



Министерство образования и науки, молодежи
и спорта Украины
Севастопольский национальный технический
университет
Факультет морских технологий и судоходства
Кафедра судовождения и безопасности
Судоходства

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ на морских
навигационных картах по дисциплине

«Навигация и лоция»
(часть 3 — Определение места положения
судна по навигационным ориентирам)
для студентов 3-го курса специальности
6.100301 — «Судовождение»
всех форм обучения



Севастополь

2012

Заказ № _____ от _____ 2012 Тираж _____ экз.
Изд-во СевНТУ



Для дополнений

УДК 656.61.052

Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине **«Навигация и лоция»** для студентов специальности 6.100301 — **«Судовождение» всех форм обучения** / **В.Г.Ткаченко, Н.В. Тришин, А.В. Михайлов** — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2012. – 28 с.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам в выполнении лабораторных работ по дисциплине **«Навигация и лоция»**.

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры Судовождения и безопасности судоходства, протокол № 10 от «11» января 2012 г.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент:

Г.В. Боков, ШДП, старший преподаватель кафедры СБС.

4. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранов Ю.К., Гаврюк М.Н., Логиновский В.А., Лесков Ю.А. Навигация: Учебник для вузов морского транспорта. – С-П.: 1997, - 510 с.
2. Бирюков Н.В. Кораблевождение / Н.В. Бирюков, А.С. Денисов, Я.А. Ковалев.- М: Воениздат, 1986.– 471с.
3. Справочник судоводителя по навигационной безопасности мореплавания / В.Т. Кондрашихин, Б.В. Бердинских, А.С. Мальцев, Л.А. Козырь – Одеса: Маяк, 1990 – 168с.
4. Денисов А.С. Навигационная безопасность мореплавания / А.С. Денисов, Л.Е. Курочкин, А.Г. Нестеров.- Севастополь: Изд-во Сев НТУ, 2002.- 159с.
5. Ермолаев Г.Г. Морская лоция / Г.Г. Ермолаев.- М: Транспорт, 1975.- 320с.
6. Мореходные таблицы (МТ-75).- Л: Изд-во ГУНиО МО СССР, 1975.- 322с.
7. РСШУ – 98 Одесса 1998
8. Правила ведения навигационного судового журнала.

Содержание

1. Общие рекомендации	4
2. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ	5
ЛР № 1 Определение места судна по визуальным пеленгам на береговые ориентиры	5
ЛР № 2 Определение места судна с помощью навигационной РЛС	7
ЛР № 3 Определение места судна способом крюйс-пеленг	8
ЛР № 4 Определение места судна по визуальным пеленгам и горизонтальным углам	10
ЛР № 5 Определение места судна по пеленгу и вертикальному углу	12
ЛР №6 Определение места судна по радиомаякам	14
ЛР №7 Определение места судна по видимым береговым ориентирам (Контрольная работа)	16
ЛР №8 Определение места судна комбинированными способами	17
ЛР №9 Оценка точности места судна. Анализ невязки	19
ЛР №10 Расчет навигационной безопасности плавания	20
ЛР №11 Оценка точности определения места судна. Построение эллипса погрешностей	22
3. Вопросы для обсуждения	25
4. Библиографический список	26

1. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Для определения обсервованного места судна достаточно измерить два навигационных параметра. Однако в целях исключения промахов и более полной компенсации случайных погрешностей координаты корабля по возможности определяют по трем и более навигационным параметрам, используя для этой цели соответствующее количество ориентиров.

Место, полученное независимо от счисления по навигационным параметрам, измеренным относительно ориентиров, называется обсервованным.

Совокупность действий, выполняемых при получении обсервованного места, называют обсервацией.

Координаты обсервованного места называются обсервованными координатами ϕ_0 и λ_0 .

Счислимое место из-за погрешностей в элементах счисления в общем случае не совпадает с обсервованным.

Разница между обсервованным и счислимым местами называется невязкой. Она определяется вектором между счислимым и обсервованным местами и, являясь поправкой счислимого места, характеризуется направлением со счислимого места к обсервованному и длиной отрезка между этими местами в милях (направление измеряется с точностью до градуса, длина — с точностью до 0,1 мили). Например, $C = 105^\circ$ — 1,2 мили. Невязка обозначается символом C и графически изображается затухающей кривой от счислимого места к обсервованному.

При наличии обсервованного места время и отсчет лага подписываются не у счислимого места, а у обсервованного.

