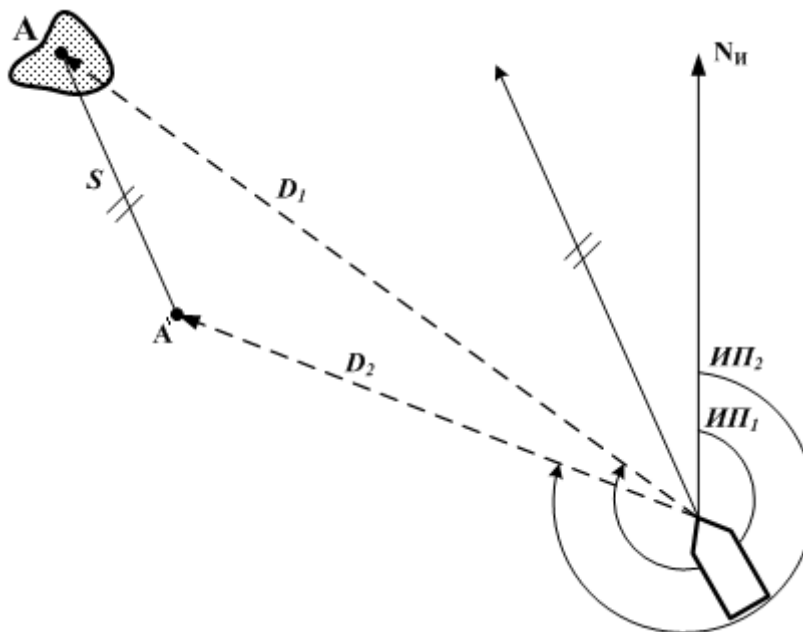


Рис. 37.1. Определение скорости по РЛС

37.5. Определение дрейфа судна в сплоченных льдах

Когда судно совершает плавание в редких льдах, дрейф его учитывается обычными приемами, принятыми в счислении его пути.

При плавании в сплоченных льдах судно дрейфует вместе со льдами, и определение дрейфа в таких условиях требует специального приема.

Для этого судно ставится на ледовый якорь или бортом к подветренной льдине, с наветренного борта, где должно быть достаточных размеров разводье, измеряется глубина места (Z) ручным лотом, груз которого в этом случае следует увеличить одной-двумя балластинами.

Как только будет надежно замерена глубина, лотлиню дается слабина длиной d от 20 до 50 м и в этот же момент запускают секундомер.

Судно дрейфует вместе со льдом из положения I в положение II (рис. 37.2), в котором вся слабина лотлиня будет выбрана и он туго натянется. В момент натяжения лотлиня стопорят секундомер.

Величина дрейфа судна (K_T) в метрах вычисляется по формуле

$$K_T^2 = (Z + d)^2 - Z^2 = 2 \cdot Z \cdot d + d^2$$

или

$$K_T = \sqrt{2 \cdot Z \cdot d + d^2} \quad (37.5)$$

Формулу (37.5) следует рассматривать как приближенную, так как в ней не учитывается прогиб лотлиня.

По вычисленной величине K_T и полученной из наблюдений Δt , вычисляется скорость дрейфа судна при плавании в сплоченных льдах

$$V_{др.уз} = 1,94 \frac{K_T \cdot m}{\Delta t c} \quad (37.6)$$

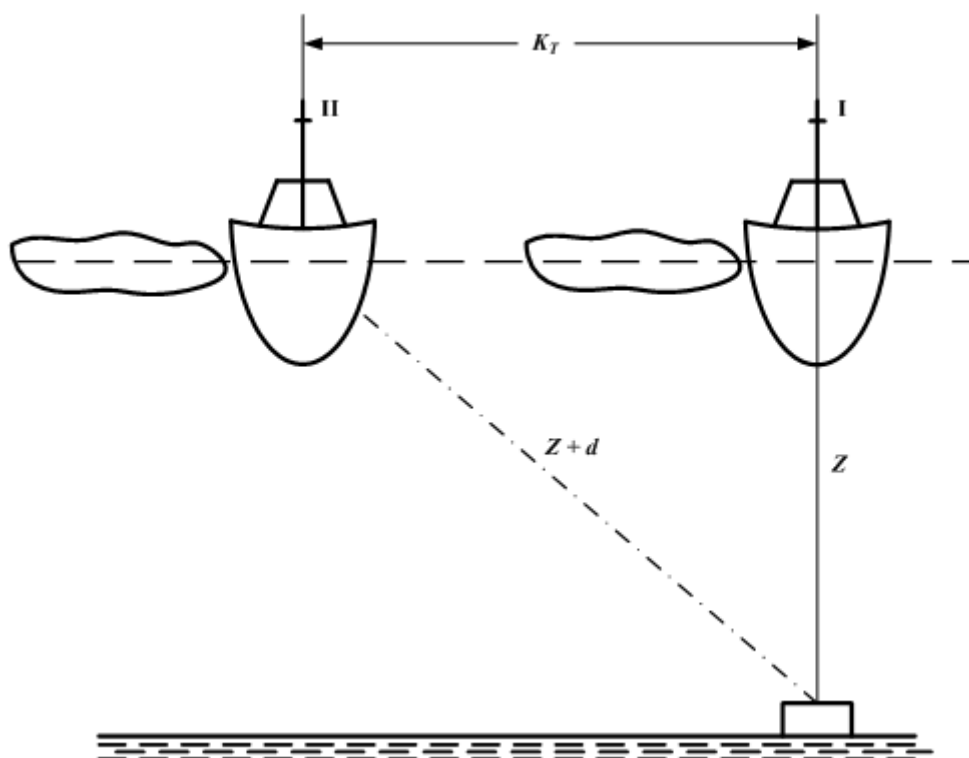


Рис. 37.2. Определение дрейфа судна

Направление дрейфа определяют с помощью компаса и пеленгатора по направлению вытравленного лотлиня.

Недостатком этого способа является то, что он требует при каждом определении дрейфа остановки судна и возможен на глубинах не более 200 м.

37.6. Особенности счисления пути судна при плавании во льдах

В основе счисления пути при плавании судна во льдах лежат приемы и способы, принятые для обычных морских условий. Однако частые изменения курсов и скорости хода, остановки движения, задние хода, особенности в определении дрейфа и скорости судна вынуждают прибегать к некоторым особым приемам счисления его пути.

Впервые разработал и применил способ счисления при плавании во льдах создатель первого в мире ледокола "Ермак" флотоводец и ученый адмирал Степан Осипович Макаров (1848 -1904гг.).

К способу С.О.Макарова обращаются тогда, когда курсы судна меняются не реже четырех раз в час. Если они меняются реже, графическое счисление пути судна ведется обычным способом. В способе С.О. Макарова **каждые пять минут записывают курс и скорость хода**, оцениваемой, как правило на глаз. По полученным данным вычисляют разность широт ($RШ, \Delta\phi$) и отшествия ($ОТШ, \omega$) для каждого пятиминутного периода плавания. По разности широт и отшествию вычисляют **генеральные** разности широт и отшествия за каждый час, а по ним генеральный курс и генеральное плавание. После этого на МНК строят навигационный треугольник для учета сноса судна от дрейфа за час и получают счисляемое место судна.

Для записей курсов С.О. Макаров применил схему, представляющую собой развернутую в виде вертикальных столбцов картушку компаса, градуировка столбцов которой нанесена через 5° . Следовательно, точность записей курса составляет в этом способе $\pm 2,5^\circ$.

Таким образом, способ С.О. Макарова весьма неточен, схемы для записей и вычислений громоздки, не обладают хронологической последовательностью по времени.

Современный способ счисления пути судна при плавании во льдах также основан на записях курсов и скорости хода через каждые 5 мин. Однако при этом курс замечается с точностью до $\pm 1^\circ$, а скорость хода определяется на глаз с точностью до $\pm 0,5$ уз. В течение каждого часа 2 – 3 раза скорость хода должна быть определена из инструментальных наблюдений. Записи наблюдений и их обработка ведутся по схеме, приведенной в таблице 37.2

Счисление пути судна при плавании во льдах
С 9.00 до 10.00 14 августа 2008 г. На 9.00: $\varphi_c = 76^\circ 12,0'N$, $\lambda_c = 88^\circ 16,0'E$

Таблица 37.2

№ п.п.	T_c (час, мин)	KK (град)	ΔK (град)	$ИК$ (град)	$ИК_{пр}$ (град)	V (уз)	S (мили)	α ($ИК_{пр}-Ген.ИК_{пр}$) (град)	$cosa$	$S \cdot cosa$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	9.05	328	-2.0	326	326	3,5	0,29	36	0,81	0,23
2	9.10	334	-2.0	332	332	4,5	0,37	30	0,87	0,32
3	9.15	353	-2.0	351	351	4,0	0,33	11	0,98	0,32
4	9.20	336	-2.0	334	334	5,0	0,42	28	0,88	0,37
5	9.25	6	-2.0	4	364	6,0	0,50	2	1,00	0,50
6	9.30	38	-2.0	36	396	5,5	0,46	34	0,83	0,38
7	9.35	22	-2.0	20	380	3,0	0,25	18	0,95	0,24
8	9.40	41	-2.0	39	399	3,5	0,29	37	0,80	0,23
9	9.45	25	-2.0	23	383	3,5	0,29	21	0,93	0,27
10	9.50	2	-2.0	0	360	4,5	0,38	2	1,00	0,38
11	9.55	12	-2.0	10	370	4,0	0,33	8	0,99	0,33
12	10.00	348	-2.0	346	346	4,5	0,38	16	0,96	0,36

$$Ген\ ИК_{пр} = \frac{\sum ИК_{пр}}{12} = 362^\circ; \quad Ген\ ИК = 2^\circ; \quad Ген\ S = \sum S \cdot \cos \alpha = 3,93\ \text{мили.}$$

В табл. 37.2 – графы 2, 3, 4, 5 – результаты наблюдений и вычисленные $ИК$ на каждые 5 минут; – графа 6 → значения приведенных $ИК$ (к $ИК$ первой четверти $+360^\circ$).

Сумма всех частных значений $ИК_{пр}$ делится на 12 и получают генеральный истинный курс ($Ген.ИК = 2^\circ$).

Для отыскания генерального плавания ($Ген.S$) нужно получить сумму проекций всех 5-ти минутных плаваний на $Ген.ИК$.

В графе 9 записываются углы, которые составляют линии каждого 5-ти минутного $ИК$ с линией $Ген.ИК$. Здесь следует иметь ввиду возможность получения углов $>90^\circ$, и тогда величины « cos » этих углов (графа 10) должны быть записаны со знаком «-».

В графе 11 даны численные значения проекций каждого 5-ти минутного плавания на генеральный курс « $S \cdot cosa$ ». Алгебраическая сумма этих проекций представляет « $Ген.S$ » судна за час по $Ген.ИК$. Чтобы найти координаты на конечный момент счисления (10.00), нужно по данным « $Ген.ИК = 2^\circ$ », « $Ген\ S = 3,93$ мили», « $\varphi_c = 76,2^\circ$ » с помощью таблиц 24, 25 «МТ-75» (т. 2.19а, 2.20 «МТ-2000») – см. табл. 17.8 и 17.9 – найти РШ, ОТШ и РД.

В нашем примере (РШ = 3,93' к N и РД = 0,6 к E). Придав к исходным на 9.00 значениям φ_c , λ_c найденные значения РШ и РД, получим искомые координаты на 10.00:

$$\varphi_c = 76^\circ 12,0'N + 3,9' \text{ к } N = 76^\circ 15,9'N,$$

$$\lambda_c = 88^\circ 16,0'E + 0,6' \text{ к } E = 88^\circ 16,6'E.$$

Если судно сносило течением или ветром, в конце каждого часа счисляемую точку следует сместить на величину этого сноса.

Существует еще один способ ведения счисления пути при плавании во льдах – способ графического счисления или прокладки каждого 5-ти минутного курса и пройденного по нему расстояния на бумаге в крупном масштабе. Счисляемое место при этом способе следует наносить на МНК в конце каждого часа или 4-х часовой вахты. Способ этот проще других, но он требует от судоводителя очень напряженной работы на протяжении всей вахты, так как инструментальное определение скорости хода и дрейфа судна и другие обязанности занимают много времени.

Из рассмотренных особенностей навигационных условий и способов счисления пути судна при плавании во льдах следует вывод, что условия плавания очень сложные, а способы счисления пути судна имеют существенные недостатки (громоздки, трудоемки, недостаточно точны).

Поэтому судоводитель при плавании во льдах должен постоянно изыскивать возможность для получения обсервованного места.

В случае проводки судна за ледоколом на всем маршруте или части его судоводитель должен так же тщательно, как и в отдельном плавании, вести счисление пути своего судна. Связь с ледоколом осуществляется однобуквенными сигналами «МСС-65»(см. табл. 37.3).

Однобуквенные сигналы для связи между ледоколом и проводимыми судами

Таблица 37.3

Сигналы	Значения сигналов	
	С ледокола	С судна(-ов)
A • -	Идите вперед (следуйте по ледовому каналу)	Я иду вперед (следую по ледовому каналу)
G - - •	Я иду вперед; следуйте за мной	Я иду вперед; следую за вами
J • - - -	Не следуйте за мной (следуйте по ледовому каналу)	Я не следую за вами (буду следовать по ледовому каналу)
P • - - •	Уменьшите ход	Я уменьшаю ход
N - •	Застопорите движители	Я стопорю движители
H ••••	Дайте обратный ход движителям	Дайте обратный ход движителям
L • - ••	Немедленно остановите судно	Я останавливаю судно
4 •••• -	Стоп. Я застрял во льду	Стоп. Я застрял во льду
Q - - ••	Сократите расстояние между судами	Я сокращаю расстояние
B - •••	Увеличьте расстояние между судами	Я увеличиваю расстояние
5 •••••	Внимание	Внимание
Y - • -	Приготовьтесь принять (или отдать) буксир	Я готов принять (или отдать) буксир

"WM" – ледокольная проводка сейчас начинается. Используйте спец. сигналы.

"WO" – ледокольная проводка окончена. Следуйте по назначению.

В *судовом журнале* судна, совершающего плавание в ледовых условиях, записи должны характеризовать все особенности плавания. В дополнение к данным, предусмотренным правилами ведения судового журнала, *при самостоятельном плавании* необходимо записывать следующие сведения:

- время и место входа в лед и выхода из него;
- характеристику льда;
- каждый час курс и пройденное расстояние, а если судно шло переменными курсами, то генеральный курс;
- все полученные распоряжения от руководства морскими операциями, а также от капитана ледокола;

- место начала дрейфа, ледовую и метеорологическую обстановку, а также результаты наблюдений за направлением и скоростью дрейфа;
- время начала сжатия, подробную характеристику льда, направление и силу ветра, направление и силу сжатия, его продолжительность и последствия;
- если судно получило повреждения – меры борьбы за живучесть судна.

При плавании за ледоколом в судовой журнал записывать:

- время и место вступления судна под проводку ледокола, название ледокола;
- заданную дистанцию, а если судно следует в составе каравана, то свой порядковый номер в кильватерном строю и названия впереди и позади идущих судов;
- состояние канала за ледоколом;
- если судно застряло во льду и временно оставлено ледоколом, – время и место, а также характеристику окружающей ледовой обстановки.

37.7. Действия судоводителей при плавании во льдах

1. → При плавании во льдах (самостоятельно или в составе каравана под проводкой ледоколов) следует иметь в виду, что, несмотря на совершенствование судов, опасность получения ими ледовых повреждений несколько не уменьшилась. Выбор и поддержание оптимальной скорости движения судна в ледовых условиях является основной задачей судоводителей, управляющих судном.
2. → Перед выходом судна в плавание в ледовых условиях, независимо от того, будет ли это плавание совершаться самостоятельно или под проводкой ледокола, судно должно быть полностью или всесторонне подготовлено к нему. Надлежит организовать регулярный прием ледовой и метеорологической информации, а фактическую ледовую обстановку с обзорной ледовой карты наносить на путевую карту.
3. → Сведения о характере возможного обледенения судов в отдельных районах Мирового океана приводятся в Атласах обледенения судов и в ИМ (извещениях мореплавателей).
4. → Вахта на мостике при ледовом плавании обычно осуществляется двумя судоводителями, один из которых (капитан или СПК) управляет судном, а другой выполняет штурманские обязанности, а также наблюдает за ледовой обстановкой, обеспечивает связь с ведущим ледоколом и судами в караване, выполняет распоряжения капитана.
5. → Во всех случаях необходимо всячески стремиться избегать встречи со льдом, даже если это вызывает значительное увеличение предстоящего пути. Следует всегда помнить, что длинный путь по чистой воде или по разреженному льду выгоднее короткого пути в сплоченном льду.
6. → Выбор безопасной скорости движения судна зависит от конструкции и прочности корпуса судна, мощности его двигателей, инерции, а также от толщины и сплоченности льда.
7. → Для предохранения руля и винтов от повреждений необходимо, по возможности, иметь дифферент на корму.
8. → Следуя во льдах, надлежит четко организовать наблюдение за уровнем воды в корпусе судна.
9. → Не следует входить в лед, если в нем происходит торошение. Входить в лед надо с погашенной инерцией на СМХ и под углом 90° к кромке льда. Дальнейшее следование во льду должно соотносываться с прочностью корпуса и состоянием льда. Входить в лед с неработающими винтами нельзя.
10. → В случае неизбежного столкновения со льдинами при входе в кромку лучше принять удар форштевнем.
11. → Скорость судна во льду должна определяться методом планширного лага всякий раз, когда изменяется сплоченность льда и режим работы главных двигателей.
12. → При следовании по прогалине нельзя допускать удара даже о самые небольшие льдины.
13. → Если судно застряло во льду, оно может форсировать только узкую перемышку нетяжелого льда с небольших разбегов, которые не должны превышать длины корпуса судна. Отходя назад для форсирования необходимо руль ставить прямо и посылать наблюдателя со связью на корму. Выводить руль из прямого положения можно только тогда, когда судно получит движение вперед.

В случае заклинивания судна во льдах используются следующие приемы освобождения:

- перекладка руля с борта на борт при работе двигателей на ППХ, либо – попеременная работа «враздрай»;
- резкое изменение хода с ППХ на ПЗХ и наоборот;
- перекачка воды в балластных цистернах и попеременная закачка воды “нос – корма” (в форпик и ахтерпик);
- использование ледового якоря с одновременной работой задним ходом;
- выжидание некоторого времени до подтаивания льда от корпуса.

14. → Становиться на якорь во льдах не рекомендуется, за исключением случаев вынужденного нахождения в разрезанном льду.

15. → При ледокольной проводке надлежит:

- иметь в ходовой рубке таблицы сигналов для связи с ледоколом;
- сохранять установленные ледоколом место в караване и дистанцию;
- следить за положением судов в караване, за льдом в канале, шириной канала, направлением и состоянием кромок канала;
- предупреждать идущие сзади суда об изменениях скорости своего судна, обнаружении в канале тяжелых обломков льда;
- вести ледовое счисление;
- следить визуально и с помощью УКВ радиотелефона за всеми сигналами и распоряжениями ледокола и сообщениями с судов;
- контролировать каждый час уровень в топливных и балластных танках, а также в льяльных колодцах, обшивка которых может получить ледовые повреждения; при сильных ударах о лед замеры проводить немедленно;
- во избежание застревания во льду при поворотах, начинать поворот, придерживаясь внутренней кромки канала;
- при угрозе столкновения впереди идущее судно должно на короткое время дать СППХ;
- выполнить подготовительные операции на баке на случай буксировки судна вплотную за ледоколом по рекомендациям морской практики;
- строго соблюдать Правила для судов, проводимых за ледоколом, опубликованные в выпуске № 1 ИМ ГУНиО МО РФ.

16. → При плавании в районах с низкими температурами воздуха, вахтенная служба:

- ведет наблюдение за забрызгиванием судна и началом отложения льда;
- определяет направления ветра, при которых происходит обледенение;
- организует подготовку к действию средств борьбы с обледенением;
- выбирает под руководством капитана курс и скорость судна по отношению к ветру и волнам, при которых забрызгивание и заливание будут наименьшими;
- ведет наблюдение за остойчивостью судна и принимает безотлагательные меры к ее восстановлению.

17. → При подходе к районам возможного обледенения необходимо:

- объявить пассажирам и экипажу об ограничениях перемещения на открытых палубах;
- прочистить шпигаты и проверить – нет ли загромождения штормовых портиков;
- убрать предметы, загромождающие верхнюю палубу, и основать штормовые леера, если они не были основаны ранее;
- подготовить инструменты для околки и уборки льда (пешни, ломы, лопаты и т.д.);
- подготовить к подаче на верхнюю палубу горячую воду и пар, в первую очередь к якорному и шлюпочному устройствам для оттаивания.

18. → Борьба со льдом на судне *ведется* авралом и заключается в его околке и удалении с верхней палубы, надстроек и рюгута за бортом. Околку льда надо начинать сверху и сразу же, как только замечено нарастание слоя льда, а не тогда, когда толщина льда достигнет уже значительной величины. Своевременное применение горячей воды и пара для смывания только что образовавшегося льда бывает достаточно эффективным.

19. → При обледенении в 1-ю очередь ото льда освобождаются ходовые огни, навигационные, сигнальные и спасательные средства, проходы для членов экипажа.

20. → *Перед выходом в море, если предстоит ледовое плавание, судоводители:*

1) изучают правила плавания судов, проводимых через лед, международные сигналы для связи между ледоколом и проводимыми судами, специальные пособия, обобщающие опыт ледового плавания;

2) получают у капитана порта или у руководителей ледовыми операциями полный инструктаж и карту ледовой обстановки на день выхода;

3) организуют систематический прием факсимильных карт погоды и ледовой обстановки;

4) наносят на путевую МНК (или кальку) ледовую обстановку, выполняют предварительную навигационную прокладку с учетом полученных данных о ледовой обстановке, ледового прогноза и опыта плавания;

5) готовят средства борьбы с обледенением судна;

6) вывешивают в ходовой рубке таблицы сигналов для связи между ледоколом и проводимыми судами и условных эволюций самолета (вертолета) ледовой разведки при проводке судов.

21. → *Во время подготовки к плаванию во льдах под проводкой ледокола и в процессе проводки судоводители:*

- проверяют действие средств сигнализации, связи, УКВ радиостанции, РЛС, поднимают выдвижной датчик лага;
- сохраняют установленные ледоколом место в караване и дистанцию;
- следят за положением судов в караване, за льдом в канале, шириной канала, направлением и состоянием кромок канала;
- предупреждают идущие сзади суда об изменении скорости своего судна, тяжелых обломков;
- ведут ледовое счисление пути;
- следят визуально и с помощью УКВ радиотелефона за всеми сигналами и распоряжениями ледокола и сообщениями судов;
- производят каждый час замеры воды в льялах, льяльных колодцах и танках, обшивка которых может получить ледовые повреждения (при сильных ударах о лед замеры производят немедленно);
- выполняют подготовительные операции на баке для буксировки судна вплотную за ледоколом (заваливают на палубу якоря, пропускают в якорные клюзы проводник стальной).

22 → *С приближением ко льдам и во время самостоятельного плавания судна вахтенный ПК:*

1. заблаговременно предупреждает вахтенного механика о переводе СЭУ в маневренный режим работы;
2. сверяет часы на мостике и в машинном отделении, проверяет внутрисудовую связь;
3. проверяет состояние водонепроницаемых закрытий, уровень воды в льялах, льяльных колодцах и танках, обшивка которых может получить ледовые повреждения;
4. убирает выступающий из корпуса датчик лага;
5. включает 2-ю рулевую машину, если совместная их работа технически возможна;
6. переходит на ручное управление рулем, проверяет запасное и аварийное рулевое управление;
7. включает РЛС, ведет радиолокационное наблюдение за разводьями и скоплениями льда;
8. проверяет УКВ радиостанцию;
9. проверяет ледовые прожекторы для плавания в сумерках и ночью;
10. по указанию капитана устанавливает скорость движения судна в зависимости от характера и сплоченности льда, прочности корпуса, стараясь избегать ударов льда о корпус;
11. по возможности ведет судно разводьями, обходя прочные льдины;
12. ежечасно производит замеры воды в льялах, льяльных колодцах и танках (при ударах о лед замеры производит немедленно);
13. перед дачей заднего хода убеждается, что руль поставлен в ДП судна.

Выводы

1. Морские льды классифицируются по возрасту, подвижности, строению, состоянию поверхности и стадиям таяния и разрушения.
2. Важнейшей для плавания судов характеристикой дрейфующего льда является его густота или сплоченность.
3. Никогда не следует входить во льды и форсировать их, если есть возможность обойти район скопления льдов или пройти его по разводьям и полыньям.
4. Кратчайший по расстоянию путь судна через льды далеко не часто является кратчайшим по времени и выгоднейшим по сравнению с обходным путем по чистой воде.
5. Судоводителями накоплен целый арсенал примет и признаков приближения судна ко льдам, а при плавании во льдах – к разводьям или кромке окончания льдов.
6. Ледяной покров создает особые условия для навигации и вызывает необходимость применения особых приемов судовождения при плавании во льдах.
7. Наиболее распространенным способом определения скорости судна при плавании во льдах является способ «планширного лага».
8. Современный способ счисления пути судна во льдах основан на записях курсов и скорости хода через каждые пять минут.
9. В случае проводки судна за ледоколом на всем маршруте или части его судоводитель должен также тщательно, как и в отдельном плавании вести счисление пути своего судна.
10. Выбор и поддержание оптимальной скорости движения судна в ледовых условиях является основной задачей судоводителя, управляющего судном.

ГЛАВА 38. ОСОБЕННОСТИ СУДОВОЖДЕНИЯ ПО ВВП. ПОСТАНОВКА СУДА НА ЯКОРЬ

38.1. Особенности судовождения при плавании по ВВП

38.1.1. Основные понятия, определения и термины

Внутренними водными путями (ВВП) называют реки, озера, искусственные каналы и водохранилища, используемые для судоходства.

Изучение навигации служит для судоводителя теоретической и практической основой для плавания в любых географических условиях, в том числе и по ВВП. Однако организация обеспечения плавания, навигационно-гидрографические и гидрологические условия, терминология и сигнализация имеют особенности и отличия от условий плавания на морях.

Отдельные ВВП в некоторых местах соединены в обширные системы каналами или водохранилищами. Переход судна из **русла** одной реки (водохранилища) в русло другой, которые различаются значительной разностью уровней своих вод, осуществляется с помощью шлюзов.

Большие озера по условиям плавания на них могут сравниваться с морями.

Реки, составляющие наиболее протяженные участки ВВП, характеризуются наибольшими различиями своих условий для судовождения от условий морских.

Рекой называется поток воды, перемещающийся по руслу под влиянием силы тяжести от повышенных мест земной поверхности к пониженным. Река состоит из двух основных частей: речного потока и речного русла. И русло и поток имеют свои режимы, особенности и терминологию.

Водосборный бассейн → территория земной поверхности, с которой берет питание водой река.

Русло → пониженная часть дна речной долины, по которой в **межень** проходит поток *реки*.

Межень → маловодное состояние реки.

Половодье (разлив) → выход реки из обычных (меженных) берегов и затопление пойм (пониженных берегов речной долины) в результате большой прибыли воды.

Глубина воды → возвышение горизонта (уровня) воды над определенной точкой дна реки, озера или другого водоема или над точкой какого-либо подводного сооружения в данном водоеме.

Гарантированная глубина → глубина, установленная для данного участка пути и поддерживаемая проведением соответствующих путевых работ в период навигации.

Перекат → наносное образование в виде поперечного вала, косо пересекающего русло реки. Перекат разделяет смежные более глубокие участки русла, называемые плёсовыми лощинами, и является наиболее распространенным естественным препятствием для судоходства по реке.

Гребень (вал) переката → наиболее возвышенная и, следовательно, самая мелкая часть седловины переката.

Корыто переката → наиболее глубокая часть переката, по которой обычно проходит судовой ход.

Исток → начало реки. Истоком могут служить ключ, болото, озеро, ледник.

Устье → место впадения реки в другую реку, озеро, море, океан.

Дельта → устье реки, засоренная наносами, среди которых речной поток размыл много мелких протоков.

Карча → упавшее с подмытого берега и затонувшее в русле реки дерево (или пень).

Судовой ход → фарватер реки (озера, водохранилища, канала).

Лиман → устье реки, имеющее форму воронки.

Осередок → наносное надводное или подводное отложение в русле, не имеющее растительности и обтекаемое со всех сторон течением.

Паводок → временная, более или менее значительная прибыль воды в реке после дождей, таяния снега, льда или спуска воды через плотину и т.п.

Перевал → место перехода фарватера от одного берега к другому (или плоское возвышение дна русла, имеющее меньшие глубины, чем прилегающие к нему плесовые лощины).

Плёс → глубоководный участок русла, заключенный между двумя мелководными участками – перекатами или перевалами.

Порог → скалистая гряда или скопление камней во всю ширину реки, вызывающее подпор и перепад воды.

Проран (пронос) → узкий короткий проток, образовавшийся на острове или песчаной косе вследствие размыва его течением.

Прижимное течение → течение, образующееся у вогнутого берега реки в результате центробежной силы, возникающей на повороте русла.

Прорезь → искусственный канал, создаваемый в русле реки.

Профиль реки:

а) продольный → разрез реки по направлению фарватера;

б) поперечный → разрез реки поперек русла.

Стрежень → линия, соединяющая точки, с наибольшими скоростями течения, обычно совпадающими и с наибольшими глубинами реки.

Судоходная обстановка → навигационное оборудование ВВП.

Транзитная глубина → наименьшая из глубин на перекатах данного участка водного пути. Транзитной глубиной определяется допустимая осадка судов для плавания на этом участке с учетом запаса воды под днищем. Транзитная глубина не должна быть меньше гарантированной глубины.

Транзитная ширина → наименьшая ширина судового хода на данном участке водного пути.

38.1.2. Особенности навигационных условий ВВП

Основные навигационные особенности рек порождаются их природой, их естественными свойствами. Всякая река – это длинная, извилистая и мелководная узкость часто с переменным фарватером, глубинами и течением. Свойства реки в целом являются результатом постоянного и непрерывного взаимодействия потока и русла.

Речное русло изменяется под влиянием непрерывной работы потока. Отсюда возникает одно из характерных и важнейших для навигации свойств реки – её изменчивость, которая проявляется в том, что русло с течением времени меняет своё положение, а вместе с этим – положение фарватера; меняются размеры судового хода; в русле появляются случайные препятствия; меняются скорости течения и глубины на фарватере.

Непрерывное взаимодействие потока и русла реки, естественно не может не изменить положения самого русла. Поток подмывает многие участки берегов, разрушает их, несет в себе огромное количество породы, которая осаждается в отдельных местах русла, изменяет этим условия движения самого потока, приводит к новым и новым изменениям русла и потока. В процессе этой непрерывной, частью очень медленной, разрушительно-созидательной работы русло с течением времени может изменить своё положение в речной долине. Изменение положения русла вызовет изменение положения фарватера, следовательно, и его направления, радиусов кривизны отдельных его участков, ширины и глубины.

В потоке воды в русле всегда могут оказаться и случайные препятствия – карчи, камни, топляки и т.п.

Существенной особенностью рек является неравномерное их питание водой в течение года, что влечет за собой изменения уровня воды в русле и глубин на фарватере. Такие изменения достигают особенно значительных величин в период половодья, когда уровень воды поднимается по сравнению с уровнем в межень на 5 – 10 м и более.

Половодье сопровождается затоплением огромной полосы побережья, его разрушением, заносом отдельных участков старого русла и размывом нового. В этот же период увеличиваются глубины на фарватере, судовые ходы расширяются и спрямляются, становится возможным плавание больших и тяжелых судов, караванов и плотов. Однако увеличение скоростей течения, невозможность выявить и оградить навигационные опасности значительно затрудняют плавание в период половодья.

В меженный период глубина и ширина судового хода, и без того часто небольшие, достигают наименьших величин; особенно затруднительными становятся условия плавания через перекаты. Многие участки работают в режиме одностороннего движения. Этот недостаток в настоящее время устраняется искусственным регулированием стока воды путем создания водохранилищ. Для обеспечения судоходных условий из водохранилищ в меженный период подпитываются ниже расположенные участки рек. В случае необходимости перевода судов в меженный период следует максимально разгрузить их от всего ненужного на переходе.

Кроме перечисленных особенностей, следует назвать замерзаемость почти всех наших судоходных рек. Плавание по реке в период ее замерзания и весеннего ледохода для судов без специального защитного (ледового) пояса невозможно, а в период ледостава возможно только под проводкой ледоколов. Это плавание сопряжено с трудностью еще и потому, что вся плавучая обстановка уже снята, береговые знаки частично ремонтируются, а все светящиеся знаки погашены на зимний период.

Особенностью условий плавания по ВВП является еще и наличие мостов, паромных переправ, кабельных, трубопроводных подводных переходов, гидротехнических сооружений, пристаней и устройств, которые требуют от судоводителей большой осторожности и осмотрительности, а на многих участках и очень ограниченной скорости движения.

Наконец, следует иметь в виду еще одну важную особенность – наличие шлюзов на отдельных реках или каналах, требующих большого искусства и отличной морской выучки от всего экипажа судна, и прежде всего, от его судоводительского состава.

Что касается озер и водохранилищ, то их особенности незначительны, не вызывают больших трудностей для судоводителя и легко могут быть преодолены при внимательном к ним отношении.

38.1.3. Судходная обстановка и сигнализация

А. Судходная обстановка (навигационное оборудование) на ВВП имеет своим назначением создавать условия беспрепятственного и безопасного плавания судов. Все знаки судовой обстановки делятся на светящиеся и несветящиеся, береговые и плавучие. По своему назначению их можно разделить: → на знаки, указывающие направление судового хода (фарватера). К ним относятся исключительно береговые знаки: створные, перевально-створные, перевальные, маяки, знаки судходных пролетов мостов

и

др.;

→ на знаки, ограждающие навигационные опасности. К этой группе относятся, главным образом, плавучие знаки – вехи, буи, бакены. Из береговых к этой группе относятся так называемые весенние знаки, ограждающие в период половодья затопленные бровки берегов, острова и мысы. К этой же группе относятся некоторые маяки на озерах и водохранилищах; → на знаки (группы разрешающих и запрещающих), регулирующие движение судов на отдельных участках путей; семафоры (на засемафоренных участках с односторонним движением) и светофоры у шлюзов;

→ на предупреждающие и оповещающие знаки. В эту группу входит большое число самых разнообразных знаков; сигнальные пережатные и плесовые мачты с показаниями глубины и ширины судового хода, мачты со штормовыми сигналами, знаки, предупреждающие о местах подводного кабеля и др.

На озерах и водохранилищах навигационное оборудование такое же, какое принято на морях.

Б. Зрительная и звуковая сигнализация. Подобно тому, как на морях суда несут сигналы, предусмотренные МППСС-72, суда на ВВП так же несут зрительные сигналы, предусмотренные Правилами плавания по ВВП и имеющие назначением обеспечить безопасное расхождение, обгон, распознавание судов, их габариты и характер деятельности.

Помимо применения зрительных сигналов, суда пользуются и звуковыми сигналами, подаваемыми в соответствии с обстановкой свистком, тифоном или сиреной.

Все суда, идущие по ВВП, обязаны нести или подавать предусмотренные для них Правилами сигналы, своевременно и правильно реагировать на сигналы других судов и береговых постов и выполнять требования Судходной инспекции данного бассейна.

38.1.4. Организация и обеспечение судходства по ВВП

Для непосредственного осуществления судходства и обеспечения его безопасности все ВВП делятся на бассейны.

В каждом бассейне существуют Речное пароходство, Управление пути и каналов Бассейна и контролирующие организации – Судходная и Техническая инспекции (речной регистр).

Речное пароходство имеет своей основной задачей непосредственное осуществление грузовых и пассажирских перевозок на приписанных к бассейну судах. Значительную роль в выполнении этой задачи играет оперативный орган пароходства – диспетчерская служба, имеющая свои отделения в важных пунктах на путях. Для обеспечения проводки судов, капитаны которых недостаточно знакомы с отдельными участками пути, пароходства имеют службу лоцманов.

Бассейновое управление пути и каналов, располагая необходимыми материальными и техническими средствами, осуществляет подготовку путей к навигации, поддерживает заданные габариты судового хода, судходную обстановку, ремонтирует её, оповещает пароходства и суда об изменениях, важных для судходства, и издает навигационные пособия для плавания по своему бассейну (лоции, карты, описания, путевые листки др.). Свою основную работу Бассейновое управление пути и каналов осуществляет через технические участки, на которые разбиты пути бассейна.

Судходная инспекция осуществляет надзор за безопасностью плавания, выполнением установленного порядка и режима, а так же Правил плавания всеми организациями, судами и лицами, пользующимися судходными путями бассейна. Кроме того, Судходная инспекция составляет и издает Местные правила плавания, обусловленные особенностями данного бассейна.

О всех изменениях судовой хода и судовой обстановки диспетчерско-информационная служба пути извещает парходства и судоводителей. Средствами извещения могут быть радио, телефон, сигнальные мачты, выпуск информационных бюллетеней и путевых листков. Путевые листки выдаются на все суда, которые проходят по данному участку. Информация о состоянии судовой хода на перекате передается с помощью сигнальных мачт, устанавливаемых в 300 – 800 м выше и 200 – 500 м ниже переката. Однако следует иметь в виду, что информация о транзитной глубине вывешивается на сигнальных мачтах, начиная с глубины, не превышающей 1,25 максимальной осадки судов, плавающих на данном участке. Если глубина превышает указанную величину, на мачте вывешивается крестообразная фигура.

В паводок информация на сигнальных мачтах не вывешивается.

38.1.5. Навигационные пособия

Для обеспечения безопасного и беспрепятственного плавания судов по ВВП для судоводителей издаются специальные документы и навигационные пособия.

Основным документом, регламентирующим движение, стоянку, расхождение и обгон судов, являются **Правила плавания по внутренним судходным путям**, которые являются обязательными для всех организаций, судов и лиц, пользующихся этими ВВП.

В дополнение и развитие этого документа в каждом бассейне Судходной инспекции составляются и издаются **Местные правила плавания по ВВП бассейна**, в которых указываются особенности, имеющие место на путях следования и акваториях портов бассейна, требующие от организаций и лиц, пользующихся ими, выполнения каких-либо действий или ограничений.

В качестве навигационного пособия общего характера следует назвать **Общую лоцию ВВП**. В ней содержится большой перечень вопросов, имеющих не только теоретическое значение, но и практическое применение судоводителем в плавании. К таким вопросам относятся:

- 1) → свойства реки и терминология;
- 2) → построение карт и пользование ими;
- 3) → основы судовождения по рекам;
- 4) → знаки судходной обстановки и др.

Узкоспециальным и совершенно необходимым для судоводителей навигационным пособием является **Лоция реки**, по которой судоводителю предстоит совершить плавание. Лоция реки содержит:

- 1) → набор карт, последовательно изображающих весь путь по реке, с указанием направления судовой хода, глубин, судовой обстановки (карты рек издаются в проекции Гаусса);
- 2) → пояснения и рекомендации к картам, имеющие навигационное значение;
- 3) → лист условных обозначений, принятых в Лоции;
- 4) → общие сведения о реке, её навигационную характеристику;
- 5) → указания о порядке пользования информацией, о габаритах пути;
- 6) → справочные таблицы (гидрометеорологические, астрономические, маршрутные).

Другими необходимыми пособиями для плавания являются **Лоции и Карты озер и водохранилищ**. Оба названных пособия не отличаются от аналогичных морских пособий и трудностей для пользования не представляют.

Наконец, совершенно обязательным навигационным пособием является **Путевой листок**, выдаваемый техническими участками на суда и содержащий сведения о состоянии пути на перекатах и изменениях в судходной обстановке на участке.

Перечисленные документы и пособия содержат все необходимые и достаточные сведения для безопасного плавания по очередному участку пути. Все дополнительные пособия, если они существуют, помогут углубить и расширить сведения о пути, а потому являются желательными. Если представится возможность получить дополнительные сведения о предстоящем пути, его особенностях, имеющих навигационное значение, пренебрегать этой возможностью не следует.

38.1.6. Особенности судовождения при плавании по ВВП

Судовождение при плавании в озерах и водохранилищах ничем не отличается от плавания в мелководных районах моря ни по способам ни по средствам обеспечения.

Плавание по рекам имеет существенные навигационные особенности по сравнению с плаванием на море: река представляет собой протяженную извилистую узкость с малыми неровными глубинами и значительными переменными течениями. Следовательно, обстановка на переходе по реке меняется исключительно быстро, навигационные опасности расположены нередко на границе судового хода, имеющего во многих местах предельно малую ширину. Все эти особенности требуют от судоводителя умелого сочетания и применения при плавании по рекам двух способов судовождения: лоцманского и штурманского.

Лоцманский способ основан на личном опыте лоцмана в судовождении, хорошо развитом глазомере, всестороннем и подробном знании своего участка пути и всех его навигационных особенностей. Лоцман в процессе проводки судна, так же как и штурман, ориентируется по искусственным, но чаще и больше всего по естественным ориентирам, иногда незаметным для других. Там, где судовой ход огражден плавучими и береговыми знаками, а ось фарватера створами, лоцман, используя всю систему знаков и лоцманскую карту, ориентируясь на глаз, легко и уверенно ведет судно. Там, где судовая обстановка малочисленна или отсутствует, лоцман ориентируется по естественным ориентирам, как правило, без инструментов и приборов. Однако при малой видимости лоцманский способ практически неприменим и судно вынуждено становиться на якорь.

Применение **штурманского**, то есть инструментального, **способа** судовождения возможно и целесообразно при плавании по рекам именно в сочетании с лоцманским способом: на широких плесах, при малой видимости, в случаях, требующих особенно точного маневра или определения места. Непрерывное счисление пути по приборам, насколько это возможно по условиям реки, инструментальные определения места, точек поворотов, скорости хода, направления движения и т.д. дополняют и уточняют работу лоцмана.

Судоводителю, которому предстоит плавание по ВВП, следует рекомендовать:

1. → В соответствующих службах **получить** необходимую консультацию и все существующие по маршруту навигационные пособия.

2. → Тщательно **изучить** и проработать маршрут по пособиям, а возникшие при этом вопросы выяснить в соответствующих организациях бассейна. При изучении маршрута особое внимание обратить на габариты судового хода: глубину, ширину, радиусы кривизны, подмостовые размеры, размеры судоходных шлюзов и других судопропускных сооружений. Из перечисленных элементов особо выделить радиус кривизны судового хода.

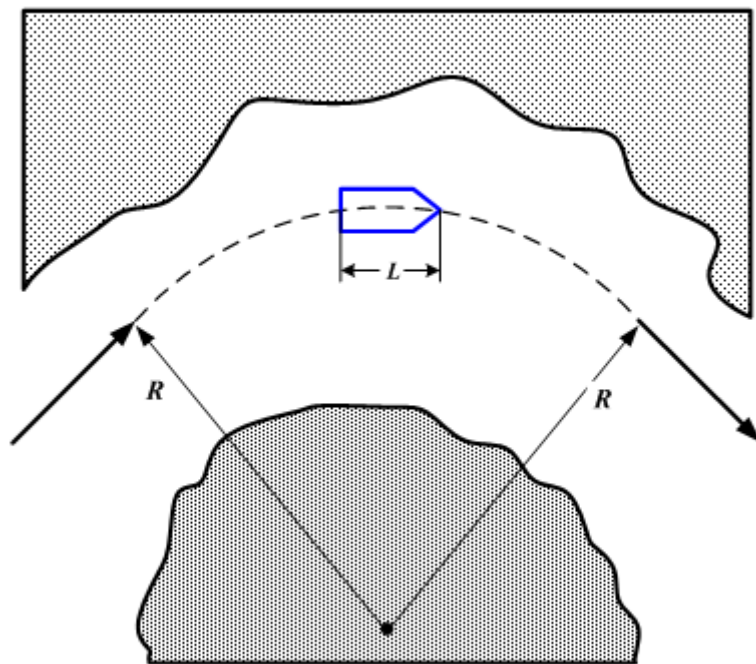


Рис. 38.1. Радиус кривизны судового хода

На рис. 38.1 показан участок изогнутого пути реки. Радиус кривизны судового хода на этом участке определяет наибольшую длину судна, при которой возможен его безопасный проход на изгибе. Практика показывает, что для нормального двустороннего плавания на изгибах радиуса R должно соблюдаться условие

$$R \geq 5L \div 6L \quad (38.1)$$

где L – наибольшая длина судна;

В исключительных случаях, при одностороннем движении, судно может проходить по изгибу судового хода при условии

$$R_{\text{мин}} \geq 2,5L \div 3L \quad (38.2)$$

3. → **Составить** необходимые предварительные расчеты и схемы на переход, предусмотрев при этом возможные изменения гидрометеорологических условий, отсутствие лоцманов на отдельных участках и т.п.

4. → **Подготовить** технические средства судовождения и инструменты: компасы, пеленгаторы, лаг, РЛС, эхолот, секстан; учесть (уточнить) их поправки.

5. → Тщательно **вести счисление** пути; **производить** определения по наблюдениям с помощью СНО и РЛС, используя створы и береговые знаки. Использовать в счислении консультации и советы лоцмана по вопросам практики судовождения и ориентирования по естественным приметам и ориентирам, контролируя их по возможности инструментальными наблюдениями и расчетами. Карту, по которой ведется счисление, держать непосредственно на мостике для непрерывного ориентирования, частого нанесения места судна из определений и засечек в моменты прохода траверза ориентиров.

6. → При обнаружении встречных судов, караванов и других плавсредств необходимо с возможно большей заблаговременностью **наметить и рассчитать маневр расхождения**. При обгоне маневрирование осуществлять лишь при наличии достаточной акватории, предваряя действия соответствующей сигнализацией.

7. → При управлении рулем **учитывать влияние мелководья** на путь и скорость хода судна: скорость может уменьшаться на 20 – 30%, а судно на курсе рыскать из-за уклонения в сторону наименьшего сопротивления – бо́льших глубин.

8. → Все наблюдения и полученный на первых этапах плавания по реке опыт **обобщать и использовать** на последующих этапах плавания.

Судоводитель должен поставить перед собой задачу: если придется это плавание повторить, то на основании приобретенного опыта в первом плавании второе он должен совершить самостоятельно без помощи лоцманов.

38.2. Постановка суда на якорь

При плавании в стесненных районах моря в любой момент может возникнуть необходимость постановки судна на якорь: на период темного времени суток, при внезапном ухудшении видимости, при невозможности расхождения со встречными судами и т.п. Места возможных якорных стоянок определяются заранее, если в период темного времени суток имеющиеся СНО не обеспечивают безопасность плавания. Но могут быть якорные постановки, не предусмотренные по плану перехода.

Во всех случаях постановка судна на якорь требует от судоводителя умения правильно выбрать место якорной стоянки и осуществить с максимально возможной точностью выход судна в избранное место.

Место якорной стоянки выбирается с учетом требований хорошей морской практики и навигационной безопасности.

При выборе якорной стоянки принимаются во внимание глубины, защищенность от ветра и волнения, размеры места якорной стоянки, наличие и характеристики приливо-отливных явлений, рельеф дна и характер грунта, близость навигационных опасностей, наличие ориентиров, состояние и прогноз погоды, а так же характеристики самого судна и предполагаемая длительность стоянки на якоре.

Для обеспечения навигационной безопасности якорной стоянки во всех случаях учитываются глубины (как правило 15-30 м) и изменения уровня моря в месте постановки, на прилегающей к нему акватории и на подходах; господствующие ветры и ветер, ожидаемый по прогнозу; грунт (глина, песок, ил, мелкий камень); течение; возможности быстрой съемки и безопасного выхода в море.