Расчеты РСКП обсервованного места производят по формулам на отдельных листах.

Лабораторные работы выполняются на морских навигационных картах по заданиям, которые могут быть составлены по вариантам. Проверка выполненных работ производится с помощью контрольных калек и оценивается преподавателем.

3. ВОПРОСЫ ДЛЯ ОБСУЖДЕНИЯ

1. В чем заключается сущность определения места судна по видимым береговым ориентирам?
2. Что необходимо сделать при больших интервалах измерения навигационных параметров?
3. Укажите последовательность действий при определении обсервованного места судна.
4. Укажите порядок действий при определении места судна по двум пеленгам.
5. Укажите порядок действий при определении места судна по трем пеленгам.
6. Перечислите основные способы определения поправки компаса.
7. Как производится «разгон» треугольника погрешностей?
8. Какими способами можно нанести обсервованную точку при определении места судна по двум горизонтальным углам?
9. Как определяется расстояние до ориентира по измеренному вертикальному углу?
10. Укажите порядок действий при определении места способом крюйс-пеленг.
11. Укажите порядок действий при определении места способом крюйс-дистанция.
12. Каков порядок расчета локсодромического пеленга?
13. На каких расстояниях от берега можно не учитывать ортодромическую поправку?
14. В чем заключается сущность определения места судна по РЛД?
15. Как определяется радиальная средняя квадратическая погрешность (РСКП) обсервованного места судна по формулам ИМО?
16. Какие формулы используются для расчета допустимой и ожидаемой погрешности места судна?
17. Как производится осреднение обсервованных мест судна?
18. Как определить вероятнейшее место судна?
19. Укажите основные рекомендации ИМО по стандартам точности контроля по местонахождению судна.
20. Каков порядок расчета и построения эллипса погрешностей?

Задание № 11.1: Рассчитать среднюю квадратическую погрешность места судна, найденного по двум линиям положения. Построить эллипс погрешностей.

№ варианта	КП1	КП2	ΔГК	m1	m2	D1	D2
1	324,0	44,0	-0,5	1,7	1,7	15,9	10,8
2	125,0	174,0	-1,0	1,6	1,6	20,6	19,2
3	36,0	102,0	+0,5	1,5	1,5	16,3	18,4
4	220,0	275,0	+1,0	1,4	1,4	12,8	9,8
5	48,0	110,0	-1,5	1,3	1,3	9,4	7,9
6	05,0	336,0	+1,5	1,2	1,2	15,6	13,8
7	56,0	350,0	-2,0	1,1	1,1	8,9	11,7
8	165,0	224,0	+2,0	1,0	1,0	10,2	8,6
9	318,0	258,0	-3,0	0,9	0,9	14,7	10,3
10	52,0	04,0	+3,0	0,8	0,8	18,5	16,1

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

ЛР №1 — Определение места судна по визуальным пеленгам на береговые ориентиры

Целевая установка

Добиться умения студентов правильно выполнять расчеты и графические построения на карте при определении места по визуальным пеленгам на береговые ориентиры.

Обрабатываемые вопросы

1. Счисление пути судна с учетом течения (прямая задача).
2. Счисление пути судна с учетом течения (обратная задача).
3. Определение места судна по визуальным пеленгам на береговые ориентиры.

ЛР выполняется студентами по заданию решением вводных на путевой карте №32104 масштаба 1:200000. Задание выполняется студентами самостоятельно. Способ определения места судна по двум пеленгам — один из наиболее распространенных при плавании в узкостях или вдоль берега, вблизи навигационных опасностей. Рассчитывают истинные пеленги, если имеется поправка компаса, и прокладывают их на карте. В точке пересечения пеленгов будет обсервованное место судна.

Сущность способа определения места по трем компасным пеленгам не отличается от сущности способа определения места по двум компасным пеленгам. Достоинство данного способа в том, что он в значительной мере позволяет свести к минимуму недостатки предыдущего способа. Третий пеленг повышает точность обсервации и дает надежный контроль отсутствия промаха в измерениях. Кроме того, при наличии ошибки в принятой поправке компаса возможны ее уточнение и получение надежной обсервации. Измеренные в быстрой последовательности и в установленной очередности пеленги после приведения их к одному моменту и исправления поправкой компаса прокладываются на карте. Если стороны треугольника погрешностей не превышают 0,5 мили, то обсервованное место принимается в центре треугольника.