При выборе места якорной стоянки рассчитываются размеры акватории, обеспечивающей навигационную безопасность судна. С учетом неизбежных погрешностей в месте отдачи якоря и возможных изменений погоды, требующих дополнительного вытравливания якорной цепи, размеры площади, обеспечивающей развороты судна, стоящего на якоре, определяются величиной радиуса R :

- при глубине места $H < 20\text{ м} \rightarrow R = 4H + 2L$ (38.3)

- при глубине места $21\text{ м} \leq H \leq 50\text{ м} \rightarrow R = 3H + 2L$ (38.4)

или $R = \sqrt{l^2 - (H')^2} + L + \Delta R$ (38.5)

где L – длина судна, м.

l – требуемая для безопасной стоянки длина якорного каната, м.

H' – высота якорного клюза над грунтом, м.

ΔR – запас расстояния, выбираемый в зависимости от конкретных условий и обстоятельств, м.

Минимальная глубина H , обеспечивающая безопасную стоянку, рассчитывается по формуле:

$$H = 1,2T + 0,7h_B$$

где T – наибольшая осадка судна, м;

h_B – вероятная высота волны для данного сезона в районе якорной стоянки, м.

Безопасность стоянки во многом определяется характером грунта, от которого зависит держащая сила якоря. Хорошими свойствами в этом отношении обладают илисто-песчаные и глинисто-песчаные грунты, а также гравий и ракушка с примесью глины и ила. Сами по себе ил и глина сильно засасывают якоря, что затрудняет, а иногда делает невозможным их отрыв от грунта. Особенно неблагоприятны для якорной стоянки каменистые грунты из валунов, крупных скал или плиты. На таких грунтах якоря плохо держат, а судно под влиянием ветра или течения приобретает значительную скорость дрейфа, что может привести к обрыву якорной цепи, если якорь заклинится в трещине или зацепится за выступ скалы.

Способы вывода судна в намеченную точку якорной стоянки зависят от навигационных условий выбранного места и наличия в районе СНО.

1. Если место якорной стоянки специально оборудовано системой створов, то задача судоводителя состоит в том, чтобы при подходе к месту отдачи якоря (т. $Я$ рис. 38.2.) лечь на линию ведущего створа знаков AA_1 , в т. K_1 застопорить машины, а в момент прохода на линию секущего створа BB_1 отдать якорь. При этом должны быть учтены два обстоятельства. Во-первых, при наблюдении секущего створа необходимо учитывать расстояние от пеленгаторного репитера до форштевня или клюза, через который проходит якорная цепь. Во-вторых, к месту отдачи якоря судно должно подойти на самой малой инерции переднего хода.

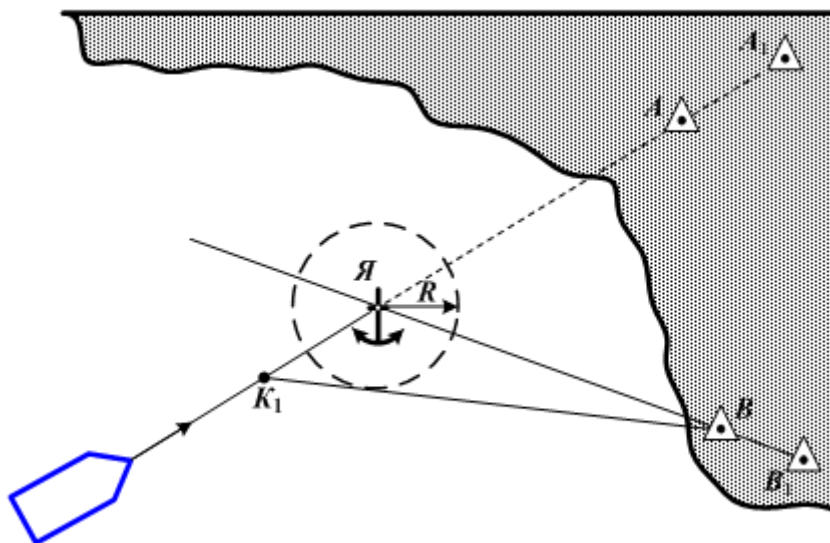


Рис. 38.2. Постановка судна на якорь (при системе створов)

2. При отсутствии секущего створа место отдачи якоря определяется по ведущему створу AA_1 и пеленгу K_2B на ориентир B (рис. 38.3).

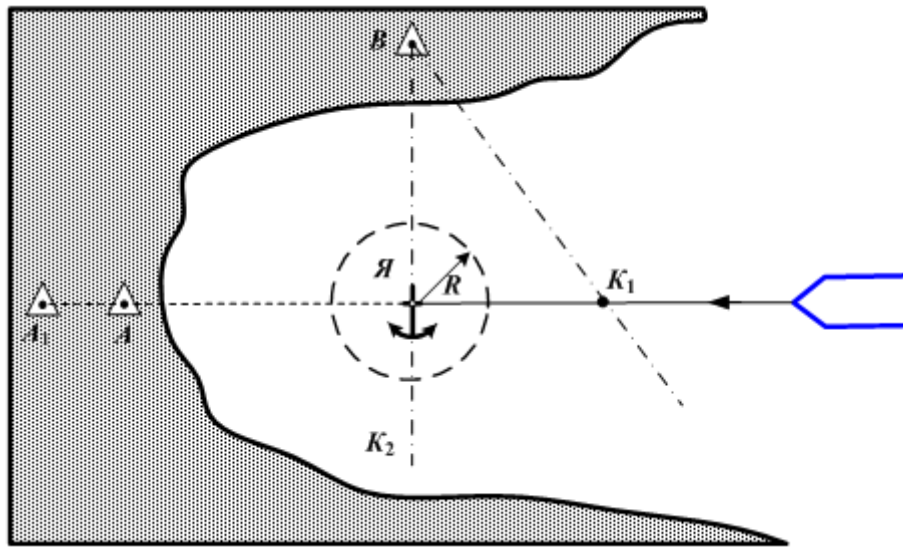


Рис. 38.3. Постановка судна на якорь (ведущий створ и ориентир)

При этих условиях подход к месту отдачи якоря и остановка машин осуществляется, как в первом случае. При движении по ведущему створу знаков AA_1 проверяется поправка курсоуказателя судна (ΔK), и пеленги K_1B , K_2B на ориентир B должны быть взяты с её учетом. Если на берегу не окажется знака, обеспечивающего необходимые наблюдения секущих пеленгов, следует на путевой карте и на местности отыскать естественный ориентир, положение которого позволило бы получать секущие пеленги.

3. В том случае, когда на местности нет ни одного створа, но есть один знак A (рис. 38.4), выход судна для постановки на якорь в избранной точке $Я$ осуществляется таким образом. Через заданную точку $Я$ якорной стоянки проводится линия AK от ориентира A так, чтобы она служила линией курса судна в точку $Я$. По аналогии с предыдущим случаем находится естественный ориентир (NE оконечность острова B), который обеспечит получение секущих пеленгов, фиксирующих моменты остановки машин (т. K_1) и отдачи якоря (т. $Я$). Отсутствие створов лишает судоводителя возможности уточнить поправку курсоуказателя (ΔK) при подходе к месту постановки на якорь. Для сохранения максимальной точности маневра в этом случае следует ориентиры (A и B) выбирать в наименьшем удалении от места постановки судна на якорь.

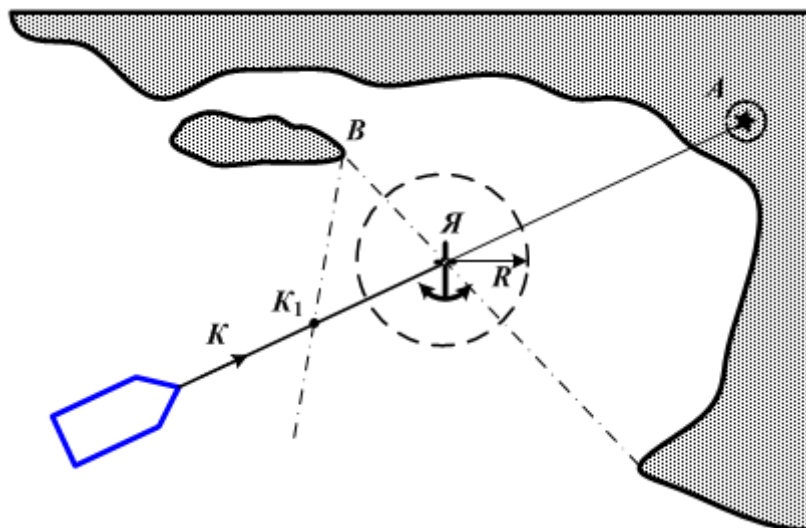


Рис. 38.4. Постановка судна на якорь (вариант 3)

4. При случае, когда ни через один ориентир невозможно провести линию курса так, чтобы она одновременно проходила и через точку постановки на якорь, вывод судна в заданную точку (рис. 38.5) осуществляется обычной прокладкой курса, то есть по счислению с контролем счисления возможно более частыми наблюдениями. Остановка машин и отдача якоря производится в местах, контролируемых секущими пеленгами.

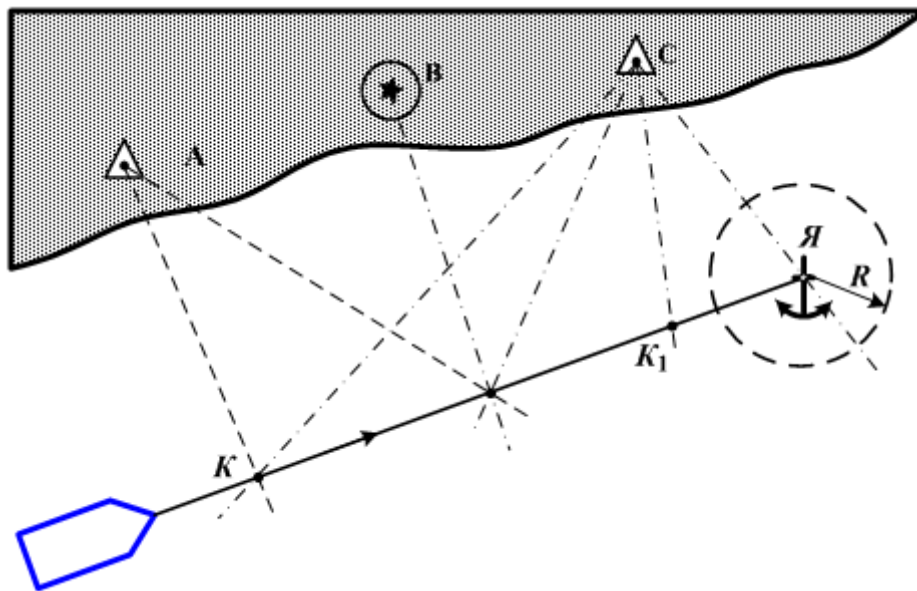


Рис. 38.5. Постановка судна на якорь (вариант 4)

Судоводитель должен иметь в виду, что при постановке на якорь:

- 1) → секущие пеленги должны измеряться в точках уменьшения хода, остановки машин, отдачи якоря;
- 2) → при подходе к месту постановки через каждые 1-2 кб. делается доклад капитану. Лучше всего эти расстояния отметить на линии курса подхода к точке отдачи якоря и зафиксировать секущими пеленгами;
- 3) → если в месте постановки на якорь имеется значительное течение, то курс подхода к месту постановки следует выбирать против течения, а при расчете места остановки машин учитывать скорость течения;
- 4) → если в районе постановки на якорь имеются точечные радиолокационные ориентиры, расчеты точек уменьшения хода, остановки машин и отдачи якоря можно основывать не на пеленгах, а на расстояниях, измеряемых с помощью РЛС. Ориентиры для РЛС должны быть расположены или впереди по курсу подхода к точке отдачи якоря или по корме. При этом следует помнить, что РЛС измеряет расстояние до ориентира от антенны, а не от носовой (кормовой) оконечности судна.

При постановке судна на якорь:

- 1) → курс для выхода в точку якорной стоянки назначается против ветра или течения, а при их совместном действии – против того, что в данный момент воздействует на судно сильнее;
- 2) → курс подхода должен быть безопасным в навигационном отношении и позволять подобрать ориентиры для определения места, а также контрольные пеленги и расстояния на моменты остановки машин, дачи заднего хода и отдачи якоря;
- 3) → окружность радиуса R , проведенная из назначенной точки постановки на якорь, не должна пересекать опасную изобату, створов, фарватеров, рекомендованных путей;
- 4) → необходимо (по возможности) предусмотреть запас расстояния (от окружности радиуса R до опасностей) на случай обрыва якорь-цепи и дрейфа судна до дачи хода с учетом готовности машин;
- 5) → следует знать (с учетом инерционных характеристик судна), за сколько кабельтов следует уменьшать ход, стопорить машины, давать задний ход и в соответствии с этим устанавливать периодичность докладов о расстоянии до точки постановки на якорь;
- 6) → после отдачи якоря записать в судовой журнал контрольные пеленги на береговые ориентиры, расстояния до них и отсчеты навигационных параметров с судовых приемоиндикаторов РНС;
- 7) → подготовить (рис. 38.6) сетку навигационных изолиний (например пеленгов) и каждые 15-20 мин. стоянки контролировать место судна;
- 8) → с обнаружением дрейфа судна (якорь не держит), принимать меры, предупреждающие негативные последствия.

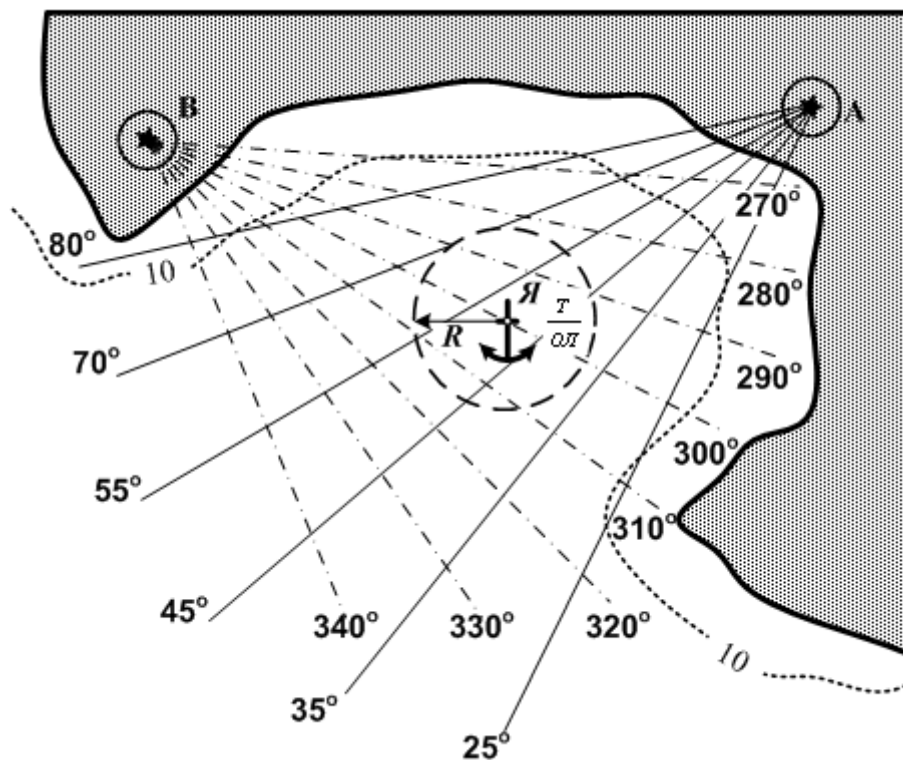


Рис. 38.6. Контроль места судна на якорь

Выводы

1. Внутренними водными путями (ВВП) называют реки, озера, искусственные каналы и водохранилища, используемые для судоходства.
2. Реки, составляющие наиболее протяженные участки ВВП, характеризуются наибольшими различиями своих условий для судоходства от условий морских.
3. Основные навигационные особенности рек порождаются их природой, их естественными свойствами.
4. Судоходная обстановка (навигационное оборудование) на ВВП имеет своим назначением создавать условия беспрепятственного и безопасного плавания судов.
5. Суда на ВВП несут зрительные сигналы, имеющие своим назначением обеспечить безопасное расхождение, обгон, распознавание судов, их габариты и характер деятельности.
6. В каждом Бассейне существуют Речное Пароходство, Управление пути и каналов Бассейна и контролирующие организации – Судоходная и Техническая инспекции (Речной Регистр).
7. Судоходная инспекция осуществляет надзор за безопасностью плавания, выполнением установленных порядка, режима и Правил плавания всеми организациями, судами и лицами, пользующимися судоходными путями Бассейна.
8. Для обеспечения безопасного и беспрепятственного плавания судов по ВВП для судоводителей издаются специальные документы и навигационные пособия.
9. Навигационные особенности ВВП требуют от судоводителя умелого сочетания и применения при плавании двух способов судоходства: лоцманского и штурманского.
10. Постановка судна на якорь требует от судоводителя умения правильно выбрать место якорной стоянки и осуществить с максимально возможной точностью выход судна в избранное место.
11. Место якорной стоянки выбирается с учетом требований хорошей морской практики и навигационной безопасности.
12. Способы вывода судна в намеченную точку якорной стоянки зависят от навигационных условий выбранного места и наличие в районе СНО.
13. Курс для выхода в точку якорной стоянки назначается против ветра или течения, а при их совместном действии – против того, что в данный момент воздействует на судно сильнее.
14. Безопасность стоянки во многом определяется характером грунта, от которого зависит держащая сила якоря.
15. С обнаружением дрейфа судна (якорь не держит), принимать меры, предупреждающие негативные последствия.

ГЛОССАРИЙ

К электронному учебнику по навигации и лоции

Судовождение	решение задач, обеспечивающее навигационную безопасность плавания и управление судном для достижения намеченных целей
Мореходная астрономия (морская астронавигация)	часть практической астрономии, рассматривающая ориентировку по небесным светилам во времени, по месту и направлению при движении на море
Морская гидрометеорология	наука, исследующая особенности процессов и явления, происходящих в атмосфере над океаном, и устанавливающая причинные зависимости между ними
Морская навигация	наука о вождении судна в море намеченным маршрутом с учетом влияния внешней среды на направление и скорость движения судна
Навигация	основная дисциплина судовождения, разрабатывающая теоретические обоснования и практические методы вождения судов наиболее выгодными путями и использующая для этой цели современные штурманские приборы, мореходные инструменты, морские навигационные карты, руководства и пособия для плавания
Карта	уменьшенное изображение земной поверхности или отдельных ее участков на плоскости, выполненное по определенному математическому закону
Морская карта	графическое изображение на плоскости (бумаге) водных районов Земли и прилегающих к ним участков суши, выполненное в определенной картографической проекции и определенном масштабе
Морская навигационная карта	разновидность морской карты, главным содержанием которой являются элементы навигационно-гидрографической обстановки и предназначены для обеспечения навигационной безопасности плавания судов
Лоция (Морская лоция)	раздел судовождения, изучающий условия плавания в водных бассейнах, включая систему навигационного оборудования морей, принятые условные обозначения и сокращения на морских картах и правила пользования ими, а также учитывающий и суммирующий текущую печатную и радиоинформацию, которая дополняет и расширяет знания судоводителей об условиях и обстоятельствах плавания в конкретных районах Мирового океана
Секстан навигационный	ручной оптический прибор, предназначенный для измерения: <ul style="list-style-type: none">- высот светил над видимым морским горизонтом;- горизонтальных углов между двумя ориентирами с целью определения места;- вертикального угла ориентира
Картографическая проекция	способ построения картографической сетки на плоскости и изображение на ней сферической поверхности Земли, подчиненный определенному математическому закону
Меркаторская проекция	нормальная цилиндрическая равноугольная проекция, при которой все меридианы и параллели прямые и взаимоперпендикулярные линии, а линейная величина каждого градуса широты постепенно увеличивается с возрастанием широты, соответственно растягиванию параллелей, которые все в этой проекции по длине равны экватору

Геоид	геометрическая фигура, которая совпадает со средней поверхностью вод Мирового океана, свободной от приливов, течений и прочих возмущений
Эллипсоид вращения (земной эллипсоид)	математически правильная фигура, по форме близкая к форме геоида, предназначенная для решения различных задач на поверхности Земли
Референц-эллипсоид	принятая за основу форма земного эллипсоида в стране (группе стран), наиболее близко совпадающая с геоидом на территории данной страны
Земная ось	воображаемая прямая, вокруг которой Земля совершает свое суточное вращение
Географические полюсы	условные точки пересечения земной оси с земной поверхностью
Северный географический полюс	полюс, со стороны которого собственное вращение Земли усматривается против часовой стрелки
Южный географический полюс	полюс, со стороны которого собственное вращение Земли усматривается по часовой стрелке
Плоскость экватора	плоскость, перпендикулярная земной оси и проходящая через центр шара (эллипсоида)
Земной экватор	линия (окружность), образуемая от пересечения поверхности эллипсоида плоскостью экватора
Плоскости параллелей	плоскости, параллельные плоскости экватора
Параллели	малые круги, образующиеся на поверхности земного эллипсоида при пересечении его плоскостями параллелей
Нормаль (отвесная линия)	прямая, совпадающая с направлением силы тяжести в данной точке
Плоскости истинных меридианов	плоскости, проходящие через ось Земли
Истинные (географические) меридианы	линии (окружности), образующиеся на поверхности эллипсоида при пересечении его плоскостями истинных меридианов
Истинный (географический) меридиан наблюдателя	меридиан, проходящий через место наблюдателя
Начальный (нулевой, Гринвичский) меридиан	меридиан, проходивший через ось главного телескопа прежней Гринвичской обсерватории в предместье г. Лондон (Англия)
Географическая широта	угол при центре Земли между плоскостью экватора и нормалью к поверхности земного эллипсоида в данной точке
Географическая долгота	двугранный угол между плоскостью Гринвичского (начального) меридиана и плоскостью меридиана данной точки
Разность широт	изменение широты, при переходе судна из одного пункта в другой
Разность долгот	изменение долготы, при переходе судна из одного пункта в другой
Нормальное сечение	сечение эллипсоида плоскостью, проходящей через нормаль к его поверхности
Отвесная линия	воображаемая линия, проходящая через центр Земли и место наблюдателя

Зенит	точка пересечения отвесной линии и вспомогательной небесной сферы над головой наблюдателя
Надир	точка пересечения отвесной линии и вспомогательной небесной сферы, диаметрально противоположная зениту
Плоскость истинного горизонта наблюдателя	горизонтная плоскость, перпендикулярная направлению отвесной линии и проходящая через место наблюдателя
Надгоризонтная часть	все, что находится над истинным горизонтом и «видимо» для наблюдателя
Подгоризонтная часть	все, что находится под истинным горизонтом и «скрыто» от наблюдателя
Плоскость истинного меридиана наблюдателя	плоскость, проходящая через отвесную линию, место наблюдателя и полюсы Земли
Линия истинного меридиана наблюдателя (полуденная линия)	линия пересечения плоскости истинного меридиана наблюдателя плоскостью истинного горизонта наблюдателя
Плоскость 1-го вертикала наблюдателя	вертикальная плоскость, проходящая через отвесную линию и перпендикулярная плоскости истинного меридиана наблюдателя
Круговая система счета направлений	система, в которой счет направлений ведется от 0° до 360° от северной части истинного меридиана наблюдателя вправо по ходу часовой стрелки
Полукруговая система счета направлений	система, в которой счет направлений ведется от северной или южной части истинного меридиана наблюдателя в сторону востока или запада в пределах от 0° до 180°
Четвертная система счета направлений	система, в которой счет направлений ведется от северной и южной части истинного меридиана наблюдателя в сторону востока и в сторону запада в пределах от 0° до 90°
Румб	единица плоского угла, применяемая для определения направлений относительно сторон света или угла между ними. Один румб равен $1/32$ части окружности видимого горизонта, т.е. $11,25^\circ$
Румбовая система счета направлений	система, в которой в качестве единицы измерения применяется румб
Истинный курс судна	направление продольной оси судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью истинного меридиана и носовой частью продольной оси судна (по часовой стрелке от 0° до 360°)
Истинный пеленг	горизонтальный угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северной частью истинного меридиана наблюдателя и направлением из точки наблюдения на объект (по часовой стрелке от 0° до 360°)
Обратный истинный пеленг	направление, отличающееся от истинного пеленга на 180°
Курсовой угол	горизонтальный угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между носовой частью продольной оси судна (ДП судна) и направлением из точки наблюдения на объект (ориентир) \rightarrow от 0° до 180° правого и левого борта
Траверзный курсовой угол	курсовой угол, равный 90° (90° пр/б, 90° л/б)

Крамбола	курсовой угол, равный 45° (45° пр/б, 45° л/б)
Раковина (подзор)	курсовой угол, равный 135° (135° пр/б, 135° л/б)
Транспортир штурманский	инструмент, служащий для измерения направлений на карте относительно истинного меридиана и представляющий из себя полукруг, разделенный на 180° с линейкой, расположенной по диаметру круга
Видимый горизонт наблюдателя	наблюдаемая в море линия, по которой море соединяется с небосводом
Плоскость магнитного меридиана	вертикальная плоскость, проходящая через вектор напряженности магнитного поля перпендикулярно к плоскости истинного горизонта
Линия магнитного меридиана	линия, образованная пересечением плоскости истинного горизонта наблюдателя и плоскости магнитного меридиана
Магнитное склонение	угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северной частью истинного и северной частью магнитного меридианов (от 0° до 180°)
Годовое изменение магнитного склонения	величина изменения магнитного склонения за один год
Изогона	линия, соединяющая точки с одинаковым склонением
Агона	линия, соединяющая точки с нулевым магнитным склонением
Магнитная аномалия	точка или район, где магнитное склонение резко отличается от окружающего
Магнитные направления	направления, измеряемые относительно магнитного меридиана
Магнитный курс судна	направление продольной оси судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью магнитного меридиана и носовой частью продольной оси судна (по часовой стрелке от 0° до 360°)
Магнитный пеленг	горизонтальный угол между северной частью магнитного меридиана наблюдателя и направлением из точки наблюдения на объект (по часовой стрелке от 0° до 360°)
Магнитный компас	навигационный прибор, работа которого основана на использовании свойства магнитной стрелки устанавливаться по направлению силовых линий внешнего магнитного поля
Плоскость компасного меридиана	вертикальная плоскость, проходящая через стрелку магнитного компаса, установленного на судне и перпендикулярная плоскости истинного горизонта наблюдателя
Компасный меридиан	линия пересечения плоскости компасного меридиана с плоскостью истинного горизонта наблюдателя
Девияция магнитного компаса	угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северными частями магнитного и компасного меридианов
Компасные направления	направления, измеряемые относительно компасного меридиана
Компасный курс (по магнитному компасу)	направление продольной оси судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью компасного меридиана магнитного компаса и носовой частью продольной оси судна (по часовой стрелке от 0° до 360°)

Компасный пеленг (по магнитному компасу)	горизонтальный угол между северной частью компасного (по магнитному компасу) меридиана наблюдателя и направлением из точки наблюдения на объект (по часовой стрелке от 0° до 360°)
Поправка магнитного компаса	горизонтальный угол в плоскости истинного горизонта наблюдателя между северной частью истинного и северной частью компасного (по магнитному компасу) меридианов
Исправление румбов	переход от компасных направлений к истинным (или от компасных к магнитным)
Перевод румбов	переход от одних направлений (магнитных или истинных) к другим (компасным)
Гирокомпас	гироскопический навигационный прибор, обладающий направляющим моментом и предназначенный для выработки курса судна и определения направлений в море
Гироазимут	гироскопический прибор, предназначенный для сохранения заданного азимутального направления
Поправка гирокомпаса	угол в плоскости истинного горизонта между северной частью истинного меридиана и северной частью гирокомпасного меридиана
Морская миля	единица длины, равная длине одной минуты дуги меридиана земного эллипсоида (1852 м) в широте $\approx 45^\circ$
Узел	единица скорости, равная одной миле в час
Лаг	навигационный прибор, предназначенный для измерения скорости и пройденного судном расстояния относительно воды или грунта
Относительный лаг	лаг, производящий измерения скорости судна относительно воды
Абсолютный лаг	лаг, производящий измерения скорости судна относительно грунта
Поправка лага	величина, равная относительной погрешности, выраженной в процентах и взятой с обратным знаком
Мореходные таблицы («МТ-33», «МТ-43», «МТ-53», «МТ-63», «МТ-75», «МТ-2000»)	сборник различных таблиц, необходимых для решения навигационных и астрономических задач
Мерная линия	специально оборудованный полигон для проведения скоростных испытаний судов
Условный глобус	глобус, подобный земному эллипсоиду, степень уменьшения которого называется общими или главным масштабом карты
Масштаб	отношение бесконечно малого отрезка, взятого около данной точки карты по данному направлению, к горизонтальной проекции соответствующего ему отрезка на местности
Численный (числовой) масштаб	отношение данной линии на условном глобусе к длине соответствующей ей линии на местности
Линейный масштаб	число единиц, принятых для измерения длин на местности содержащихся в единице, принятой для измерения длин на карте
Общие навигационные карты	разновидность морских навигационных карт, предназначенных для ведения графического счисления пути судна и определения его места в море, ориентировки в навигационной обстановке и графического решения ряда задач

Генеральные карты	морские навигационные карты масштаба $1:5.000.000 \div 1:500.000$, служащие для общего изучения условий плавания в большом водном районе, для выполнения предварительной прокладки пути судна
Путевые карты	морские навигационные карты масштаба $1:500.000 \div 1:100.000$, служащие для обеспечения плавания вдоль побережий на значительном удалении от берега и, в некоторых случаях, подхода к берегу
Частные карты	морские навигационные карты масштаба $1:75.000 \div 1:50.000$, служащие для обеспечения плавания вблизи берегов, для подхода к берегу и плавания в стесненных навигационных условиях и в узкости
Навигационные морские планы	морские навигационные карты масштаба $1:25.000 \div 1:1.000$, служащие для обеспечения входа в порты, гавани, на рейды; плавания на акватории этих районов и постановки на якорь
Специальные навигационные карты	морские навигационные карты, предназначенные для определения места судна по данным современных РТС
Вспомогательные карты	карты, предназначенные для ведения навигационной прокладки вдали от берегов, определения места с помощью РТС, различных графических построений и расчетов (карты-сетки, бланковые и др.)
Справочные карты	карты, предназначенные для изучения физико-географических, гидрометеорологических и других элементов обстановки, которых нет на общих навигационных картах (обзорные, грунтов, часовых поясов, элементов земного магнетизма и др.)
Промысловые карты	разновидность морских навигационных карт, на которые дополнительно наносятся: районы, непригодные для тралового лова; места возможного задевания рыболовных тралов; сведения из промысловых характеристик района; сетки квадратов и пр.
Речные карты	карты, предназначенные для обеспечения плавания по судоходным рекам, каналам, водохранилищам
Локсодромия	кривая, пересекающая все меридианы под одним и тем же углом
Картографическая сетка	условное изображение географической сетки земных меридианов и параллелей на карте в виде прямых или кривых линий
Равноугольная (конформная) картографическая проекция	проекция, при которой: - не искажаются углы; - сохраняется подобие фигур; - масштаб изменяется с изменением широты и долготы; - отношение площадей не сохраняется
Равновеликая (эквивалентная) картографическая проекция	проекция, при которой: - масштаб площадей везде одинаков; - площади на картах пропорциональны соответствующим площадям в натуре; - равенства углов и подобия фигур не сохраняются; - масштаб длин в каждой точке не сохраняется по разным направлениям
Произвольная картографическая проекция	проекция, заданная несколькими условиями, но не обладающая ни свойствами равноугольности, ни свойствами равновеликости

Ортодромия	дуга большого круга, проходящая через две точки на земной поверхности и являющаяся кратчайшим расстоянием между ними
Ортодромическая картографическая проекция	проекция при которой дуга большого круга изображается прямой линией
Цилиндрическая картографическая проекция	проекция, на которой картографическая сетка меридианов и параллелей получается путем проецирования земных координатных линий на поверхность цилиндра, касающегося условного глобуса (или секущего его), с последующей разверткой этого цилиндра на плоскость
Коническая картографическая проекция	проекция, на которой картографическая сетка меридианов и параллелей получается путем проецирования земных координатных линий на поверхность конуса, касающегося условного глобуса (или секущего его), с последующей разверткой этого конуса на плоскость
Азимутальная картографическая проекция	проекция, в которой меридианы изображаются радиальными прямыми, исходящими из одной точки (центральной), под углами равными соответствующим углам в натуре, а параллели - концентрическими окружностями, проведенными из точки схождения меридианов
Меридиональная часть	расстояние по меридиану от экватора до данной параллели, выраженное в экваториальных милях
Экваториальная миля	единица длины, равная длине одной минуты дуги меридиана земного эллипсоида в районе экватора
Разность меридиональных частей	расстояние по меридиану на проекции Меркатора между двумя параллелями, выраженное в экваториальных милях
Меркаторская миля	длина изображения одной минуты дуги меридиана в проекции Меркатора, выраженная в линейных единицах в масштабе карты
Единица карты	длина изображения одной экваториальной мили на меркаторской карте, выраженная в линейных мерах (длина изображения 1' дуги параллели в проекции Меркатора)
Модуль параллели	отношение длины 1' дуги главной параллели в проекции Меркатора к длине 1' дуги параллели заданной широты
Счисление пути судна	определение места судна путем вычисления его текущих (счислимых) координат от известных начальных по курсу, скорости с учетом дрейфа, сноса течением и по времени
Счислимое место	место судна, определенное на основе счисления координат его места
Линия пути	линия, по которой фактически перемещается судно под действием движителей, ветра и течения
Графическое счисление	счисление, основанное на непрерывном учете элементов счисления и изображения их на путевой навигационной карте
Аналитическое счисление	счисление, основанное на расчете текущих координат по определенным математическим зависимостям
Автоматическое счисление	счисление, производимое с помощью специальных вычислительных машин (автопрокладчик, автосчислитель и др.)
Обсервационное счисление	автоматическое счисление, основанное на непрерывном уточнении текущих счислимых координат по внешним ориентирам

Ручное счисление	счисление, производимое с помощью графо-аналитических действий, выполняемых вручную или с помощью таблиц
Навигационная прокладка пути судна	графические построения на морской карте при решении навигационных задач судовождения
Путь судна	направление перемещения центра массы судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью истинного меридиана и линией пути судна по часовой стрелке от 0° до 360°
Циркуляция	криволинейная траектория, которую описывает центр тяжести судна при изменении курса
Тактический диаметр циркуляции	кратчайшее расстояние между линией первоначального курса судна и линией его курса после поворота на 180° измеренное в кабельтовых
Тактический радиус циркуляции	половина кратчайшего расстояния между линией первоначального курса судна и линией его курса после поворота на 180° измеренное в кабельтовых
Полупериод циркуляции	время, в течении которого судно совершает поворот на 180°
Таблицы циркуляции	таблицы, в которые заносятся данные о циркуляции судна при различных скоростях и углах перекладки руля
Дрейф	отклонение судна от линии истинного курса под воздействием ветра
Истинный ветер	ветер, который наблюдается относительно водной поверхности и характеризуется: направлением и скоростью
Наблюденный (кажущийся) ветер	ветер, который наблюдается непосредственно на движущемся судне и является суммарным вектором, складывающимся из вектора истинного ветра и вектора скорости хода судна; характеризуется: направлением и скоростью
Анемометр	метеорологический прибор для измерения скорости ветра
Путь судна при дрейфе	направление перемещения центра массы судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью истинного меридиана и линией пути при дрейфе по часовой стрелке от 0° до 360°
Угол дрейфа	угол между линией истинного курса и линией пути судна, обусловленный влиянием ветра
Дрейфомер	прибор, измеряющий угол между направлением истинного курса и линией пути при дрейфе судна
Таблицы углов дрейфа	таблицы, в которые заносятся данные об углах дрейфа судна при различных отношениях скорости кажущегося ветра к скорости судна и курсовых углах кажущегося ветра
Морские течения	горизонтальные перемещения больших масс воды в море, характеризующиеся направлением и скоростью
Постоянные течения	течения, направление и скорость которых длительное время остаются постоянными (Гольфстрим, Куро-Сию, Бразильское и др.)
Периодические течения	течения, направление и скорость которых непрерывно изменяются, периодически повторяя свои элементы (приливо-отливные)
Временные течения	течения, которые действуют короткий промежуток времени (ветровые, сгонно-нагонные и др.)
Скорость течения	расстояние, на которое перемещаются водные массы в единицу времени; измеряется в узлах (миль/час)

Электромагнитный измеритель течений (ЭМИТ)	прибор для измерения скорости морских течений, действие которого основано на явлении индукции электрического напряжения в проводнике, перемещающемся в магнитном поле Земли
Навигационный скоростной треугольник	треугольник, сторонами которого являются векторы относительной, переносной и путевой скоростей
Линия пути судна при течении	линия, по которой перемещается центр массы судна относительно дна моря
Путь судна при течении	направление перемещения центра массы судна, измеряемое горизонтальным углом между северной частью истинного меридиана и линией пути при течении (от 0° до 360° – по часовой стрелке)
Угол сноса	угол между линией истинного курса и линией пути судна
Навигационный треугольник перемещений	треугольник, подобный навигационному скоростному треугольнику, строящийся на навигационной карте в целях графического счисления с учетом течения, сторонами которого являются векторы относительного, переносного и путевого перемещений
Предельная точность масштаба	линейное расстояние на местности, соответствующее 0,2 мм на карте данного масштаба
Изобаты	линии равных глубин
Подъем карты	дополнительное нанесение на карту необходимых сведений при плавании в узкости или вблизи берега
Морская навигационная обстановка	обстановка в море, определяемая физико-географическими условиями, наличием и состоянием СНО морей и рекомендациями, регламентирующими движение судов
Нагрузка карты	степень полноты и подробности содержания карт
Квазигеографические координаты	условная система координат, принятая при использовании карт поперечной цилиндрической проекции
Средства навигационного оборудования (СНО)	система береговых, плавучих и космических объектов, предназначенных: для определения места судна в море; ограждения навигационных опасностей, каналов, фарватеров и рекомендованных курсов в условиях любой видимости; ориентирования судоводителя относительно опасностей; вождения судов в узкостях, на подходах к портам и их акваториям
Береговые СНО	установленные на берегу маяки, знаки, огни, башни, створы, приметные ориентиры и т.д.
Плавучие СНО	установленные на воде плавмаяки, буи, бакены, вехи и пр.
Космические СНО	используемые судоводителями для ориентировки в море небесные светила и спутниковые навигационные системы
Зрительные СНО	специальные стационарные или плавучие сооружения, конструкции, устройства, предназначенные для определения координат судна в море или для ориентирования судна путем зрительного восприятия их формы и окраски или излучаемых световых сигналов
Акустические СНО	устройства (колокола, сирены и пр.) излучающие звуковые сигналы, предназначенные для ориентировки мореплавателей относительно береговой черты в условиях пониженной видимости

Радиотехнические СНО	специальные космические, наземные или плавучие радиостанции, работающие в радиочастотном диапазоне, предназначенные для решения задач навигации совместно с судовыми ТСН (приемоиндикаторами)
Штатные СНО	СНО, координаты места и режим работы которых указаны в официальном навигационном пособии и нанесены на карту
Нештатные СНО	СНО, устанавливаемые временно для обеспечения решения специальных задач (координаты таких СНО и период действия указываются в извещениях мореплавателям)
Обслуживаемые СНО	СНО, работа которых находится под постоянным контролем обслуживающего персонала
Необслуживаемые СНО	автоматически действующие СНО, обслуживание которых производится периодически
Зона действия СНО	район моря, в пределах которого возможно измерение навигационного параметра данного СНО
Рабочая зона СНО	часть зоны действия СНО, в пределах которой возможно определение места судна с заданной точностью
Навигационный морской ориентир	объект, наблюдаемый визуально, координаты которого известны и используемый для определения координат судна или для его ориентирования
Морской маяк	СНО, представляющее собой специальное капитальное сооружение, с дальностью видимости белого или приведенных к нему цветных огней не менее 10 миль
Светящийся морской навигационный знак	СНО, представляющее собой капитальное сооружение, имеющее светооптический аппарат с дальностью видимости белого или приведенных к нему цветных огней менее 10 миль
Знак навигационный несветящийся	дневной навигационный ориентир, представляющий собой такое же сооружение, как и светящийся навигационный знак, но не имеющий светотехнической аппаратуры. Часто такой знак оборудуется радиолокационным и реже оптическим отражателем
Морской навигационный огонь	СНО, представляющее собой световой прибор, установленный на естественных объектах или сооружениях неспециальной постройки (пирс, здание, башня и пр.)
Портовый огонь	морской навигационный огонь, установленный в пределах порта
Морской навигационный створ	створ, образованный СНО, предназначенный для обеспечения судовождения в пределах створной зоны
Морские плавучие предостерегательные знаки (ППЗ)	плавучие СНО, установленные на якорь для ориентировки мореплавателей, ограждения навигационных опасностей, обозначения положения морских каналов и фарватеров, подводных кабелей, рыболовных снастей, мест якорных стоянок и др
Вежа постоянная	закрепленный в грунте шест (деревянный или металлический) с топовыми фигурами, иногда со светотехническим устройством, предназначенный для обозначения каналов, фарватеров или границ специальных водных районов, а также для ограждения отдельных опасных для судовождения препятствий
Плавучий маяк	специально построенное судно с размещенными на борту СНО, предназначенное для ограждения навигационных опасностей и ориентирования по нему судов

Период освещения навигационного огня	промежутки времени, в течении которого заканчивается весь цикл изменений, присущий данному огню, или промежутки времени, по истечении которого характер огня повторяется в той же последовательности
Секторный огонь	специальное светотехническое устройство, устанавливаемое на маяке или навигационном знаке и обеспечивающее возможность обозначения зон (секторов) путем освещения их огнями различного цвета
Навигационный створ	след сечения земной поверхности вертикальной плоскостью, проходящей через оси симметрии створных знаков или центры установленных на них огней, создающих створную зону и обеспечивающий вождение судна в пределах этой зоны
Линейный створ	створ, состоящий из 2-х или 3-х створных знаков, расположенных на некотором расстоянии друг от друга на одной линии, проходящей через их центры и являющейся осью створа
Прицельный створ	система 3-х створных знаков, расположенных в вершинах равнобедренного треугольника, обращенного, как правило, основанием к морю. Осью такого створа является продолжение высоты треугольника
Щелевой створ	система из 3-х знаков (огней) расположенных в вершинах равнобедренного треугольника, предназначенная для обозначения не только направления оси фарватера, но и ширины ходовой полосы
Перспективный створ	створ, представляющий собой систему нескольких пар знаков (огней), расположенных через равные промежутки таким образом, что их ось симметрии совпадает с заданным направлением оси фарватера (канала, РК)
Радиолокационный створ	разновидность перспективного створа, позволяющая удерживать судно в узком (прямолинейном) фарватере с помощью радиолокационных наблюдений специально сконструированных и размещенных пар буев
Береговые радиопеленгаторные станции (БРПС)	береговые станции, пеленгующие судно по его запросу и передающие по радио значение радиопеленга
Радиомаяки	передающие радиостанции с известным положением, излучающие в установленное время присвоенные им опознавательные знаки и сигналы на заданных частотах для определения направления на них
Круговые радиомаяки	радиомаяки с круговой диаграммой направленности
Комбинированные радиомаяки	радиомаяки, работающие совместно с воздушной и (или) подводной акустической установкой (сиреной, тифоном, диафоном, наутофоном и одним из излучателей подводных звуковых сигналов)
Радиомаяки направленного действия	радиомаяки с секторной диаграммой направленности или вращающиеся радиомаяки
Секторные радиомаяки	радиомаяки, работающие на основе равносигнального способа определения направления и применяющиеся для проводки судов по прямым фарватерам
Вращающиеся радиомаяки	радиомаяки, имеющие диаграмму излучения в форме «восьмерки» или «кардиоиды», которая равномерно вращается в горизонтальной плоскости

Пассивные радиолокационные отражатели (РЛО)	РЛО, применяющиеся для повышения отражательной способности навигационных знаков, ППЗ и знаков обозначения отдельных точек, расположенных на водной поверхности или на низменном берегу, представляющие из себя плоскую металлическую пластину (или две расположенные друг к другу по $\angle 90^\circ$, либо три пластины)
Радиолокационные маяки-ответчики	устройства, излучающие импульсные радиосигналы в ответ на облучение их импульсами («запросный» сигнал) судовой НРЛС
Радионавигационная система (РНС)	комплекс взаимодействующих («судно ↔ берег») радиотехнических средств, обеспечивающий подвижный объект (судно) навигационной информацией, используемой для определения координат его места, а в некоторых случаях, кроме того, направления и скорости движения
Фазовые РНС	РНС, основанные на сравнении фаз электромагнитных колебаний, прошедших измеряемое расстояние. Выделяют: дальномерные; азимутальные и гиперболические (разностно-дальномерные)
Спутниковая навигационная система (СНС)	совокупность наземных командных и измерительных пунктов, вычислительных центров, космических навигационных аппаратов (КНА) и судовой спутниковой навигационной аппаратуры, обеспечивающих навигационной информацией подвижные объекты
Космическая навигационная система (КНС)	то же, что и Спутниковая навигационная система (СНС)
Маячные суда	разновидность плавучих маяков, устанавливаемых в основном на мелководье и служащих для ограждения малых глубин, обозначения входов в каналы, на фарватеры и пр
Освещаемый поплавок	разновидность маячных судов – плот с надстройкой, фонарем и колоколом, действующим на волне
Морские буй	плавучие конструкции определенной формы и размеров, устанавливаемые в заданных точках на якорях, применяемые для предостережения судов об опасности на относительно больших расстояниях в дневное и ночное время при любом состоянии моря
Канальный буй	буй, предназначенный для обозначения бровок или осей каналов в защищенных от волнения мелководных районах (обычно конической формы) и используемый только в период навигации
Ледовый (зимний) буй	буй, применяемый для обеспечения безопасности плавания в течении всего года (обтекаемой, сигарообразной формы)
Вежа	простейший плавучий знак навигационной обстановки, представляющий собой шест с топовой фигурой, имеющий специальную окраску
Гидроакустические СНО	подводные сигналы, с помощью которых определяют место судна в тех случаях, когда более точные методы определения использованы быть не могут
Обсервованное место судна	координаты судна, определенные измерением величин, не участвующих в счислении пути
Навигационная обсервация	практические действия по определению координат места судна
Навигационный параметр	совокупность величин, характеризующих место судна в море и его перемещение в заданной системе координат

Измеренный навигационный параметр	значение навигационного параметра, снятое со шкалы измерительного прибора
Обсервованный (исправленный) навигационный параметр	измеренный навигационный параметр, исправленный всеми необходимыми поправками
Навигационная изолиния	линия на земной поверхности, каждая точка которой соответствует одному и тому же значению исправленного навигационного параметра
Изостадия	навигационная изолиния расстояния, представляющая собой окружность с радиусом, равным расстоянию от места судна до навигационного ориентира
Изопеленга	линия пеленга на путевой навигационной карте, изображающаяся прямой линией, в каждой точке которой угол между меридианом и кратчайшим направлением на ориентир, есть величина постоянная
Изогона	изолиния горизонтального угла между двумя ориентирами, представляющая собой окружность, которая проходит через эти ориентиры и вмещает измеренный и исправленный горизонтальный угол
Линия положения	прямая, заменяющая участок навигационной изолинии вблизи счислимого места судна
Невязка	расхождение одномоментных счислимых и обсервованных координат места судна
Счислимо-обсервованное место судна	место судна, полученное при условии что навигационные параметры измерялись одновременно и при значительном промежутке времени между моментами их измерений
Треугольник погрешностей	треугольник, образованный при прокладке на карте трех линий положения судна
Крюйс-пеленг	определение места судна путем пеленгования одного и того же ориентира дважды, через некоторый промежуток времени, в течение которого ведут счисление пути судна для перемещения по нему первой линии положения
Протрактор	(pro – перед, tractor – тянущий) – специальный навигационный прибор, при помощи которого можно построить два угла с общей вершиной в центре протрактора
Дальномер	оптический прибор, измеряющий расстояние до видимого предмета
Горизонтально-базисный дальномер	дальномер, работающий по принципу автоматического решения треугольника по известному основанию (база прибора) и противолежащему углу, измеряемому оптическим устройством
Стереоскопический дальномер	дальномер, принцип работы которого основан на свойстве человеческого глаза различать глубину пространства
Микрометр	дальномер, который решает вертикальный прямоугольный треугольник по известной высоте предмета и измеренному противоположному вертикальному углу
Антретное расстояние	расстояние, определенное на глаз