Задание № 1.1: $\Delta ГК = -2,0^\circ$; скорость хода 12 узлов. Диаметр циркуляции 8 кбт.

Время	Отсчет лага (ОЛ)	Содержание вводных
08.05	30,4	М ^к Рыбачий 323,0° м. Меганом 41,°0. Начали учитывать дрейф от ветра 140-12 м/с. Легли на курс по гирокомпасу $K_{ГК} = ?$ с расчетом иметь путь 53,0°. ($K_{МК} = ?$).
08.50	38,9	м. Меганом 26,°0, г. Тай-Коба 304,°0. (РСКП=?).
09.15	43,6	М ^к Рыбачий 282,5° м. Пещерный 318,5°, м. Меганом 09,°0. (РСКП=?).
10.00	52,1	Начали поворот влево. Руль Л-15°.
10.02	52,5	Окончили поворот. Прекратили учитывать дрейф. Легли на курс по гирокомпасу $K_{ГК} = 2,0^\circ$, по магнитному компасу $K_{МК} = ?$

Задание № 1.2: $\Delta ГК = -1,0^\circ$, скорость хода 8 узлов. Диаметр циркуляции 8 кб.

Время	ОЛ	Содержание вводных
06.00	88,4	м. Меганом 40,°5. М ^к Рыбачий 336,0°. Учитываем постоянное течение 330°-2,0 узла. Легли на курс по гирокомпасу $K_{ГК}$ с расчетом иметь путь 60,0°, по путевому магнитному компасу $K_{МК} = ?$ (РСКП=?).
07.20	98,1	м. Меганом 16,°0. М ^к Рыбачий 301,0° (РСКП=?). Легли на курс по гирокомпасу $K_{ГК} = 60,0^\circ$. Дали ход 12 узлов.
08.00	105,6	г. Карадаг 09,0°, г. Тай-Коба 291,0°, м. Пещерный 308,°0. (РСКП=?). Ветер 250°-12 м/с, море 3 балла, видимость 10 миль, облачность 4 балла.
08.25	10,3	Начали поворот влево. Руль Л-15°.
08.28	10,8	Окончили поворот. Прекратили учитывать течение. Легли на курс по гирокомпасу $K_{ГК} = 332,0^\circ$, по магнитному компасу $K_{МК} = ?$
09.03	17,4	Застопорили машины. Погасили инерцию. Отдали правый якорь.

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{\sin 2\theta}{(\Delta n_1^2 / \Delta n_2^2) + \cos 2\theta}$$

6. Рассчитывают среднюю квадратическую погрешность обсервованного места:

$$M = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\Delta n_1^2 + \Delta n_2^2}$$

7. Строят эллипс погрешностей (смотри рисунок 2.5):

а) от второй линии положения откладывают в острую часть угла θ угол φ и проводят линию, соответствующую направлению большой оси эллипса;

б) по этому направлению в обе стороны от обсервованной точки откладывается значение большой полуоси a , в перпендикулярном направлении — значение малой полуоси эллипса погрешностей b ;

в) через концы отложенных полуосей проводится эллипс погрешностей.

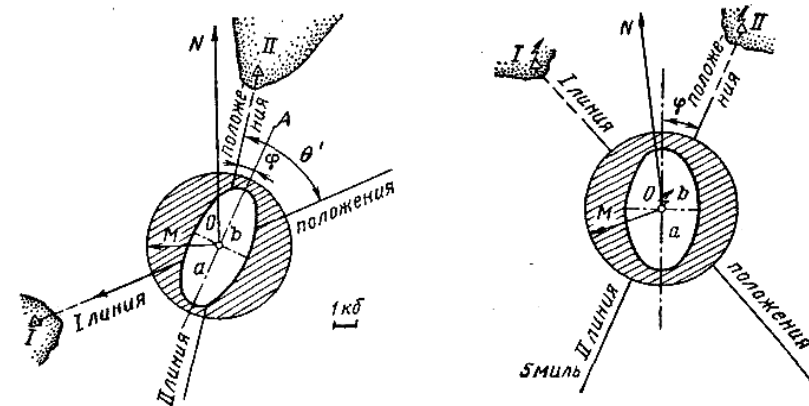


Рисунок 2.5 — Эллипс погрешностей

Отчет по ЛР, выполняется на форматном листе А-4 и сдается на проверку преподавателю.