Крюйс-расстояние	определение места судна путем измерения расстояния до одного и того же ориентира дважды, через некоторый промежуток времени, в течение которого ведут счисление пути судна для перемещения по нем первой линии положения (дуги окружности)
Комбинированные способы определения места	способы определения места, в которых измеряются различные навигационные параметры: пеленг на ориентир и расстояние до него; пеленг на ориентир А и горизонтальный угол между ориентирами А и Б; пеленг на ориентир и глубина места и др
Крюйс-изобата	определение места судна путем замера глубин дважды, через некоторый промежуток времени, в течение которого ведут счисление пути судна для перемещения по нему первой линии положения
Морские навигационные руководства (МНР)	официальные издания для мореплавателей, в содержание которых входят правила, наставления, указания либо рекомендации навигационного и правового характера, невыполнение которых возлагает на мореплавателя ответственность за возможные последствия
Морские навигационные пособия (МНП)	официальные издания для мореплавателей, содержащие навигационно-гидрографические, гидрометеорологические, геодезические, астрономические и различного рода справочные данные, предназначенные для использования при решении задач судовождения
Лоция	(гол. «loodsen» – вести корабль), навигационное руководство по кораблевождению (судовождению), являющееся официальным документом, в котором излагаются: физико-географические и другие условия в описываемом море (части океана); особенности выбора маршрута и способов обсерваций в различных районах плавания; меры безопасности, которые необходимо предпринять в зависимости от района и условий плавания; положения, правила, обязательные постановления по режиму плавания в территориальных и внутренних водах, а также правила входа в порты и стоянки в них; данные справочного характера, необходимые для плавания в описываемом районе (организация лоцманской службы, портовые средства, ремонтные возможности, снабжение и др.)
Отшествоие	разность между меридианами начального и конечного пунктов плавания, считаемая по средней параллели и выражаемая в морских милях. Равно произведению пройденного расстояния на синус действительного курса судна. Используется совместно с разностью меридиональных частей для аналитического счисления пути судна
Простое аналитическое (письменное) счисление	аналитическое счисление, выполняемое тогда, когда судно выполняет переход одним курсом
Составное аналитическое (письменное) счисление	аналитическое счисление, выполняемое тогда, когда судно совершает плавание несколькими курсами, но зная координаты всех промежуточных точек не нужно, а нужно лишь вычислить координаты точки прихода
Сложное аналитическое (письменное) счисление	счисление, при котором для каждого курса в точке поворота рассчитываются не только значения разности широт – РШ и отшествоия – ОТШ, но и разности долгот – РД
Абсолютная (истинная) погрешность	разность между измеренным (U_i) и истинным (U_0) значениями навигационного параметра

Погрешность измерения	разность между измеренным, исправленным всеми поправками и приведенным к одному моменту и месту значением навигационного параметра (U_i) и его вероятнейшим (UB) значением
Случайные погрешности	погрешности, величина и знак которых случайно изменяются от измерения к измерению одного и того же навигационного параметра в данном комплексе измерений (рассеивание пуль при стрельбе по мишени, «разброс» пеленгов при пеленговании ориентира и др.)
Систематические погрешности	погрешности, которые сохраняют свой знак и величину при каждом измерении навигационного параметра или закономерно изменяются по определенному закону с изменением условий измерений (неверно определена ΔK , $\Delta L\%$ и пр.), что одинаково будет влиять на значение каждого измерения)
Грубые погрешности (промахи)	случайные погрешности, значения которых превышают по величине допустимые пределы точности для данного вида наблюдений. Такие погрешности возникают из-за значительных нарушений правил измерения и обработки, невнимательности наблюдателя и пр. Измерение с промахом считается недействительным и исключается из общей серии измерений
Средняя квадратическая погрешность (СКП)	среднее квадратическое отклонение измеренного навигационного параметра (U_i) от вероятнейшего его значения (UB)
Коэффициент точности счисления	величина, характеризующая скорость нарастания погрешности счисления по времени плавания по счислению
Радиопеленгатор	судовой прибор, предназначенный для определения направления на источники излучения электромагнитных колебаний (КРМК)
Радиопеленгование	процесс определения направления распространения электромагнитной волны (ЭМВ) от радиомаяка на судне (определение направления на передающую радиостанцию радиотехническим методом)
Гониометр	устройство, вмонтированное в приемник АРП и предназначенное для определения и снятия отсчета направления распространения ЭМВ (направления на КРМК) и подачи напряжения в схему АРП
Кардиоида	результатирующая диаграммы направленности – показывает, что при повороте искательной катушки на 360° получается один «максимум» (т. В) и один «минимум» (т. С) напряжения, а значит, и слышимости
Радиодевиация	угол, образованный истинным направлением распространяющейся радиоволны и ее направлением, которое определено АРП на судне
Ортодромическая поправка	разность между направлениями ортодромического и локсодромического пеленгов в данной точке
Радиолокация	обнаружение и определение координат и параметров движения различных объектов (целей), отражающих, переизлучающих или излучающих радиоволны
Радиолокационная станция (РЛС)	комплекс судовых радиотехнических устройств, решающий задачу радиолокации
Радионавигационные средства	совокупность радиоэлектронной аппаратуры, предназначенной для решения навигационных задач
Искусственный спутник Земли (ИСЗ)	искусственно созданное небесное тело, обращающееся вокруг Земли только под действием силы ее притяжения, без участия каких-либо других сил

Периодические (синхронные) ИСЗ	ИСЗ, которые за время звездных суток делают целое число оборотов (пролетают над районом судна ежедневно в одно и то же время)
Перигей	ближайшая к центру Земли точка орбиты ИСЗ
Апогей	наиболее удаленная точка орбиты ИСЗ от центра Земли
Орбита ИСЗ	траектория движения ИСЗ относительно центра Земли
Зона радиовидимости ИСЗ	малый круг на Земле, в пределах которого могут приниматься радиосигналы ИСЗ
Поверхность положения	геометрическое место точек пространства с одинаковым значением навигационного параметра
Вес места	величина, характеризующая степень доверия к месту. Чем больше вес места, тем оно достовернее
Центрографический прием	деление отрезка, соединяющего два места (приведенных к одному моменту) на части, обратно пропорциональные весам этих мест или прямо пропорционально квадратам их СКП
Латеральные знаки	ограждающие знаки МАМС, выставляемые по принципу ограждения сторон фарватера
Кардинальные знаки	ограждающие знаки МАМС, выставляемые относительно сторон света от опасности и обозначающие сторону, с какой эту опасность надо обходить
Международный свод сигналов (МСС-65)	свод сигналов, принятый в 1965 году, предназначенный для поддержания связи в целях обеспечения безопасности мореплавания и охраны человеческой жизни на море
Комплект карт, руководств и пособий для плавания	МНК, руководства и пособия для плавания, охватывающие определенный географический район (часть океана, моря, ту или иную судоходную линию или часть ее и т.п.)
Судовая коллекция карт, руководств и пособий для плавания (СККР и ПДП)	комплекты карт, руководств и пособий для плавания, включенные службой мореплавания в перечень обязательных для данного судна
Каталог карт и книг (ККК)	основной документ по систематизации КР и ПДП в судовых условиях
Корректурa	систематическое исправление и дополнение сведений на картах и в руководствах для плавания с целью постоянного их поддержания на уровне современности
Переиздание	цикл работ, начиная от исправлений издательских оригиналов до издания откорректированных материалов либо дополнений и вклеек к ним
Текущая корректурa	впечатывание корректуры, подклеивание вклеек и исправления от руки
Всемирная служба радионавигационных предупреждений (ВСРНП)	служба, предназначенная для координирования навигационных предупреждений
НАВАРЕА	радионавигационные предупреждения, передаваемые страной – районным координатором ВСРНП
Прибрежные предупреждения	радионавигационные предупреждения, относящиеся к региону или части района, объявляемые национальным координатором через

(ПРИП)	национальные береговые радиостанции
НАВИП	радионавигационные предупреждения на территориальные воды иностранных государств и воды открытого моря, передаваемые радиостанциями РФ по определенным районам Мирового океана
НАВТЕКС	международная автоматизированная система навигационной и метеорологической информации
Предварительная прокладка (ПП)	навигационная прокладка маршрута судна, выполненная предварительно, исходя из намеченного маршрута, отвечающего требованиям безопасности плавания, поставленным задачам и экономической целесообразности
Штурманская справка на переход	Обобщенная «маршрутная лоция» для предстоящего плавания
Исполнительная прокладка	ведение счисления пути судна на путевых навигационных картах, определение счислимого места судна, периодическая коррекция счисления пути наблюдениями, нанесение на карту линии пути судна, счислимых и обсервованных мест судна, знаков переноса счисления и других символов
Стесненные воды	воды вблизи побережья на расстояниях менее 3-5 миль от берегов и навигационных опасностей, в судоходных проливах и узкостях, в районах с установленными путями, фарватерами, СРД – всюду, где маневрирование судна стеснено навигационными условиями и (или) интенсивным судоходством
Брочинг	захват волной, потеря управляемости и самопроизвольный неуправляемый разворот судна лагом к волне
Прилив	процесс периодического повышения уровня воды, возникающий вследствие совокупного действия сил притяжения Луны и Солнца на водные массы
Отлив	процесс периодического понижения уровня воды, возникающий вследствие совокупного действия сил притяжения Луны и Солнца на водные массы
Сизигийные приливы	наибольшие приливы, возникающие в полнолуние и новолуние, когда Солнце, Луна и Земля находятся на одной линии
Квадратурные приливы	приливы с наименьшей величиной, возникающие в период I-й или III-й (последней) четверти Луны, когда приливные эллипсоиды Луны и Солнца направлены под углом 90° один к другому
Полусуточные приливы	приливы, при которых в каждые лунные сутки бывает 2 полные и 2 малые воды
Суточные приливы	приливы, при которых в каждые лунные сутки бывает 1 полная и 1 малая вода
Смешанные приливы	приливы, которые характеризуются сложными приливо-отливными явлениями
Правильные приливы	приливы, при которых время роста и время падения высоты последующих полных и малых вод одинаковы или почти одинаковы
Неправильные приливы	приливы, при которых время роста и время падения высоты последующих полных и малых вод могут значительно отличаться
Нуль глубин (НГ)	условная поверхность, от которой даются отметки глубин на МНК

Средний уровень моря (СУМ)	полусумма высот полных и малых вод
Действующий (мгновенный) уровень (ДУ)	Уровень моря в данный физический момент
Амплитуда прилива (А)	высота полной воды (малой воды) от среднего уровня моря
Величина прилива (В)	разность уровней смежных полных вод и малых вод
Время роста уровня (ТР)	промежуток времени от момента наступления малой воды до момента наступления последующей полной воды
Время падения уровня (ТП)	промежуток времени от момента наступления полной воды до момента наступления последующей малой воды
Время стояния уровня (ТСТ)	время, в течение которого уровень, дойдя до определенного предела, остается неизменным
Период прилива (тп)	промежуток времени между одинаковыми положениями уровня
Возраст прилива	промежуток времени между сизигией и максимальным приливом
Лунный промежуток (ТЛ)	промежуток времени между предшествующей (верхней или нижней) кульминациями Луны на данном меридиане и наступлением ближайшей полной воды
Прикладной час (ПЧ)	средний из лунных промежутков для данного пункта
Полная вода (ПВ)	максимальный уровень в продолжение одного периода приливных колебаний
Малая вода (МВ)	минимальный уровень в продолжение одного периода приливных колебаний
Узкости	участки моря, стесненные берегами, островами, малыми глубинами или их совокупным расположением так, что для движения судна остаются очень узкие и часто извилистые проходы
Фиорды	узкие глубоководные заливы, выдающиеся в сушу на расстояние от нескольких миль до нескольких десятен или сотен миль
Шхеры	большие скопления островков, подводных и надводных камней, мелей и отмелей, обширными архипелагами обрамляющих некоторые участки берегов
Ледяные иглы	кристаллы льда в виде игл
Ледяное сало	скопление смерзающихся ледяных игл в виде пятен или сплошного слоя
Снежура	вязкая, кашеобразная масса, образующаяся при выпадении снега на охлажденную воду
Шуга	рыхлые комки льда из ледяного сала, снежуры и донного льда
Блинчатый лед	ледяное образование из сала, шуги и снежуры имеющее круглую форму в результате окатывания водой на слабом волнении
Нилас	тонкий эластичный непрозрачный лед толщиной до 10 см; при волнении изгибается не ломаясь

Серые льды (молодик)	льды толщиной от 10 до 30 см, являющиеся переходной стадией от ниласа к белому льду. Образуются из ниласа, блинчатого льда при их нарастании и смерзании
Белый лед	лед толщиной от 30 до 70 см, а иногда и толще. В неарктических морях белый лед является предельным в его развитии. Белый лед имеет уже устойчивый снежный покров
Однолетний (годовалый) лед	лед в Арктике, прошедший годовой цикл
Двухлетний лед	лед, находящийся во втором годичном цикле нарастания, достигающий к концу второй зимы толщины 2 м и больше
Многолетний лед (арктический пак)	лед, просуществовавший более двух лет, имеет толщину более 2,5 м, опреснен, торосы сглажены. Поверхность льда имеет холмистый характер
Неподвижный лед	сплошной смерзшийся с материком лед. Сидящие на мели льдины относятся к неподвижному льду
Припай	неподвижный лед, образующийся у берега и достигающий несколько десятков метров (а иногда и 200 м) в ширину
Стамуха	ледяное торосистое образование, сидящее на грунте
Стояк	ровная или слаботоросистая льдина, временно севшая на мель
Дрейфующий лед	лед, не связанный с берегом и находящийся в движении под влиянием ветра и течения
Обширные ледяные поля	льдины, имеющие в поперечнике более 10 км
Большие ледяные поля	льдины, имеющие в поперечнике от 2 до 10 км
Малые ледяные поля	льдины, имеющие в поперечнике от 0,5 до 2 км
Обломки полей	льдины размером от 100 до 500 м в поперечнике
Крупнобитый лед	отдельные льдины имеют размеры от 200 до 100 м в поперечнике
Мелкобитый лед	отдельные льдины имеют размеры до 20 м в поперечнике
Ледяная каша	измельченный и истертый лед, являющийся конечной стадией дробления морского льда
Сжатый лед	сплоченный лед, в котором начинаются процессы напластования или торошения
Сильно сжатый лед	очень сплоченный лед, в котором наблюдается интенсивное торошение или напластование
Лед на расплыве	лед, разрезающийся после сжатия
Торосистый лед	лед, имеющий неровную поверхность вследствие нагромождения обломков льдин
Подсов	льдина, или часть ее, расположенная под другой льдиной, находящейся на плаву
Ропак	отдельная льдина, вертикально или наклонно стоящая среди сравнительно ровного поля
Торос	отдельное нагромождение льдин на сравнительно ровном ледяном покрове

Льдина с тараном	торосистая льдина, имеющая подводный ледяной выступ
Айсберг	отделившаяся часть берегового ледника, дрейфующая в море
Полюнья	пространство воды среди льда, сохраняющееся устойчиво и имеющее преимущественно продолговатую форму
Разводье	пространство воды или редкого льда среди более сплоченных дрейфующих льдов. Имеет неопределенную форму; сохраняется обычно в течении непродолжительного времени
Внутренние водные пути (ВВП)	реки, озера, искусственные каналы и водохранилища, используемые для судоходства
Река	поток воды, перемещающийся по руслу под влиянием силы тяжести от повышенных мест земной поверхности к пониженным
Водосборный бассейн	территория земной поверхности, с которой берет питание водой река
Русло	пониженная часть дна речной долины, по которой в межень проходит поток реки
Межень	Маловодное состояние реки
Половодье	выход реки из обычных (меженных) берегов и затопление пойм (пониженных берегов речной долины) в результате большой прибыли воды
Глубина воды	возвышение горизонта (уровня) воды над определенной точкой дна реки, озера или другого водоема или над точкой какого-либо подводного сооружения в данном водоеме
Гарантированная глубина	глубина, установленная для данного участка пути и поддерживаемая проведением соответствующих путевых работ в период навигации
Перекат	наносное образование в виде поперечного вала, косо пересекающего русло реки
Гребень (вал) переката	наиболее возвышенная и, следовательно, самая мелкая часть седловины переката
Корыто переката	наиболее глубокая часть переката, по которой обычно проходит судовой ход
Исток	начало реки
Устье	место впадения реки в другую реку, озеро, море, океан
Дельта	устье реки, засоренное наносами, среди которых речной поток размывает много мелких протоков
Карча	упавшее с подмытого берега и затонувшее в русле реки дерево (или пень)
Судовой ход	фарватер реки (озера, водохранилища, канала)
Лиман	устье реки, имеющее форму воронки
Осередок	наносное надводное или подводное отложение в русле, не имеющее растительности и обтекаемое со всех сторон течением
Паводок	временная, более или менее значительная прибыль воды в реке после дождей, таяния снега, льда или спуска воды через плотину и т.п.

Перевал	место перехода фарватера от одного берега к другому (или плоское возвышение дна русла, имеющее меньшие глубины, чем прилегающие к нему плесовые лощины)
Плёт	глубоководный участок русла, заключенный между двумя мелководными участками – перекатами или перевалами
Порог	скалистая гряда или скопление камней во всю ширину реки, вызывающее подпор и перепад воды
Проран (пронос)	узкий короткий проток, образовавшийся на острове или песчаной косе вследствие размыва его течением
Прижимное течение	течение, образующееся у вогнутого берега реки в результате центробежной силы, возникающей на повороте русла
Прорезь	искусственный канал, создаваемый в русле реки
Продольный профиль реки	разрез реки по направлению фарватера
Поперечный профиль реки	разрез реки поперек русла
Стрежень	линия, соединяющая точки, с наибольшими скоростями течения, обычно совпадающими и с наибольшими глубинами реки
Судоходная обстановка	навигационное оборудование ВВП
Транзитная глубина	наименьшая из глубин на перекатах данного участка водного пути. Транзитной глубиной определяется допустимая осадка судов для плавания на этом участке с учетом запаса воды под днищем. Транзитная глубина не должна быть меньше гарантированной глубины
Транзитная ширина	наименьшая ширина судового хода на данном участке водного пути

СИСТЕМА МАМС – РЕГИОН А

СИСТЕМА ОГРАЖДЕНИЯ МАМС

Система ограждения МАМС включает пять типов знаков:

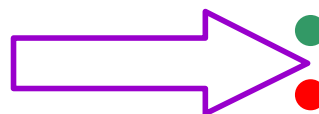
- латеральные знаки;
- кардинальные знаки;
- знаки, ограждающие отдельные опасности;
- знаки, обозначающие начальные точки и ось фарватера (канала) и середину прохода (осевые или знаки чистой воды);
- знаки специального назначения.

Системой МАМС предусмотрено деление Мирового океана на два региона: регион А и регион Б, которые отличаются принципом использования красного и зеленого цветов для ограждения сторон фарватера латеральными знаками.

Красный цвет окраски плавучих предостерегальных знаков (ППЗ) с левой стороны фарватера относится к региону А.



Зеленый цвет окраски ППЗ с левой стороны фарватера относится к региону Б.



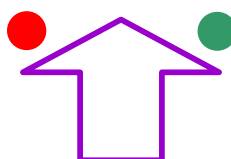
Направление фарватера считается с моря для региона А и для региона Б.

В отдельных случаях направление фарватера оговаривается специально.

Латеральные знаки, используемые в регионах А и Б, отличаются друг от друга цветом и формой.

Остальные четыре типа знаков являются общими для региона А и для региона Б.

Указатель сторон фарватера

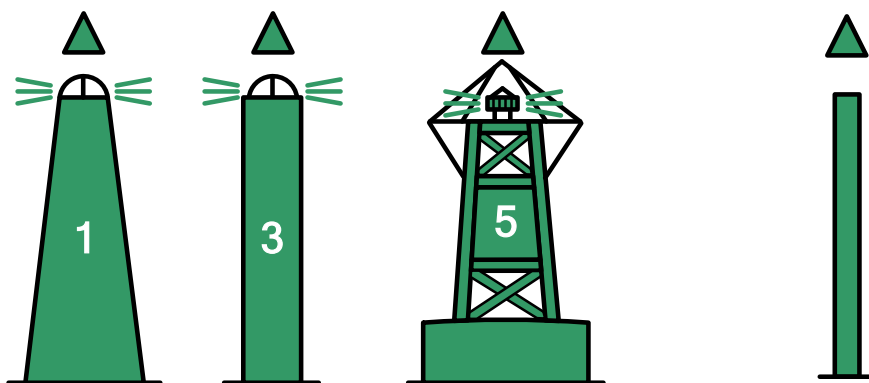


для РЕГИОНА А

Наносится на карты в местах, где направление фарватера «с моря» определить затруднительно.