ЛР № 11 — Оценка точности определения места судна. Построение эллипса погрешностей

Целевая установка

Проверить навыки студентов в проведении расчетов РСКП и знании методики построения эллипса погрешностей.

Отрабатываемые вопросы

1. Расчет РСКП.
2. Построение эллипса погрешностей.

ЛР выполняется по вариантам, указанным в задании, на форматном листе А-4 (или миллиметровой кальке).

Расчет РСКП производится по формулам, приведенным в лекциях.

Порядок расчета и построения эллипса погрешностей:

1. Рассчитывают смещение линий положения по формулам:

$$\Delta n_1 = \frac{m_1}{g_1} \quad \Delta n_2 = \frac{m_2}{g_2}$$

($g=57,3^\circ/D$ при измерении пеленгов, $g=1$ при измерении расстояний)

2. Рассчитывают угол пересечения линий положения θ (всегда менее 90°).

3. Рассчитывают сумму и разность полуосей эллипса погрешностей

$$a + b = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\Delta n_1^2 + \Delta n_2^2 + 2\Delta n_1 \Delta n_2 \sin \theta}$$

$$a - b = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{\Delta n_1^2 + \Delta n_2^2 - 2\Delta n_1 \Delta n_2 \sin \theta}$$

4. Рассчитывают полуоси эллипса погрешностей:

$$a = \frac{(a+b) + (a-b)}{2}; \quad b = \frac{(a+b) - (a-b)}{2}$$

5. Рассчитывают угол ориентировки большой полуоси эллипса погрешностей относительно второй линии положения (более точной):

ЛР № 2 — Определение места судна с помощью навигационной РЛС

Целевая установка

Совершенствование навыков студентов в ведении навигационной прокладки с определением места судна с помощью навигационной РЛС.

Отрабатываемые вопросы

1. Опознавание побережья по вееру радиолокационных пеленгов и расстояний.
2. Определение места судна по опознанным радиолокационным ориентирам.
3. Определение сноса судна и абсолютной скорости хода.

В задании на ЛР включается вопрос определения сноса судна и абсолютной скорости хода, т.е. нанесение на карту наблюдательных мест судна, которые не принимаются для дальнейшего счисления или находятся под сомнением. Внимание студентов должно быть сосредоточено на приемах опознавания побережья и определения места по опознанным радиолокационным ориентирам. Измеренные радиолокационные пеленги $P/ЛП$ исправляются: поправкой $\Delta P/ЛП$, учитывающей поправку системы курсоуказания, инструментальную поправку и поправку за наклон антенны РЛС. Радиолокационные расстояния исправляются поправкой ΔD_r . Для определения места по разнородным навигационным параметрам наиболее часто применяют способ обсервации по пеленгу и расстоянию до ориентира (см. рисунок 2.1).

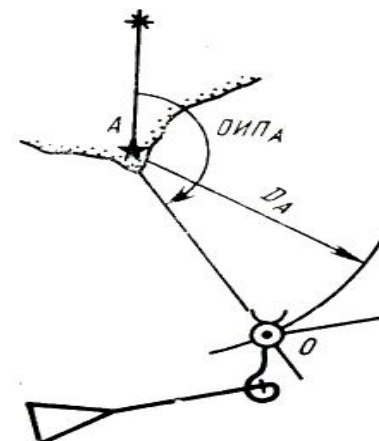


Рисунок 2.1 — Обсервация по пеленгу и расстоянию

Задание № 2.1: Рулевой правит по гирокомпасу, $\Delta ГК = + 2,0^\circ$; скорость хода 12 узлов, поправки лага — из рабочих таблиц штурмана. Диаметр циркуляции 6 кб. Поправка НРЛС $\Delta D_p = 0$.

Время	ОЛ	Содержание вводных
04.00	63,4	Курс по гирокомпасу $K_{ГК} = 68,0^\circ$. Измерили НРЛС: РЛП = $351,0^\circ$, $D_p = 165$ кб. на м. Пещерный. Ветер южный 6 м/с, море 2 балла, видимость пониженная. (РСКП=?)
04.30	69,0	м. Пещерный РЛП = $330,0^\circ$, м. Киик-Атлама РЛП= $30,2^\circ$ (Обсервация под сомнением)
05.00	74,6	м. Киик-Атлама РЛП = $21,0^\circ$, м. Меганом $D_p = 110$ кб.
05.02	75,0	По анализу невязок определили снос судна от течения (330-1,5 уз.). Легли на курс по гирокомпасу $K_{ГК} = ?$ с расчетом иметь путь прежний (70°), по путевому магнитному компасу $K_{МК} = ?$.
06.02	86,3	м. Киик-Атлама РЛП = $344,0^\circ$, $D_p = 153$ кб.

ЛР № 3 — Определение места судна способом крьюйс-пеленг

Целевая установка

Добиться умения студентов правильно выполнять расчеты и графические построения на карте при определении места судна крьюйс-способами.

Отрабатываемые вопросы

1. Счисление пути судна.
2. Определение места судна способом крьюйс-пеленга.

Суть способа заключается во вращении вектора плавания судна $S = V(T_2 - T_1)$ между линиями истинных пеленгов. По линии курса судна, проложенной на карте, от точки пересечения ее с линией первого пеленга откладывают пройденное судном расстояние S за время между взятием пеленгов (величину вектора плавания). Из полученной точки проводят линию, параллельную первому пеленгу, т. е. находят положение на карте приведенной первой линии положения. Точка пересечения приведенной линии первого пеленга с линией второго пеленга определит счислимо-обсервованное место судна.

По величине $2P_3 - 1 = 0,98$ из табл. 1-6 МТ- 75 выбирается $Z = 2,32$.

$$M_o \leq 1,4 D_{\perp} / 2,32 \leq 0,6 D_{\perp}.$$

Расчет интервалов между обсервациями при плавании в видимости ориентиров при интервалах счисления до 2-х часов (плавание в видимости ориентиров): $t_o \leq 1,4 \sqrt{M_o^2 - M_o^2} / K_c$; при интервале счисления более 2-х часов (плавание в открытом море): $t_o \leq (M_o^2 - M_o^2) / K_c^2$.

Дискретность обсерваций можно определить и по таблице стандарта точности судождения (ИМО).

Задание № 10.1: Рулевой правит по гирокомпасу $\Delta ГК = + 2,0^\circ$. скорость хода 18 узлов, поправки лага — из рабочих таблиц штурмана. Диаметр циркуляции 4 кб. Курс по гирокомпасу $K_{ГК} = 346,0^\circ$.

Время	ОЛ	Содержание вводных
08.25	18,0	Определили место судна по КНС $\phi_o = 44^\circ 06,8'N$, $\lambda_o = 33^\circ 40,5'E$.
08.40	22,5	М ^к Сарыч $14,2^\circ$ вершина горы Ай-Петри $46,2^\circ$. Рассчитать радиальную среднюю квадратическую погрешность обсервованного места ($m_n = 1,2^\circ$). Рассчитать допустимую погрешность места при проходе относительно рейдовой бочки с надежностью 95%. ($K_c = 1,2$ мили/час). Оценить надежность навигации ($M_{сч.} \leq M_{д.}$?).
?	?	Траверз бочки по левому борту.
09.00	28.5	М ^к Сарыч $45,0^\circ$ м. Сарыч $D_p = 6,7$ мили, $\Delta D_p = 0$ каб. Рассчитать радиальную среднюю квадратическую погрешность обсервованного места ($m_n = 1,0^\circ$, $m_D = 1,0\%$ от D_p). Определить дискретность обсерваций, если при проходе опасности $M_{д.} = 1$ миля.
?	?	Траверз бочек по правому борту. Легли на курс по гирокомпасу $K_{ГК} = 15,0^\circ$. Дали ход 9 узлов.

Задание № 9.1: Рулевой правит по гирокомпасу, $\Delta ГК = -1,0^\circ$. скорость хода 12 узлов, поправки лага — из рабочих таблиц штурмана. Диаметр циркуляции 4 кб. Курс по гирокомпасу $K_{гк} = 31,0^\circ$, по путевому магнитному компасу $K_{мк} = 25,0^\circ$.