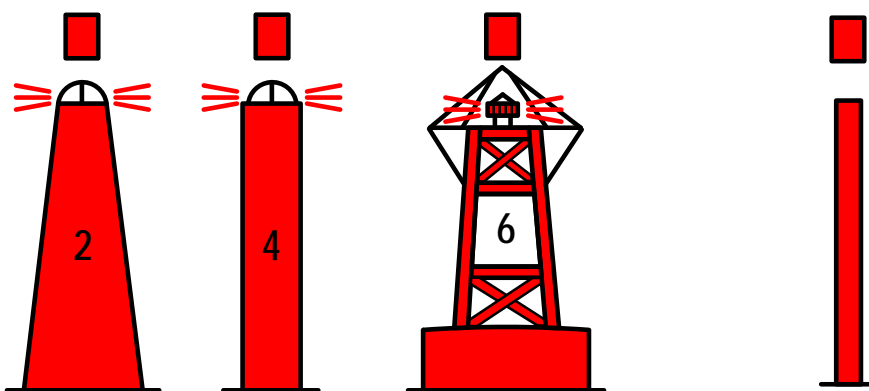
Латеральные знаки

ОГРАЖДЕНИЯ СТОРОН ФАРВАТЕРОВ (КАНАЛОВ)



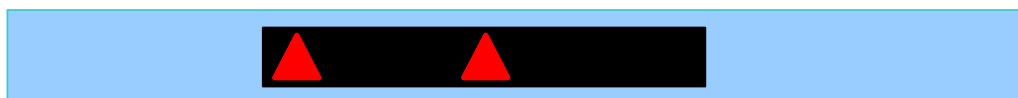
Правой стороны

Окраска – зеленая; обозначение на картах – Зл
Форма – буи сигарообразные, столбовидные или вежи
Топовая фигура – зеленый конус вершиной вверх
Огонь: цвет – Зл, характер – Пр Зс



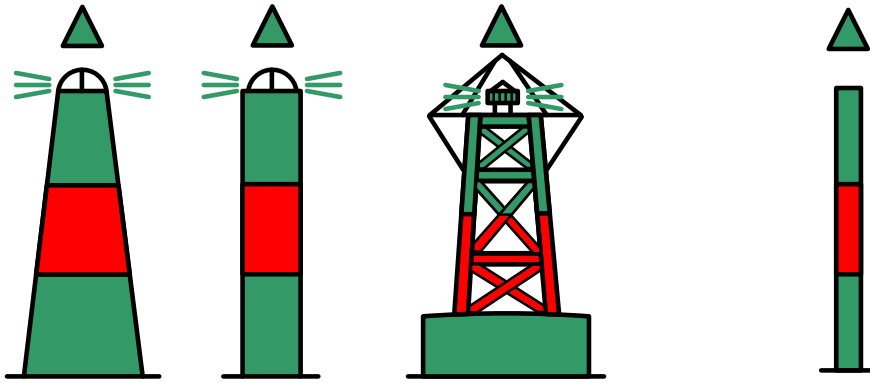
Левой стороны

Окраска – красная; обозначение на картах – К
Форма – буи сигарообразные, столбовидные или вежи
Топовая фигура – красный цилиндр
Огонь: цвет – Кр, характер – Пр Зс



Латеральные знаки

ОБОЗНАЧЕНИЯ МЕСТ РАЗДЕЛЕНИЯ ФАРВАТЕРОВ



Основной фарватер
слева

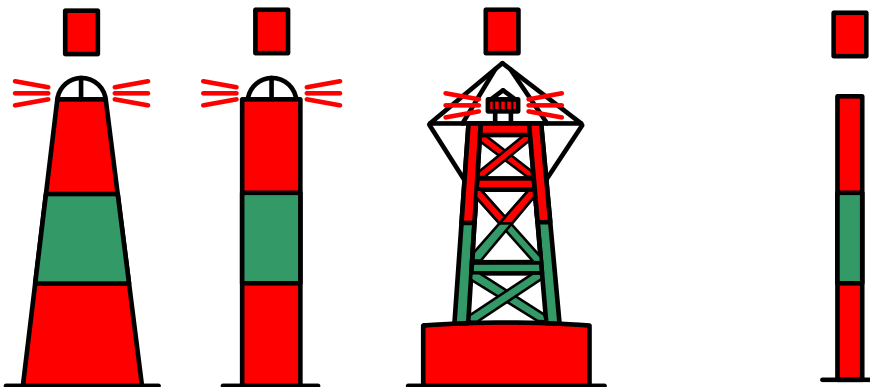
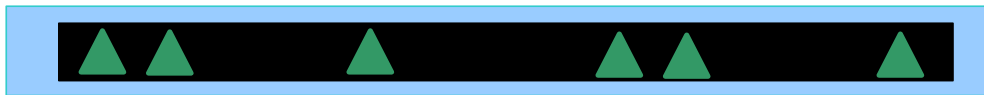
Окраска – зеленая с широкой красной горизонтальной полосой;

обозначение на картах – злкзл

Форма – буи сигарообразные, столбовидные или вежи

Топовая фигура – зеленый конус

Огонь: цвет – Зл, характер – Пр (2 + 1) 9с



Основной фарватер
справа

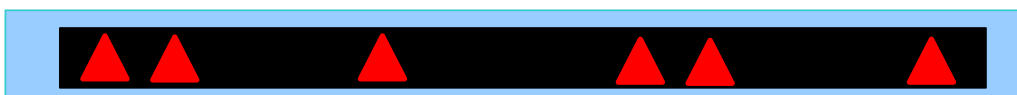
Окраска – красная с широкой зеленой горизонтальной полосой;

обозначение на картах – кзлк

Форма – буи сигарообразные, столбовидные или вежи

Топовая фигура – красный цилиндр

Огонь: цвет – Кр, характер – Пр (2 + 1) 9с



Кардинальные знаки

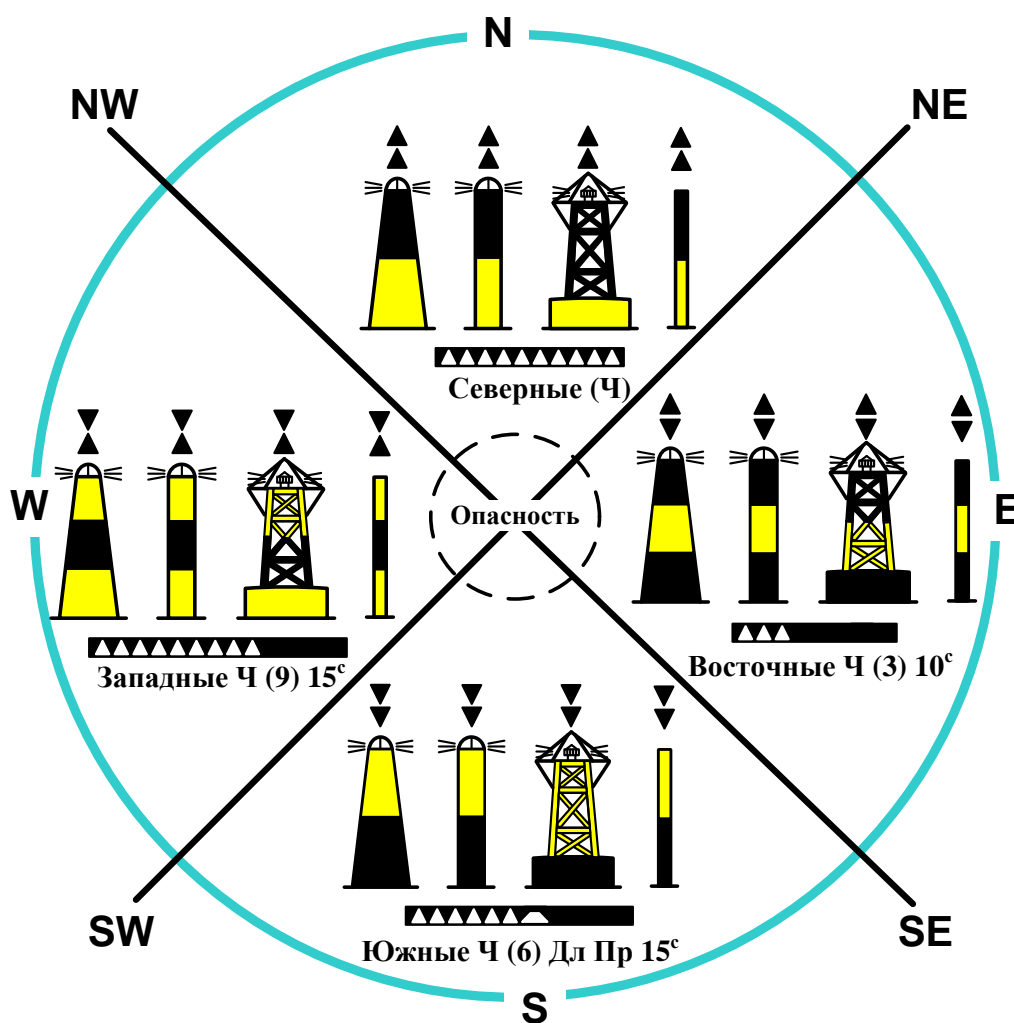
Кардинальные знаки выставляются в одном, нескольких или во всех секторах относительно сторон света от опасности (как показано на рисунке) и обозначают сторону, с какой эту опасность надо обходить.

ОГРАЖДЕНИЕ НАВИГАЦИОННЫХ ОПАСНОСТЕЙ

Форма – буи сигарообразные, столбовидные или вехи

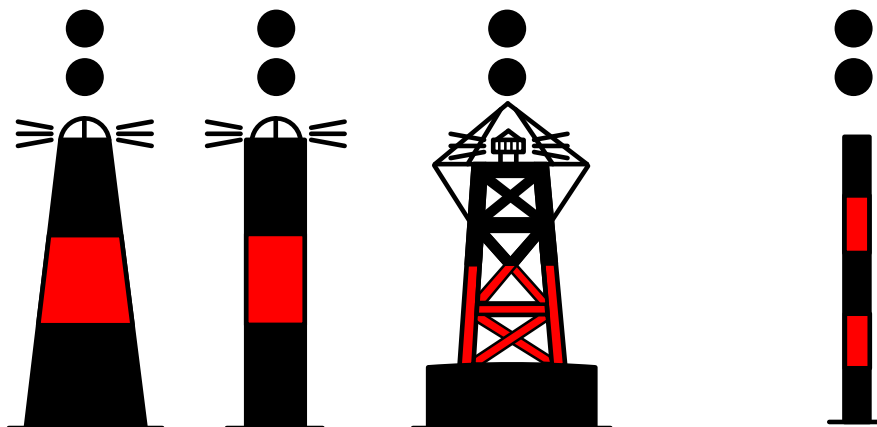
Топовая фигура – два черных конуса один над другим

Огонь – Бл



- Северные буи и вехи выставляются в северном секторе, к N от опасности: «Оставь меня к S».
- Восточные буи и вехи выставляются в восточном секторе, к E от опасности: «Оставь меня к W».
- Южные буи и вехи выставляются в южном секторе, к S от опасности: «Оставь меня к N».
- Западные буи и вехи выставляются в западном секторе, к W от опасности: «Оставь меня к E».

Знаки ограждающие отдельные опасности незначительных размеров



Выставляются над опасностью

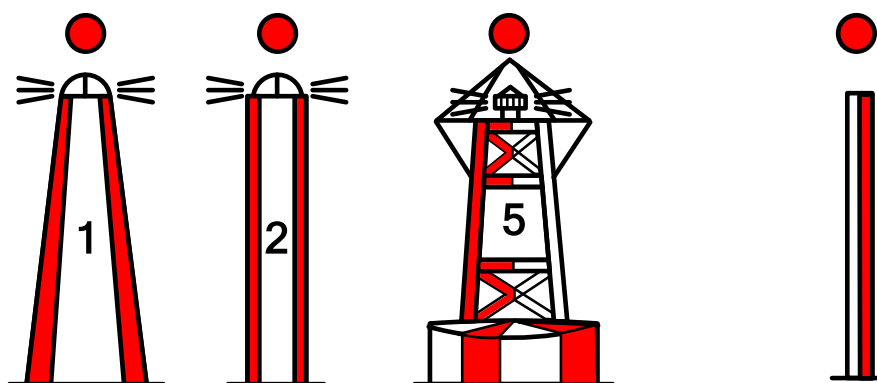
Окраска буя – черный с широкой красной горизонтальной полосой, вежи – черные и красные горизонтальные полосы; обозначение на картах – чкч («Обходи с любой стороны»).

Форма – буи сигарообразные, столбовидные или вежи

Топовая фигура – два черных шара один над другим

Огонь: цвет – Бл, характер – Пр (2) 5с

Знаки, обозначающие начальные точки и ось фарватера (канала) и середину прохода (осевые)



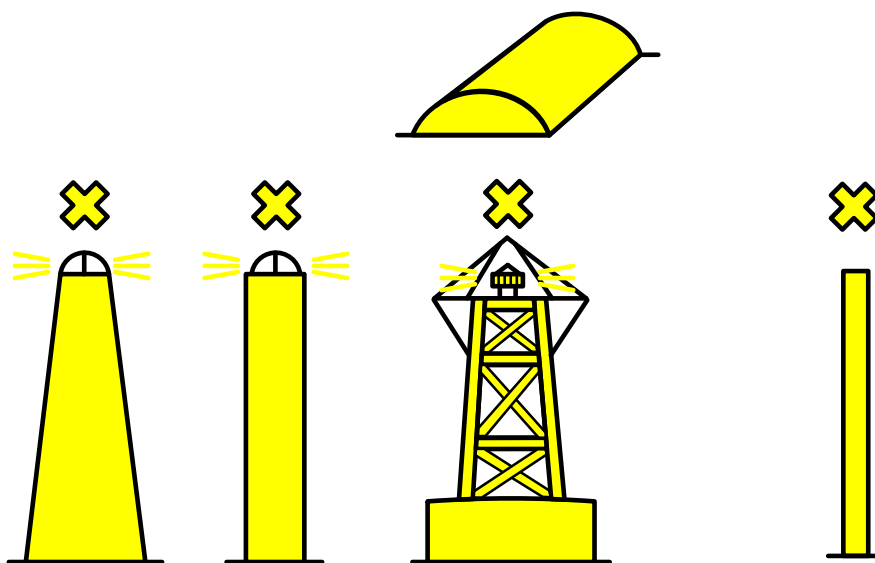
Окраска – красные и белые вертикальные полосы; обозначение на картах – кб

Форма – буи сигарообразные, столбовидные или вежи

Топовая фигура – красный шар

Огонь: цвет – Бл, характер – Дл Пр 6с

Знаки специального назначения



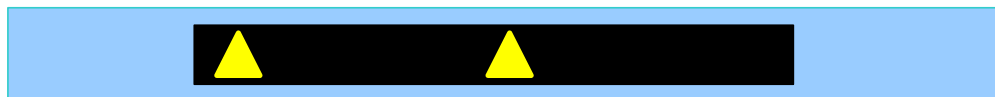
Знаки специального назначения применяются для обозначения или ограждения специальных районов или объектов.

Окраска – желтая; обозначение на картах – ж

Форма – любые буи, принятые в Системе, бочки или вехи

Топовая фигура – желтый косой крест

Огонь: цвет – Жл, характер – Пр 5с



НОВЫЕ ОПАСНОСТИ

Термин «новая опасность» применяется к впервые обнаруженным опасностям, еще не показанным на картах, не описанным в руководствах для плавания и не объявленным в извещениях мореплавателям.




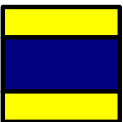

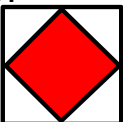
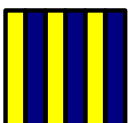
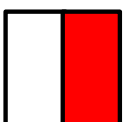
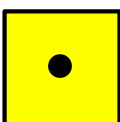
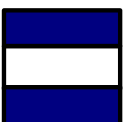
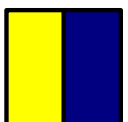
К новым опасностям относятся естественные или искусственные препятствия (скалы, банки, затонувшие суда и т.п.).


Новые опасности ограждаются кардинальными или латеральными знаками с их штатными характеристиками огней.




При ограждении новых опасностей, представляющих собой серьезную угрозу мореплаванию, хотя бы один из ограждающих знаков дублируется. Дублирующий знак может быть оборудован радиолокационным маяком-ответчиком с опознавательным сигналом «Д» (— • •) длиной 1 миля в масштабе развертки РЛС.

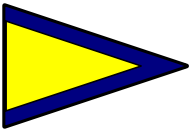
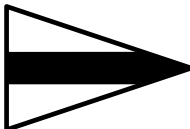
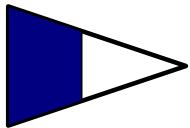
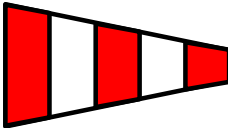
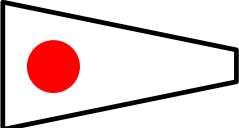

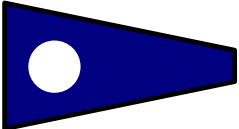
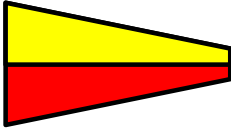
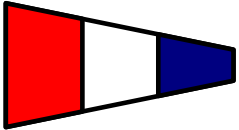
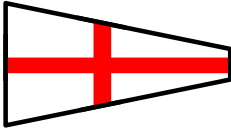
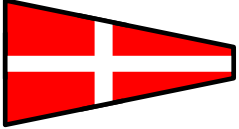
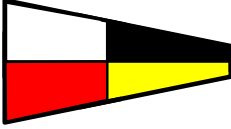
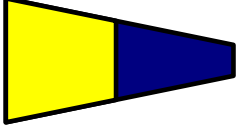
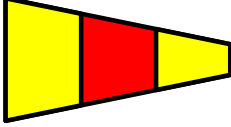
Дублирующий знак может быть снят после того, как информация об опасности будет достаточно надежно доведена до мореплавателей.

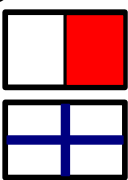
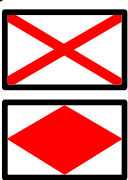
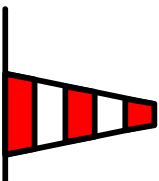
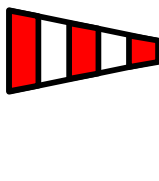

ФЛАГИ МЕЖДУНАРОДНОГО СВОДА СИГНАЛОВ

ALFA		• —	<u>«Алфа»</u>	У меня спущен водолаз. Держитесь в стороне от меня и следуйте малым ходом.
BRAVO		— •••	<u>«Браво»</u>	Я грузю, или выгружаю, или имею на борту опасный груз.
CHARLIE		— • — •	<u>«Чарли»</u>	Утвердительный ДА.
DELTA		— •••	<u>«Делта»</u>	Держитесь в стороне от меня, я управляюсь с трудом.
ECHO		○	<u>«Эко»</u>	Я изменяю свой курс вправо.
FOXTROT		•• — ○	<u>«Фокстрот»</u>	Я не управляюсь, держите связь со мной.
GOLF		— — ○	<u>«Голф»</u>	Мне нужен лоцман.
HOTEL		•••○	<u>«Хотел»</u>	У меня есть на борту лоцман.
INDIA		○○	<u>«Индия»</u>	Я изменяю курс влево.
JULIETT		• — — —	<u>«Джулиетт»</u>	У меня пожар, и я имею на борту опасный груз, держитесь в стороне от меня.
KILO		— • —	<u>«Кило»</u>	Я хочу установить связь с вами.

<p>LIMA</p>  <p>• - • •</p>	<p><u>«Лима»</u></p> <p>Остановите немедленно свое судно.</p>
<p>MIKE</p>  <p>- -</p>	<p><u>«Майк»</u></p> <p>Мое судно остановлено и не имеет хода относительно воды.</p>
<p>NOVEMBER</p>  <p>- ○</p>	<p><u>«Новэмбэр»</u></p> <p>Отрицательный НЕГ.</p>
<p>OSCAR</p>  <p>- - -</p>	<p><u>«Оска»</u></p> <p>Человек за бортом.</p>
<p>PAPA</p>  <p>• - - •</p>	<p><u>«Папа»</u></p> <p>Все должны быть на борту, так как судно скоро снимается (в порту). (В море) – мне нужен лоцман.</p>
<p>QUEBEC</p>  <p>- - • -</p>	<p><u>«Кэбэк»</u></p> <p>Мое судно незараженное, прошу предоставить мне свободную практику.</p>
<p>ROMEO</p>  <p>• - •</p>	<p><u>«Роумио»</u></p>
<p>SIERRA</p>  <p>• • •</p>	<p><u>«Сиэра»</u></p> <p>Мои машины работают на задний ход.</p>
<p>TANGO</p>  <p>-</p>	<p><u>«Тангоу»</u></p> <p>Держитесь в стороне от меня, я произвожу парное траление.</p>
<p>UNIFORM</p>  <p>• • -</p>	<p><u>«Юниформ»</u></p> <p>Вы идете к опасности.</p>
<p>VICTOR</p>  <p>• • • -</p>	<p><u>«Викта»</u></p> <p>Мне требуется помощь.</p>
<p>WHISKEY</p>  <p>• - -</p>	<p><u>«Уйски»</u></p> <p>Мне требуется медицинская помощь.</p>















X-RAY  ---○○--	«Эксерэй» Приостановите выполнение ваших намерений и наблюдайте за моими сигналами.
YANKEE  --○---	«Янки» Меня дрейфует на якорь.
ZULU  ---●●	«Зулу» Мне требуется буксирное судно.

1ST SUBSTITUTE 	Первый заменяющий	3RD SUBSTITUTE 	Третий заменяющий
2ND SUBSTITUTE 	Второй заменяющий	CODE AND ANSWER 	Ответный вымпел
	●----- ONE Унауан 1		-○○○○ SIX Соксисикс 6
	○○----- TWO Биссоту 2		---●●● SEVEN Сэтэсэвн 7
	○○○--- THREE Тэратри 3		---●● EIGHT Октоэйт 8
	○○○○- FOUR Картэфоур 4		-----● NINE Ноувэнайнэ 9
	○○○○○ FIVE Пантафайв 5		----- ZERO Надазэро 0













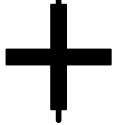
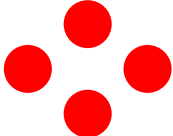
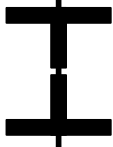

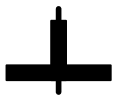



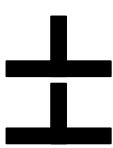
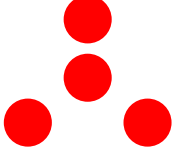
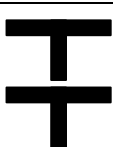
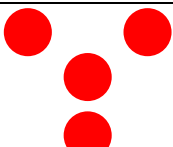
	<p>Сигнал, поднятый без позывного, адресуется всем станциям</p>		<p>Сигнал «VF» поднимается при необходимости узнать позывной вызываемой станции</p>
	<p>«Ответный вымпел до половины» означает: «Сигнал обнаружен и разбирается»</p>		<p>«Сигнал разобран. По завершении связи – конец передачи и приема»</p>
			<p>Сигнал «ZL» означает: «Сигнал разобран, но не понят»</p>


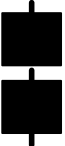


- Знак десятичной дроби · Decimal (ДЭСИМАЛ)
 - Точка · Stop (СТОП)
 - Процедурные сигналы:
- 1) \overline{AR} ·-·-· 2) \overline{AS} ·-··· 3) \overline{AAA} ·-·-·-

СИГНАЛИЗАЦИЯ, ОТНОСЯЩАЯСЯ К ДВИЖЕНИЮ СУДОВ

Вид сигнала		Значение сигнала
днем	ночью	
		Абсолютное воспрещение входа в случае серьезных событий (например: загромождение фарватера судном, севшим на мель и т.д.)
		Воспрещение входа при нормальных обстоятельствах эксплуатации порта (например: когда на фарватер допускаются только суда, выходящие из порта).
		Воспрещение входа и выхода при нормальных обстоятельствах эксплуатации порта (например: в случае прохода землечерпательного каравана, работы кабельного судна и т.д.).
		Воспрещение выхода при нормальных обстоятельствах эксплуатации порта (например: когда на фарватер допускаются только суда, входящие в порт).
		Движение по гаваням и рейдам маломореходным судам, катерам и шлюпкам запрещено.
		Ворота бонового ограждения открыты.
		Запрещается движение кораблей, судов, базовых плавсредств по гаваням и рейдам.

ЗНАЧЕНИЕ ШТОРМОВЫХ СИГНАЛОВ

Вид сигнала		Значение сигнала
днем	ночью	
		Ожидается шторм от NW.
		Ожидается шторм от SW.
		Ожидается шторм от NE.
		Ожидается шторм от SE.
		Ожидается ветер силой 6–7 баллов.
		Ожидается сильный шквал.
		Ожидается ураган.
		Ожидается ветер силой 5 баллов на морях или 4-5 баллов на озерах и водохранилищах.
		Ожидается ветер от NW.
		Ожидается ветер от SW.
		Ожидается ветер от NE.
		Ожидается ветер от SE.

	—	Ожидается поворот ветра вправо (по часовой стрелке).
	—	Ожидается поворот ветра влево (против часовой стрелке).
	—	Ожидаемая погода наступит завтра.
	—	Ожидаемая погода наступит сегодня.