Время	ОЛ	Содержание вводных
22.00	30,4	M^k Айтодорский $310,1^\circ$. M^k Гурзуф $354,5^\circ$. $m_n = 1,0^\circ$. (РСКП=?)
23.00	41,7	M^k Айтодорский $268,0^\circ$. M^k Рыбачий $8,0^\circ$. Определили место по двум пеленгам. Оценить невязку. ($m_n = 1,0^\circ$, $K_c = 1,0$ мили/час)
23.50	51,3	мыс Аюдаг РЛП= $256,0^\circ$, $D_p = 11,5$ мили, $\Delta D_p = -1$ кб. Рассчитать радиальную среднюю квадратическую погрешность обсервованного места ($m_D = 1,0\%$ от D_p , $m_n = 1,0^\circ$, $K_c = 1,0$ мили/час.). Оценить невязку.
24.00	53,2	Ветер южный 6 м/с, море 2 балла, видимость огней полная.
00.45	61,7	м. Рыбачий РЛП= $283,0^\circ$, $D_p = 7,0$ мили, $\Delta D_p = -1$ каб.

ЛР № 10 — Расчет навигационной безопасности прибрежного плавания

Целевая установка

Добиться умения анализировать точность места судна и рассчитывать дискретность обсерваций.

Отрабатываемые вопросы

1. Счисление пути судна.
2. Определение места судна по видимым береговым ориентирам.
3. Расчет дискретности обсерваций.
4. Расчет допустимой погрешности места судна.

Радиальная средняя квадратическая погрешность обсервованного места не должна превышать ее допустимой величины, т.е. $M_o \leq M_{до}$.

При оценке точности места по траверзному направлению относительно ближайшей навигационной опасности с вероятной надежностью 99 % расчет M_d сводится к следующему: погрешность места по траверзному направлению принимается равной $m_{\perp} = 0,7 M$

Допустимая РСКП рассчитывается по формуле $M_o \leq 1,4D_{\perp} / Z$.

Задание № 3.1: Рулевой правит по гирокомпасу, $\Delta ГК = -2,0^\circ$. скорость хода 14 узлов, поправка лага — из рабочих таблиц штурмана. Диаметр циркуляции - 6 кб. На 21.00 счислимое место; $\varphi_c = 44^\circ 05,0'N$, $\lambda_c = 34^\circ 19,1'E$.

Время	ОЛ	Содержание вводных
21.00	86,4	Легли на курс по гирокомпасу $K_{гк} = 297,0^\circ$, по магнитному компасу $K_{мк} = ?$ M^k Айтодорский $342,1^\circ$.
21.51	97,9	M^k Айтодорский $13,2^\circ$. Определили место по крюйс-пеленгу. (РСКП=?)
22.11	102,4	Мыс Опасный $D_p = 121$ кб., $\Delta D_p = +0,5$ кб. (КП= 23°).
22.35	7,7	Мыс Николая $D_p = 79,5$ кб., $\Delta D_p = +0,5$ кб. Определили место по двум разновременно измененным дистанциям.
22.45	9,9	Начали поворот вправо. Руль П-15°.
22.47	10,3	Окончили поворот. Легли на курс по гирокомпасу $K_{гк} = 2,0^\circ$, по путевому магнитному компасу $K_{мк} = ?$ Дали ход 12 узлов.
23.12	15,0	Дали стоп. Погасили инерцию. Легли в дрейф. Ветер SW.

Задание № 3.2 Рулевой правит по гирокомпасу, $\Delta ГК = +2,0^\circ$, скорость хода 18 узлов, поправки лага — из рабочих таблиц штурмана. Диаметр циркуляции 6 кб. На 10.00 счислимое место: $\varphi_c = 44^\circ 40,5'N$, $\lambda_c = 34^\circ 56,5'E$.

Время	ОЛ	Содержание вводных
10.00	79,5	Легли на курс по гирокомпасу $K_{гк} = 215,0^\circ$, по магнитному компасу $K_{мк} = ?$ Вершина горы Тай-Коба $295,0^\circ$.
10.40	91,5	Вершина горы Тай-Коба $330,0^\circ$. Определили место по крюйс-пеленгу. Дали ход 12 узлов. (РСКП=?)
10.55	94,3	Дали ход 8 узлов. Путь прежний. (ГКК=?) Начали учитывать постоянное течение $330^\circ - 1,5$ узла. Вершина горы Медведь $282,0^\circ$.
12.00	?	Ветер $160^\circ - 5$ м/с, море 1 балл, видимость 6 миль, облачность 5 баллов.
12.20	105,0	Вершина горы Медведь $320,0^\circ$. Определили место по крюйс-пеленгу. (РСКП=?)

ЛР № 4 — Определение места судна по визуальным пеленгам и горизонтальным углам

Целевая установка

Совершенствовать навыки студентов в ведении навигационной прокладки с определением места по визуальным пеленгам и горизонтальным углам.