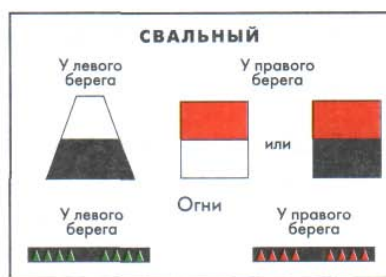
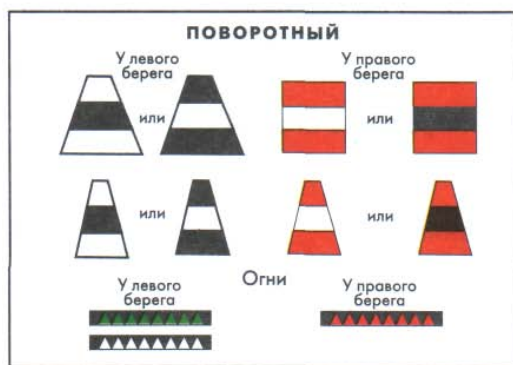
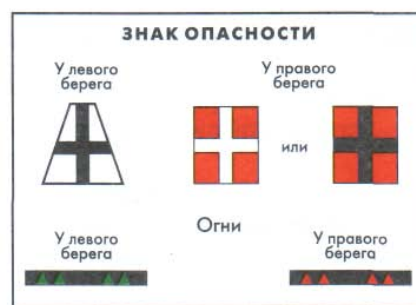
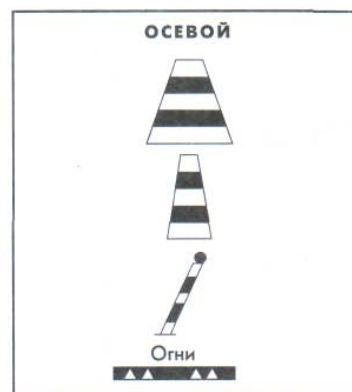
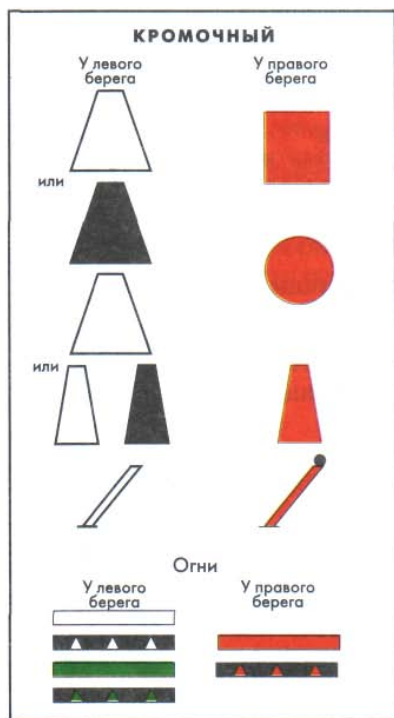
СИГНАЛЫ О ПРИЛИВАХ И ОТЛИВАХ В ПОРТАХ

	 	Отлив.
	 	Прилив.
		Высота воды, равная одной единице (20 см).
		Высота воды, равная пяти единицам (1 м).
		Высота воды, равная 25 единицам (5 м).
		Высота воды, равная полуединице (10 см).

НАВИГАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ВОДНЫХ ПУТЕЙ

Навигационные знаки внутренних водных путей

ПЛАВУЧИЕ ЗНАКИ



ЗНАКИ СУДОХОДНЫХ ПРОЛЕТОВ МОСТОВ

Указатель оси судового хода в судоходных пролетах мостов

Светлый Темный фон

Для судов и составов, идущих снизу

Для судов и составов, идущих сверху

Для маломерных судов

Огни

Указатель высоты подмостового габарита и кромок судового хода в судоходных пролетах мостов

Для светлого фона Для темного фона Для светлого фона Для темного фона

Высота менее 10 м

Высота от 10 до 13 м

Высота от 13 до 16 м

Высота свыше 16 м

БЕРЕГОВЫЕ ЗНАКИ

СТВОР ОСЕВОЙ

Для светлого фона Для темного фона

Огни

ПЕРЕВАЛЬНЫЙ

Для светлого фона Для темного фона

Огни

На левом берегу На правом берегу

СТВОР ЩЕЛЕВОЙ

Для светлого фона Для темного фона

Огни

На левом берегу На правом берегу

На заднем знаке На переднем знаке На заднем знаке На переднем знаке

ЗНАК "ОРИЕНТИР"

На левом берегу На правом берегу

Огни

На левом берегу На правом берегу

ХОДОВОЙ

На левом берегу На правом берегу

Огни

На левом берегу На правом берегу

ВЕСЕННИЙ ЗНАК

На левом берегу На правом берегу

Огни

На левом берегу На правом берегу

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ЗНАКИ

УКАЗАТЕЛЬНЫЕ ЗНАКИ

Указатель рейда (рейдовый знак)

Огни

На левом берегу На правом берегу

Пост судоходной инспекции Место оборота судов

Указатель местности Указатель расстояний

г.Остер 935

Огни

СЕМАФОР

Ход закрыт снизу и сверху Ход закрыт снизу Ход закрыт сверху

Огни

ЗАПРЕЩАЮЩИЕ ЗНАКИ

Якорь не бросать! Расхождение и обгон составов запрещен! Расхождение и обгон запрещен!

Огни

Не создавать волнения! Движение мелких плавсредств запрещено!

Огни

ПРЕДУПРЕЖДАЮЩИЕ И ПРЕДПИСЫВАЮЩИЕ ЗНАКИ

Пересечение судового хода! Внимание! Скорость ограничена! Соблюдать надводный габарит!

Огни

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ ВЕДЕНИИ СУДОВОГО ЖУРНАЛА И РЕШЕНИИ ЗАДАЧ СУДОВОЖДЕНИЯ

(из Приложения 2 «РШСУ-98» и раздела VII «МТ-2000»)

1. Время

<i>сут.</i>	→ сутки (ϑ);
<i>ч</i>	→ час;
<i>мин.</i>	→ минута;
<i>с</i>	→ секунда;
09ч25мин13с	→ запись момента времени (09.25.13);
09.25	→ запись момента времени в судовом журнале и на карте;
<i>T</i>	→ момент времени по часам (общее обозначение);
<i>T_C</i>	→ показания судовых часов (судовое время);
<i>T_M</i>	→ местное время (данного меридиана);
<i>T_д</i>	→ декретное время;
<i>T_{ДМВ}</i>	→ московское время;
<i>T_П</i>	→ поясное время;
<i>T_л</i>	→ летнее время;
<i>T_{ГР}</i>	→ Всемирное (гринвичское) время (<i>UT</i>);
<i>ET</i>	→ эфемеридное время;
<i>AT</i>	→ атомное время;
<i>UTC</i>	→ всемирное приведенное время (координированное);
<i>S</i>	→ звездное время (общее обозначение);
<i>S_{ГР}</i>	→ гринвичское звездное время ($t_{ГР}^{\gamma}$);
<i>S_M</i>	→ местное звездное время (t_M^{γ});
<i>T_{ХР}</i>	→ показание хронометра;
<i>T_ч</i>	→ показание часов;
<i>T_к</i>	→ момент времени кульминации светила;
$\Delta T, t$	→ разность моментов времени;
<i>U_ч</i>	→ поправка часов относительно Всемирного времени;
<i>U_{ХР}</i>	→ поправка хронометра относительно Всемирного времени;
$\omega_{ч}$	→ суточный ход часов;
$\omega_{ХР}$	→ суточный ход хронометра;
<i>сл</i>	→ сличение часов с хронометром;
<i>№...E</i>	→ номер восточного (истового) часового пояса;
<i>№...W</i>	→ номер западного (вестового) часового пояса.

2. Направление, курсы, пеленги

24°15'16"; 35,6°; 17,8'

<i>N (с)</i>	→ север (норд);	– главные направления
<i>S (ю)</i>	→ юг (зюйд);	
<i>E (в)</i>	→ восток (ист);	
<i>W (з)</i>	→ запад (вест);	
<i>K</i>	→ курс судна (общее обозначение);	
<i>ИК</i>	→ истинный курс (географический);	
<i>КК</i>	→ компасный курс (общее обозначение);	
<i>МК</i>	→ магнитный курс;	
<i>Ген К</i>	→ генеральный курс (<i>K_{ГЕН}</i>);	
<i>ГКК</i>	→ компасный курс по гирокомпасу (<i>КК_{ГК}</i>);	
<i>КК_{МК}</i>	→ компасный курс по магнитному компасу (<i>К_{МК}</i>);	
<i>К_{ГА}</i>	→ курс приборный по гироазимуту;	

$K_{ГМК}$	→ курс приборный по гиромагнитному компасу;
$K_{ГШК}$	→ курс приборный по гироширотному компасу;
$KK_{ГЛ}$	→ компасный курс по главному магнитному компасу;
$KK_{П}$	→ компасный курс по путевому магнитному компасу ($KK_{ПМК}$);
K_q	→ квазигеографический курс судна;
ΔK	→ поправка компаса (общее обозначение);
ΔGK	→ поправка гирокомпаса;
ΔMK	→ поправка магнитного компаса (общее обозначение);
$\Delta MK_{ГЛ}$	→ поправка главного магнитного компаса;
$\Delta MK_{П}$	→ поправка путевого магнитного компаса;
δ	→ девиация магнитного компаса;
d	→ магнитное склонение;
$ПУ$	→ путь судна (общее обозначение);
$ПУ_{\alpha}$	→ путь судна при дрейфе от ветра ($ПУ_{ДР}$);
$ПУ_{\beta}$	→ путь судна при сносе течением ($ПУ_{Т}$);
$ПУ_c$	→ путь судна при дрейфе от ветра и сносе течением ($ПУ_{\alpha+\beta}$);
$ПУ_q$	→ квазипуть;
α	→ угол дрейфа судна от ветра;
β	→ угол сноса судна течением;
c	→ суммарный угол сноса судна ($\alpha+\beta$);
K_T	→ направление течения;
K_U	→ направление истинного ветра;
K_W	→ направление наблюдаемого (кажущегося) ветра;
C	→ невязка места судна ($C = \dots^{\circ} - . . .$ мили);
$П$	→ пеленг (общее обозначение);
$ОП$	→ обратный пеленг ($П \pm 180^{\circ}$);
$ИП$	→ истинный пеленг ($A_{КР}$);
$МП$	→ магнитный пеленг;
$КП$	→ компасный пеленг;
$ГКП$	→ гирокомпасный пеленг ($П_{ГК}$);
$ОИП$	→ обратный истинный пеленг;
$ОМП$	→ обратный магнитный пеленг;
$ОКП$	→ обратный компасный пеленг;
$Лок П$	→ локсодромический пеленг ($P, П_{ЛОК}$);
$Орт П$	→ ортодромический пеленг ($A, П_{ОРТ}$);
$П_q$	→ квазипеленг;
$РКУ$	→ радиокурсовой угол;
$ОРКУ$	→ отсчет радиокурсового угла;
$ОРП$	→ отсчет радиопеленга;
$РП$	→ радиопеленг;
$\Delta П$	→ разность пеленгов, изменение пеленга;
f	→ радиодевиация;
ψ	→ ортодромическая поправка;
γ	→ сближение меридианов;
Q	→ угол перехода от истинных к квазинаправлениям;
$РЛКУ$	→ радиолокационный курсовой угол ($q_{РЛС}$);
$РЛП$	→ радиолокационный пеленг;
$\Delta РЛП$	→ поправка радиолокационного пеленга;
$КУ$	→ курсовой угол (q);
$\Delta КУ$	→ изменение курсового угла (Δq);
q_U	→ курсовой угол истинного ветра (KU_{Uv});
q_W	→ курсовой угол наблюдаемого (кажущегося) ветра (KU_W);
$np/б$	→ правый борт; – наименование курсового угла

л/б → левый борт; |
⊥ → траверз.

3. Координаты на земной поверхности

($\varphi = 45^{\circ}22,8'N$, $\lambda = 36^{\circ}36,5'E$)

φ (φ) → географическая широта (общее обозначение);
 λ (λ) → географическая долгота (общее обозначение);
 φ_0 → обсервованная широта;
 λ_0 → обсервованная долгота;
 φ_c → счислимая широта;
 λ_c → счислимая долгота;
 φ_{CP} → средняя широта (φ_m);
 λ_{CP} → средняя долгота (λ_m);
 φ_{CO} → счислимо-обсервованная широта;
 λ_{CO} → счислимо-обсервованная долгота;
 φ_B → широта вероятнейшего места;
 λ_B → долгота вероятнейшего места;
 φ_q → квазигеографическая широта;
 λ_q → квазигеографическая долгота;
 φ_{PP} → промежуточная широта;
РШ → разность широт ($\Delta\varphi$);
Ген РШ → генеральная разность широт;
РД → разность долгот ($\Delta\lambda$);
Ген РД → генеральная разность долгот;
ОТШ → отшествоие (ω);
Ген ОТШ → генеральное отшествоие;
МЧ → меридиональная часть (D);
РМЧ → разность меридиональных частей (ΔD);
 $\Delta\varphi$, $\Delta\lambda$ → поправки, приращения, изменения координат;
 ω_φ , ω_λ → скорость изменения координат.

4. Расстояния, скорости

миля → морская миля;
кб. → кабельтов (кбт., каб.);
км → километр;
м → метр;
уз. → узел;
км/ч → километров в час;
кб./мин. → кабельтов в минуту (кбт/мин, каб/мин);
м/с → метр в секунду;
D → расстояние, дистанция (общее обозначение);
D_e → географическая дальность видимого горизонта с высоты глаза наблюдателя;
D_h → дальность видимого горизонта с высоты предмета (объекта);
D_П → дальность видимости предмета (ориентира) в море (с высоты глаза наблюдателя);
D_О → дальность видимости огня маяка;
D_{ОПТ} → оптическая дальность видимости огня;
D_К → дальность видимости огня ориентира, указанная на карте (с высоты глаза наблюдателя 5 м);
D_К → расстояние (дистанция) снятое в карты;
D_Р → расстояние, измеренное с помощью РЛС;
D_у → расстояние, вычисленное по вертикальному углу;
D_⊥ → траверзное расстояние;
ΔD → поправка к расстоянию, разность расстояний;
ΔD_К → поправка к D_K ;

S	→ расстояние (общее обозначение);
$S_{И}$	→ расстояние, пройденное судном по инерции (истинное расстояние, снятое с карты);
$S_{Л}$	→ расстояние, пройденное судном по лагу (с учетом поправки лага);
$S_{ЛОК}$	→ расстояние по локсодромии (Лок S);
$S_{ОБ}$	→ расстояние, пройденное судном по оборотам винта (по частоте вращения винтов);
$S_{ОРТ}$	→ расстояние по ортодромии (Орт S, D);
ΔS	→ разность расстояний;
$ОЛ$	→ отсчет лага;
$РОЛ$	→ разность отсчетов лага ($РОЛ = ОЛ_2 - ОЛ_1$);
$\Delta Л\%$	→ поправка лага в процентах;
$К_Л$	→ коэффициент лага;
V	→ скорость (общее обозначение); абсолютная (относительно дна) скорость судна (V_a);
V_U	→ абсолютная (относительно дна) скорость судна;
V_0	→ относительная (относительно воды) скорость судна;
$V_{Л}$	→ скорость судна по лагу (с учетом поправки лага);
$V_{ОБ}$	→ скорость судна по частоте вращения винтов;
$V_{ГЛА}$	→ скорость по показаниям абсолютного лага;
Ген V	→ генеральная скорость судна ($V_{ГЕН}$);
v_T	→ скорость течения;
$v_{ДР}$	→ скорость дрейфа судна;
ω	→ угловая скорость поворота судна;
U	→ истинная скорость ветра;
W	→ наблюдаемая (кажущаяся) скорость ветра.

5. Высоты, глубины, осадка

e_M	→ высота глаза наблюдателя над уровнем моря (в метрах);
h	→ высота предмета над уровнем моря (в метрах);
h_a	→ высота антенны РЛС над уровнем моря (h_d);
Δh	→ разность высот, изменение высоты;
$H_{Л}$	→ глубина, измеренная ручным или механическим лотом;
$H_{Э}$	→ глубина моря, измеренная эхолотом ($ОЭ + \Delta H_{Э} + T$);
$H(z)$	→ глубина (общее обозначение);
$ОЭ$	→ отсчет глубины по указателю (самописцу) эхолота;
$\Delta H_{Э}$	→ поправка к глубине, измеренной эхолотом;
H	→ истинная глубина моря, исправленная поправками (z);
$H_{Г}$	→ гарантированная глубина;
$H_{К}$	→ глубина моря, снятая с карты (Z_K);
$H_{ЗАД}$	→ заданная глубина (H_3);
ΔH_{θ}	→ поправка глубины за крен судна;
ΔH_{ψ}	→ поправка глубины на дифферент судна;
T	→ осадка судна (общее обозначение);
T_H	→ осадка судна носом (T_{ϕ});
T_M	→ осадка судна по миделю;
T_K	→ осадка судна кормой (T_A);
$T_{СР}$	→ осадка судна средняя.

6. Мореходная астрономия

$ОС$	→ отсчет секстана;
$ОС_{СР}$	→ средний отсчет секстана;
i	→ поправка индекса секстана;
S	→ инструментальная поправка секстана;
$(i + S)$	→ общая поправка секстана ($\Delta ОС$);
h	→ высота светила (общее обозначение);

h'	→ измеренная высота светила ($h_{ИЗМ}$, $ИЗМ h$);
$h_{ГЦ}$	→ геоцентрическая высота светила;
h_B	→ видимая высота светила ($h_{ВИД}$, $Вид h$);
$h_{ТЦ}$	→ топоцентрическая высота светила ($h_{ВИД} + \Delta h_\rho$);
d	→ наклонение видимого горизонта;
Δh_d	→ поправка за наклонение видимого горизонта;
d_n	→ поправка за наклонение зрительного луча;
$h_{И}$	→ истинная высота светила ($Ист. h = h_{ТЦ} + P$);
Δh_t	→ поправка высоты светила за температуру воздуха;
Δh_B	→ поправка высоты светила за атмосферное давление;
Δh_V	→ поправка для приведения высоты светила за 1 мин.;
Δh_Z	→ поправка для приведения высоты светила к одному зениту ($\Delta h_Z = \Delta h_V \cdot \Delta T_{мин}$);
$h_{ПР}$	→ приведенная высота светила ($Прив. h$);
h_C	→ счислимая высота светила;
h_O	→ обсервованная высота светила;
n	→ перенос высотной линии положения ($n = h - h_C$);
t	→ часовой угол светила (общее обозначение);
t^∇	→ часовой угол точки Овна;
$t_{ГР}$	→ гринвичский часовой угол светила;
$t_{ГР}^\nabla$	→ гринвичский часовой угол точки Овна ($S_{ГР}$);
t_M^∇	→ местный часовой угол точки Овна (S_M);
t_M	→ местный часовой угол светила;
α	→ прямое восхождение светила (горизонтальный угол);
β	→ вертикальный угол;
τ^*	→ звездное дополнение светила ($360^\circ - \alpha$);
δ	→ склонение светила;
η	→ уравнение времени;
A	→ азимут (общее обозначение);
$A_{КР}$	→ азимут круговой (в круговом счете);
$A_{П}$	→ азимут полукруговой (в полукруговом счете);
$A_{Ч}$	→ азимут четвертной (в четвертном счете);
A_C	→ счисляемый азимут светила;
Δ	→ полярное расстояние светила ($90^\circ - \delta$);
Z	→ зенитное расстояние светила ($90^\circ - h$);
H	→ меридиональная (наибольшая) высота;
Δh_ρ	→ поправка высоты светила за астрономическую рефракцию;
Δh_P	→ поправка высоты светила за параллакс;
$\Delta h_{\rho+P}$	→ поправка высоты светила за астрономическую рефракцию и параллакс;
Δh_R	→ поправка высоты за полудиаметр светила;
Q	→ параллактический угол светила (q);
P	→ параллакс светила;
P_0	→ горизонтальный экваториальный параллакс светила;
$OP \underline{\subset}$	→ общая поправка нижнего края Луны;
$OP \overline{\subset}$	→ общая поправка верхнего края Луны;
ρ	→ астрономическая рефракция;
$B_{Л}$	→ возраст Луны (B_{\subset});
$\Phi_{Л}$	→ фаза Луны (Φ_{\subset});
L	→ лунное число.

7. Элементы маневрирования

K_N	→ курс своего (нашего) судна (K_M);
$K_{Ц}$	→ курс цели (K_K);
K_O	→ относительный курс судна (K_ρ);

ЛОД	→ линия относительного движения;
ОЛОД	→ ожидаемая линия относительного движения;
V_H	→ скорость своего (нашего) судна (V_M);
V_C	→ скорость судна-цели (V_K);
V_O	→ относительная скорость судна (V_p);
S_H	→ перемещение нашего (своего) судна (S_M);
S_C	→ перемещение цели (S_K);
S_O	→ относительное перемещение судна (S_p);
П	→ пеленг (на цель);
D	→ расстояние между судами;
D_{KP}	→ кратчайшее расстояние между судами;
$D_{ЗАД}$	→ заданное расстояние для расхождения с целью;
$D_{БЕЗ}$	→ безопасная дистанция расхождения;
ВИП	→ величина изменения пеленга, (°/мин.);
БП	→ боковое перемещение, (кб./мин.);
ОБП	→ общее боковое перемещение, (кб./мин.);
ВИР	→ величина изменения расстояния, (кб./мин.);
ОВИР	→ общая величина изменения расстояния, (кб./мин.);
t_{KP}	→ время сближения на D_{KP} ;
Q	→ критический курсовой угол;
$Q_{ПР}$	→ предельный курсовой угол;
$D_{ПЕР}$	→ расстояние пересечения курса;
$T_{ПЕР}$	→ время сближения на $D_{ПЕР}$.

8. Оценка точности

U	→ навигационный параметр (общее обозначение);
ΔU	→ поправка навигационного параметра;
g	→ градиент н.п. (g_U);
τ	→ направление градиента навигационного параметра;
ЛП	→ линия положения;
K	→ определяющая точка ЛП;
n	→ величина переноса ЛП;
Θ	→ угол пересечения линий положения;
ϑ	→ отклонение результата измерения от вероятнейшего значения;
M	→ радиальная (круговая) СКП места (общее обозначение) – RMS;
M_B	→ радиальная (круговая) СКП вероятнейшего места;
M_O	→ радиальная (круговая) СКП обсервованного места судна;
M_{CO}	→ радиальная (круговая) СКП счислимо-обсервованного места судна;
$M_{CЧ}$	→ радиальная (круговая) СКП счислимого места судна (M_{CM});
M_{Ct}	→ радиальная (круговая) СКП счисления за время плавания по счислению;
$\hat{M}_{ПР}$	→ радиальная (круговая) предельная погрешность места судна;
$\hat{M}_{Pзд}$	→ радиальная (круговая) погрешность места судна с заданной вероятностью;
\hat{M}_o	→ радиальная (круговая) предельно допустимая погрешность (\hat{M}_{oon});
m	→ средняя квадратическая погрешность (общее обозначение);
m_U	→ средняя квадратическая погрешность (СКП) навигационного параметра;
σ	→ теоретическое значение СКП;
$m_{ЛП}$	→ средняя квадратическая погрешность линии положения;
M_{CP}	→ СКП среднего арифметического значения величины (m_{CP});
Δ	→ погрешность (общее обозначение);
Δ_o	→ относительная погрешность;
Δ_c	→ систематическая погрешность (δ);
$\Delta_{сл}$	→ случайная погрешность (ε);
K_C	→ коэффициент точности счисления;

K_{P2}	→ коэффициент предельной (заданной) погрешности места;
R	→ размах результатов измерений;
Z	→ нормативный размах ($1/R$);
P	→ вес величины ($P_{ЛП}$ – линии положения, P_M – места);
$R \approx 2M$	→ критерий для оценки точности места судна (ИМО);
$СКП$	→ средняя квадратическая погрешность;
$НП$	→ навигационный параметр (U).

9. Гидрометеорология

$\lambda (\lambda_B)$	→ длина ветровой волны, (м);
$h (h_B)$	→ высота ветровой волны, (м);
c	→ скорость распространения ветровой волны, (м/с);
τ	→ период ветровой волны, (с);
$P (B)$	→ атмосферное давление (гПа, мм рт.ст., мбар.);
S	→ соленость морской воды, промилле (‰);
ρ	→ плотность морской воды (т/м^3);
$ПВ$	→ полная вода;
$МВ$	→ малая вода;
$h_{ПР}$	→ высота прилива;
B	→ величина прилива;
T_P	→ время роста (подъема) уровня;
$T_{П}$	→ время падения уровня;
$T_{Л}$	→ лунный промежуток;
T_B	→ водный час пункта;
$t ^\circ\text{C}$	→ температура Цельсия ($^\circ\text{C}$);
K°	→ температура термодинамическая;
T°	→ практическая температура $^\circ\text{C}$ (τ).

10. Разное

a	→ большая полуось;
b	→ малая полуось;
α	→ полярное сжатие;
R	→ радиус (общее обозначение);
e	→ эксцентриситет;
$ВРШ$	→ винт регулируемого шага;
θ	→ угол крена судна (угол бортовой качки);
ψ	→ дифферент судна (угол килевой качки);
T	→ период свободных колебаний судна (τ);
T_θ	→ период бортовой качки;
T_ψ	→ период килевой качки;
N	→ частота вращения винта (n);
h	→ поперечная метацентрическая высота;
H	→ продольная метацентрическая высота;
L	→ длина судна;
B	→ ширина судна;
$H_{ВП}$	→ высота борта судна;
$D_{Ц}$	→ наибольший диаметр циркуляции;
$R_{Ц}$	→ радиус циркуляции;
D	→ водоизмещение (общее обозначение);
D_0	→ водоизмещение порожнего судна (в балласте);
$D_{ГР}$	→ водоизмещение судна с полным грузом;
D_B	→ дедвейт судна (полная грузоподъемность) ($ДВТ$, DW);
$D_{ч}$	→ грузоподъемность судна чистая (без запаса топлива, воды и всех видов снабжения).

ПЕРЕЧЕНЬ И ЗНАЧЕНИЕ СОКРАЩЕНИЙ, ИСПОЛЬЗОВАННЫХ В ТЕКСТЕ

А	– Апогей (азимут)
АИМ	– Английские извещения мореплавателя
АН	– Академия наук
АНК	– английские навигационные карты;
АО	– Атлантический океан;
АПСТБ	– автоматический передатчик сигналов тревоги и бедствия (буй);
АПИ	– автоматический приемоиндикатор;
АПИ РНС	– автоматический приемоиндикатор радионавигационной системы;
АРИ	– анемометр ручной индукционный (АРИ-49);
АРП	– автоматический радиопеленгатор;
АСПТР	– аварийно-спасательные и подъемно-технические работы;
АСС	– аварийно-спасательная служба;
АТС	– автоматическая телефонная станция;
БГМЦ	– береговой гидрометеорологический центр;
БКБ	– большой канальный буй;
БМБ	– большой морской буй;
БРЛС	– береговая радиолокационная станция;
БРПС	– береговая радиопеленгаторная станция;
ВАРУ	– временная автоматическая регулировка усиления;
ВВП	– внутренний водный путь;
ВЩ	– ведущая станция радионавигационной системы;
ВК	– вспомогательные карты;
ВМ	– ведомая станция радионавигационной системы;
ВМВ	– высокая малая вода;
ВМК	– вспомогательные морские карты;
ВМО	– Всемирная метеорологическая организация;
ВПВ	– высокая полная вода;
ВПК	– вахтенный помощник капитана;
ВРМ	– вращающийся радиомаяк;
ВСПК	– вахтенный старший помощник капитана;
ВСРНП	– Всемирная служба радионавигационных предупреждений;
ВЧ	– водный час;
ВЭВ	– выносной электронный визир;
ГА	– гироазимут;
ГАЛ	– гидроакустический лаг;
ГД	– главный двигатель (судна);
ГДЛ	– гидродинамический лаг;
ГК	– гирокомпас;
ГЛОНАСС	– глобальная навигационная спутниковая система (РФ);
ГМЦ	– гидрометеорологический центр;
ГМО	– гидрометеорологическое описание (или обеспечение);
ГНСС	– глобальная навигационная спутниковая система;
ГО	– грубого отсчета (шкала);
ГП	– гидрографическое предприятие (пароходства);
ГС	– гидрографическая служба;
ГУН иО	– Главное управление навигации и океанографии;

ГУНиО МО РФ	– Главное Управление Навигации и Океанографии Министерства обороны Российской Федерации;
ГШИ	– гидрографическое и штурманское имущество;
ДАУ	– дистанционное автоматическое управление;
ДБК	– дуга большого круга (ортодромия);
ДВ	– длинные волны;
ДВРП	– двухканальный визуальный радиопеленгатор;
ДГ	– дизель-генератор;
ДП	– диаметральной плоскость (судна);
ДПС	– дифференциальная подсистема;
ДСП	– для служебного пользования;
ДУ	– действующий уровень (моря);
ЕС	– Европейский Союз;
ETA	– ожидаемое время прибытия судна в заданную точку;
ЗГ	– задающий генератор;
ЗРД	– зона разделения движения;
ЗУ	– запоминающее устройство;
ЗХ	– задний ход;
ЗПХ	– полный задний ход;
ЗСХ	– средний задний ход;
ЗМХ	– малый задний ход;
ЗСМХ	– самый малый задний ход;
ИГН	– истинный горизонт наблюдателя;
ИД	– истинное движение;
ИКО	– индикатор кругового обзора;
ИМ	– извещения мореплавателям;
ИМН	– истинный меридиан наблюдателя;
ИМО	– Международная морская организация при ООН;
ИП	– истинный пеленг (с судна на ориентир или объект);
ИСЗ	– искусственный спутник Земли;
ИЭЛ	– индукционно-электронный лаг;
КА	– космический аппарат;
КБ	– канальный буй;
КВ	– короткие волны;
КВВП	– карты для внутренних водных путей;
КВЦ	– координационно-вычислительный центр;
КИК	– контрольно-измерительный комплекс;
КИС	– контрольно-измерительная станция;
КК	– компасный курс (судна);
ККК	– каталог карт и книг;
ККС	– контрольно-корректирующая станция;
КНА	– космический навигационный аппарат;
КНС	– космическая навигационная система;
КПИ	– корабельный (судовой) приемоиндикатор;
КРМ^К	– круговой радиомаяк;
КРуПДП	– карты, руководства и пособия для плавания;
КТ	– картографические таблицы;
КТМ	– Кодекс торгового мореплавания;
КУ	– курсовой угол (q);
ЛГ	– лаг гидродинамический;
ЛЗП	– линия заданного пути;

ЛПД	– линия передачи данных;
ЛРД	– линия разделения движения;
М	– масштаб карты; (радиальная СКП);
МАЕ	– Морской астрономический ежегодник;
МАМС	– Международная ассоциация маячных служб;
МБ	– морской буй;
МВ	– малая вода;
МГО	– Международная Гидрографическая организация;
МКБ	– Малый канальный буй;
МКУБ	– Международный кодекс управления безопасностью;
ММБ	– малый морской буй;
МНК	– морская навигационная карта;
МНП	– морское навигационное пособие;
МНР	– морское навигационное руководство;
МО	– математическое ожидание (машинное отделение);
МП	– магнитный пеленг (маневренный планшет);
МППСС	– Международные правила предупреждения столкновений судов в море;
МСС	– Международный свод сигналов;
МТ-75(2000)	– мореходные таблицы;
МХ	– малый ход;
МХС	– маневренные характеристики судна;
МЭС	– маневренные элементы судна;
НАК	– навигационный автоматизированный комплекс;
НАВИМ	– навигационные извещения мореплавателям;
НАВИП	– навигационные предупреждения на прибрежные воды иностранных государств;
НАВАРЕА	– районные (№№ 1÷16) навигационные предупреждения, передаваемые по радио координатором НАВАРЕА;
НАВТЕКС	– Международная автоматизированная система навигационной и гидрометеорологической информации;
НАП	– навигационная аппаратура потребителей;
НГ	– нуль глубин;
НГО	– навигационно-гидрографический обзор (описание, обеспечение);
НИСЗ	– навигационный искусственный спутник Земли;
НИСП	– научно-исследовательское судно погоды;
НКА	– навигационный космический аппарат;
НКД	– неподвижное кольцо дальности (на ИКО РЛС);
НМВ	– низкая малая вода;
НМП	– навигационные морские планы;
НО	– навигационное оборудование (навигационное обеспечение);
НПВ	– низкая полная вода;
НРЛС	– навигационная радиолокационная станция;
НПК	– навигационные промысловые морские карты;
НРМ^К	– направленный радиомаяк;
НС	– неправильные суточные (приливы);
НСС	– навигационная спутниковая система;
НТУ	– наинизший теоретический уровень (моря);
НЭ	– навигационный элемент;
ОВ	– обсерватория времени;
ОД	– относительное движение;

ОЛЗ	– обратная локсодромическая задача;
ОЛП	– ограждающая линия положения;
П	– перигей;
ПГК	– пеленгатор корабельный;
ПД	– полоса движения судна (опасность, нанесенная по донесению);
ПДС	– пути движения судов;
ПДМНВ	– подготовка и дипломирование моряков к несению вахты;
ПЗХ	– полный задний ход;
ПИ	– приемоиндикатор (подводный излучатель, персональный компьютер);
ПК	– преобразователь координат (помощник капитана);
ПКД	– подвижное кольцо дальности (на ИКО РЛС);
ПКМ	– помощник капитана;
ПМК	– программируемый микрокалькулятор;
ПМ^К	– плавучий маяк;
ПП	– предварительная прокладка (пути судна);
ППЗ	– плавучие предостерегательные знаки;
ППП	– предварительная подготовка к переходу (судна);
ППХ	– полный передний ход;
ПСХ	– передний средний ход;
ПМХ	– передний малый ход;
ПСМХ	– передний самый малый ход;
ПРД	– пост регулирования движения (судов);
ПС	– положение сомнительно;
ПСНО	– плавучие средства навигационного оборудования;
ПРИП	– прибрежные предупреждения;
ПОМЭС	– правила определения маневренных элементов судна;
ПТМ	– предельная точность масштаба (карты);
ПУДС	– пост управления движением судов;
ПЧ	– прикладной час;
РДС	– разделение движения судов;
РИС	– радиолокационный индикатор ситуации;
РК	– рекомендованный курс;
РЛО	– радиолокационный отражатель;
РЛП	– радиолокационный отражатель пассивный (радиолокационный пеленг);
РЛС	– радиолокационная станция;
РЛМ^К	– радиолокационный маяк;
РМО	– активный радиолокационный маяк-ответчик;
РМК	– радиомаяк;
РНК	– радионавигационная карта;
РНП	– радионавигационный параметр (радионавигационные приборы);
РНС	– радионавигационная система;
РП	– радиопеленг (радиопеленгатор);
РСВТ	– радионавигационная система высокой точности;
РПС	– радиопеленгаторная станция;
РСДН	– радионавигационная система дальней навигации;
РСЗ	– равносигнальная зона;
РТС	– радиотехнические средства;
РТСНО	– радиотехнические средства навигационного оборудования;
РФ	– Российская Федерация;

РТШ	– рабочие таблицы штурмана;
РШС	– руководство штурманской службы;
РШСУ	– рекомендации по организации штурманской службы на морских судах Украины (РШСУ-98);
САРП	– средство автоматизированной радиолокационной прокладки;
СВ	– средние волны;
СВЧ	– сверхвысокие частоты;
СВОИ	– станция ввода орбитальной информации;
СДВ	– сверхдлинные волны;
СЖ	– судовой журнал;
СК	– справочные карты;
СКБ	– средний канальный буй;
СКП	– средняя квадратическая погрешность;
СККР_иПДП	– судовая коллекция карт, руководств и пособий для плавания;
СКЦ	– спасательно-координационный центр;
СЛО	– Северный Ледовитый океан;
СЛ	– сличение (компасов или измерителей времени);
СЛСЛ	– сборный лист сборных листов;
СМБ	– средний морской буй;
СМК	– справочные морские карты;
СМП	– Служба мореплавания парокходства;
СМХ	– самый малый ход;
СМУ	– средний многолетний уровень (моря);
СНА	– спутниковая навигационная аппаратура (судна);
СНО	– средства навигационного оборудования (морей);
СНС	– спутниковая навигационная система;
СПИ	– судовой приемоиндикатор;
СПК	– старший помощник капитана;
СПХН	– самый полный ход назад;
СРД	– система разделения движения;
СРДС	– система разделения движения судов;
СРМ	– створный радиомаяк;
СРНС	– спутниковая радионавигационная система;
СС	– станция слежения (существование сомнительно);
СССР	– Союз Советских Социалистических Республик;
СТИ	– станция траекторных измерений;
СУБ	– система управления безопасностью (судна);
СУМ	– средний уровень моря;
СУДС	– система управления движением судов;
СУПДС	– система установленных путей движения судов;
СХ	– средний ход;
США	– Соединенные Штаты Америки;
СЭУ	– силовая энергетическая установка (судна);
ТВА	– таблицы высот и азимутов (светил);
ТВЛ	– точка встречи лоцмана;
ТЗ	– точка зрения;
ТКП	– точка конца поворота;
ТО	– Тихий океан;
ТП	– таблицы приливов;
ТПКР	– точка подачи команды на руль;
ТСН	– технические средства навигации;

ТСС	– технические средства судовождения;
ТУ	– технические условия;
УДС	– управление движением судов;
УКВ	– ультракороткие волны;
ФВК	– фарватер военных кораблей;
ФИО	– фамилия, имя, отчество;
ЦСУДС	– центр системы управления движением судов;
ЦТ	– центральная точка (карты);
ЧЭ	– чувствительный элемент;
ЧЭГК	– чувствительный элемент гирокомпаса;
ЧЭГА	– чувствительный элемент гироазимута;
ЭДС	– элементы движения судна;
ЭДЦ	– элементы движения цели;
ЭВМ	– электронно-вычислительная машина;
ЭЛТ	– электронно-лучевая трубка;
ЭМВ	– электромагнитная волна;
ЭМИТ	– электромагнитный измеритель течения;
ЭМК	– электромагнитные колебания;
ЭРНП	– электрорадионавигационные приборы;
ЭРНК	– электрорадионавигационная камера (пароходства);
ЭЦВМ	– электронная цифровая вычислительная машина.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авербах Н.В. Определение скорости судна и поправки лага. – М.; Тр-т, 1988, 94с.
2. Баранов Ю.К. Гаврюк М.И. и др. Навигация. 3-е изд., перераб. и доп. Спб Лань 1997, 509с.
3. Баранов Ю.К. Использование радиотехнических средств в морской навигации. Перераб. и доп. М.; Тр-т, 1988, 208с.
4. Баранов Ю.К. Определение места судна с помощью навигационных спутников. 2-е изд. перераб. и доп. М.; Тр-т, 1984. 112с. «Библ-ка суд-ля».
5. Баскин А.С. Блинов И.А. и др. Навигационно-гидрографическое обеспечение мореплавания. М.; Тр-т, 1980. 254с.
6. Богданов В.А. Сорочинский В.А. и др. Спутниковые системы морской навигации. –М.; Тр-т, 1987, 200с. «Библ-ка суд-ля».
7. Быков В.И., Никитенко Ю.И. Фазовая радионавигационная система «Декка-Навигатор». 2-е изд., –М.; Тр-т, 1969, 176с. «Библ-ка суд-ля».
8. Быков В.И., Никитенко Ю.И. Импульсно-фазовые радионавигационные системы в судовождении. – М.; Тр-т, 1969.
9. Быков В.И., Никитенко Ю.И. Судовые радионавигационные устройства. – М.; Тр-т, 1976, 399с.
10. Бухановский И.Л. Счисление пути судна. – М.; Тр-т, 1966.
11. Бухановский И.Л. Радиолокационные методы судовождения. - М.; Тр-т, 1970. 248с.
12. Вагущенко Л.А. и др. Электронные системы отображения навигационных карт. Одесса, 2000. 110с.
13. Винницкий А.П. Козырь Н.А. Рекомендации вахтенному помощнику капитана. – М.; Тр-т. 1991. 48с. «Библ-ка суд-ля».
14. Гаврюк М.И. и др. Задачник по навигации и лоции. Уч. пособие для ВУЗов (под ред. Гаврюка М.И.) 3-е изд. перераб. и доп. – М.; Тр-т. 1984. 312с.
15. Гаврюк М.И. и др. Навигационное обеспечение плавания судов при особых обстоятельствах. М.; ЦРИА, Морфлот. 1982. 60с.
16. Григорьев В.В. Самохвалов В.Н. и др. Мореходные приборы и инструменты.
17. Груздев Н.М. Оценка точности морского судовождения. – М., Тр-т. 191с.
18. Груздев Н.М. Колчин Г.А. и др. Навигация. М.; В-дат, 1980. 382с.
19. Дмитриев В.И, Григорян В.Л., Катенин В.А. Навигация и лоция. Учебник для ВУЗов (под ред. В.И. Дмитриева) – М.; ИКЦ «Академкнига», 2004, 471 с.
20. Ермолаев Г.Г. Морская лоция. 4-е изд., перераб.и доп. – М.; Тр-т, 1982. 392с.
21. Ермолаев Г.Г. Затеев Е.С. Основы морского судовождения. Уч. для ВУЗов. – М.; Тр-т, 1988. 272с.
22. Ермолаев Г.Г. Судовождение в морях с приливами. 2-е изд., перераб. и доп. – М.; Тр-т, 1986, 160с.
23. Каманин В.И. Лаврентьев А.В. Скубко Р.А. Штурман флота. Справочник по кораблевождению (под ред. Мотрохова А.Н.) М.; Воениздат, 1986, 539с.
24. Кожухов В.П. Жухлин А.М. и др. Математические основы судовождения. М.; Тр-т, 1993, 200с.
25. Кондрашихин В.Т. Определение места судна. 2-е изд. перераб. и доп. М.; Тр-т, 1989. 230с.
26. Кондрашихин В.Т. Бердинских Б.В. и др. Справочник судоводителя по навигационной безопасности мореплавания. Одесса. Маяк. 1990. 168с.
27. Кондрашихин В.Т. Теория ошибок и ее применение к задачам судовождения. М.; Тр-т. 1969. 256с.
28. Лесков М.М. Баранов Ю.К. и др. Навигация. М.; тр-т. 1986. 360с.
29. Ляльков Е.А. Васин А.Г. Навигация. 2-е изд., перераб. и доп. – М.; Тр-т, 1981. 349с.
30. Михайлов В.С., Кудрявцев В.Г. Навигация и лоция. Учебное пособие. К.: Аристей, 2006 г. – 832 с.
31. Михайлов В.С., Кудрявцев В.Г., Давыдов В.С. Практическая мореходная астрономия. Учебное пособие. К.: Аристей, 2006 – 424 с.
32. Михайлов В.С., Кудрявцев В.Г. Обеспечение навигационной безопасности плавания. Учебное пособие. К.: Аристей, 2006 – 380 с.
33. Онопков В.И. и др. Безопасность мореплавания. Уч. пос. для ВУЗов – М.; Тр-т, 1994. 247с.
34. Песков Ю.А. Использование РЛС в судовождении. М.; Тр-т. 1986. 144с. «Библ-ка суд-ля».

35. Смирнов А.И. Каманин В.И. Груздев Н.М. Практика кораблевождения. М.; Воениздат, 1978. 394с.
36. Соненберг Г.Д. Радиолокационные и навигационные системы. Л.; Судостроение. 1978. 397с.
37. Таратынов В.П. Судовождение в стесненных районах. М.; Тр-т, 1980. 128с.
38. Топалов В.П. Определение места судна по радиопеленгам. М.; Тр-т, 1975. 64с.
39. Фатьянов Р.М. Семенов Ю.К. и др. Основы морского судовождения. – М.; Тр-т, 1985. 344с.
40. Фатьянов Р.М. Практическое руководство по выверке и определению поправок штурманских приборов на судах. –М.; Тр-т. 1976. 304с.
41. Юдович А.Б. Предотвращение навигационных аварий морских судов. 2-е изд. доп. –М.; 1988. 224с.
42. Яскевич А.П. Зурабов Ю.Г. Комментарии к МППСС-72. Справочник. –М.; Тр-т, 1990. 479с.
43. Международные правила предупреждения столкновений судов в море (МППСС-72) –Л. ГУНиО МО. 1973. 63с.
44. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море. 1974 (СОЛАС-74).
45. Международная конвенция по подготовке и дипломированию моряков 1978. –М.; ЦРИА Морфлот, 1982. 324с.
46. Общие положения об установлении путей движения судов. Л.; ГУНиО МО, 1979. 24с.
47. Океанские пути Мира. –Л.; ГУНиО МО. 1980. 204с.
48. Рекомендации по организации штурманской службы на морских судах Украины. (РШСУ-98). Одесса, Юж.НИИМФ, 1998. 111с.
49. Рекомендации по астронавигационному ориентированию при плавании с поврежденными ТСН и на спасательных средствах. Л. ГУНиО МО, 1983. 55с.
50. РШС-89. М.; в/о «Мортехинформреклама», 1990. 64с.
51. Руководство для торговых судов по поиску и спасанию (MERSAR). М.; в/о «Мортехинформреклама», 1982. 135с.
52. Сборник резолюций Международной морской организации по вопросам судовождения. М.; «Мортехинформреклама», 1989. 68с.
53. Сборник организационно-распорядительных и других документов и материалов по безопасности мореплавания. М.; в/о«Мортехинформреклама», 1984.
54. Справочник капитана дальнего плавания. (под ред. Ермолаева Г.Г.) –М.; тр-т, 1988. 248с.
55. Умовні знаки морських карт. Держгідрографія. 2001. 63с.
56. Условные знаки морских карт и карт внутренних водных путей. (№ 9025) ГУНиО МО. 1985. 68с.
57. Устав службы на судах морских пароходств Украины. Одесса. ДМРФ МТ, 1994. 60с.
58. Инструкция по навигационному оборудованию (ИНО-89) № 9106 ГУНиО МО, 1989 г., 304 с.
59. Морская навигация и морская гидрография. Термины определения. ГОСТ 23634-83 (СТ СЭВ 3849-82). М., изд-во стандартов, 1984 г., 12 с.
60. Правила корректуры, комплектования и хранения карт и руководств для плавания на судах гражданских ведомств. Изд. 2-е, доп. № 9038. ГУНиО МО, 1978 г., 54 с.
61. Правила штурманской службы № 27. Условные обозначения, применяемые в кораблевождении (ПШС № 27). Изд. 6-е. ГУНиО МО. 1983 г., 76 с.
62. Практическое кораблевождение. Книга первая № 9035. ГУНиО МО, 1988, 896 с.
63. Практическое кораблевождение. Книга вторая № 9035. ГУНиО МО, 1988, 271 с.



Михайлов Василий Сергеевич (1960 г.р.), профессор (2003 г.), доктор технических наук (2005 г.), капитан дальнего плавания. Заведующий кафедрой «Судовождение» Киевской государственной академии водного транспорта имени гетмана Петра Конашевича-Сагайдачного (1996 г.).

Почетный работник морского и речного транспорта Украины. Президент Всеукраинской общественной организации «Морська освіта», президент Всеукраинской общественной организации «Українська асоціація приватних судновласників».

Автор более 65 научных, учебных и методических работ, соавтор трех учебных пособий и двух электронных учебников с грифом МОН Украины, монографии по радио-навигационному обеспечению безопасности судоходства на внутренних водных путях Украины.

Ректор Киевской государственной академии водного транспорта имени гетмана Петра Конашевича-Сагайдачного (1999 г.)



Кудрявцев Виктор Георгиевич (1946 г.р.) доцент по кафедре «Кораблевождение» (1991), капитан 1 ранга в отставке (1994 г.), помощник флагманского штурмана объединения атомных подводных лодок Северного флота (1976 г.), капитан малого плавания. Начальник кафедры «Кораблевождение» Киевского высшего военно-морского училища (1988 г.).

Автор более 30 учебных и методических работ в области кораблевождения и судовождения, соавтор трех учебных пособий и двух электронных учебников с грифом МОН Украины.

Доцент кафедры «Судовождение» Киевской государственной академии водного транспорта имени гетмана Петра Конашевича-Сагайдачного (1996 г.)



Давыдов Владимир Семенович (1951 г.р.) доцент по кафедре «Кораблевождение», капитан 2 ранга в отставке (1994 г.), флагманский штурман соединения атомных подводных крейсеров (1983), капитан малого плавания.

Почетный работник морского и речного транспорта Украины.

Автор более 35 научных, учебных и методических работ в области кораблевождения и судовождения, соавтор учебного пособия и двух электронных учебников с грифом МОН Украины.

Проректор по учебной работе и практике Киевской государственной академии водного транспорта имени гетмана Петра Конашевича-Сагайдачного (2000 г.)