Отрабатываемые вопросы

1. Счисление пути судна.
2. Определение места по визуальным пеленгам и горизонтальным углам.

Горизонтальные углы измеряются, как правило, между тремя ориентирами, средний из которых является общим для обоих углов. Однако можно определить место и по двум независимым парам ориентиров, т. е. по двум несмежным горизонтальным углам.

Обсервованное место на карте может быть получено путем прокладки измеренных горизонтальных углов с помощью протрактора или листа прозрачной бумаги (кальки).

При использовании листа прозрачной бумаги (кальки) построение измеренных горизонтальных углов производится с помощью транспортира — от средней линии. Точность такого построения на порядок ниже ($0,2^\circ$), чем при использовании протрактора.

Перемещением по карте калька переводится в такое положение, при котором все три линии проходят через соответствующие ориентиры. Прокол точки О на карте определяет обсервованное место судна (смотри рисунок 2.2).

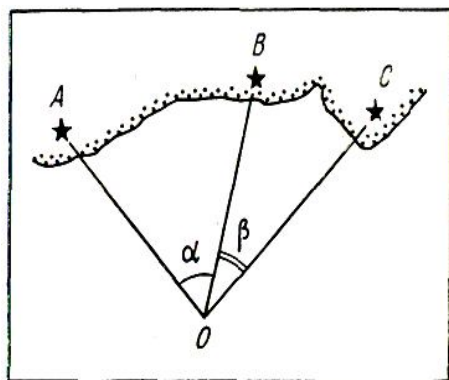


Рисунок 2.2 — Обсервация по горизонтальным углам

ЛР № 9 — Оценка точности места судна. Анализ невязки

Целевая установка

Проверить умение студентов производить расчет радиальных среднеквадратических погрешностей определения места судна и производить анализ полученных невязок.

Проверяемые вопросы

1. Счисление пути судна.
2. Расчет радиальных среднеквадратических погрешностей определения места судна.
3. Анализ невязок.

Расчет радиальных среднеквадратических погрешностей определения места судна производится по формулам для указанных способов в задании.

Анализ невязки — сводится к оценке ее величины относительно допустимого предела и к выявлению причин появления (промах, не учет течения, большие случайные погрешности).

Принимается, что невязка не вышла за допустимую норму, если

$$C \leq R \sqrt{M_0^2 + M_{сч}^2}.$$

При $C > 1,7 \sqrt{M_0^2 + M_{сч}^2}$ судоводитель обязан доложить капитану и выяснить причину невязки.

Для выяснения вопроса (при стабильной работе ТСН) является ли причиной невязки погрешность счисления или таковой являются погрешности обсерваций необходимо рассчитать

$$M_o = 2,15 \sqrt{M_{исх}^2 + M_o^2}$$

Если $C \leq M_o$, то вероятной причиной, выходящей за допустимый предел величины невязки, являются погрешности исходной и данной обсерваций.

Если $C > M_o$, то вероятной причиной может быть наличие неучтенного сноса или промах в прокладке.

ЛР выполняется на карте №32104 с выполнением расчетов на форматном листе А-4, которые сдаются на проверку преподавателю.

Задание № 8.1: Рулевой правит по гирокомпасу, $\Delta ГК = -2,0^\circ$, скорость хода 12узлов, поправка лага — из рабочих таблиц штурмана. Диаметр циркуляции 6 кб.

Время	ОЛ	Содержание вводных
20.05	10,4	Начали учитывать дрейф от ветра $220^\circ - 15\text{м/с}$. Легли на курс по гирокомпасу ($K_{ГК} = ?$) с расчетом иметь путь $135,0^\circ$. M^k Херсонесский $10,0^\circ$, M^k Сарыч $79,5^\circ$, св. зн. Каябаши $46,0^\circ$
21.25	25,5	M^k Сарыч $28,0^\circ$. Определили место по крьюс-пеленгу.
21.40	28,3	Легли на курс по гирокомпасу $K_{ГК} = 98,0^\circ$, по магнитному компасу $K_{МК} = 88,7^\circ$. Определили $\Delta МК$. Прекратили учитывать дрейф.
22.15	34,8	М. Айя РЛП= $343,0^\circ$, $D_p = 206$ кб. (РСКП=?)
22.31	37,7	Начали поворот влево. Руль Л- 15° .
22.33	38,1	Окончили поворот. Начали учитывать постоянное течение $140^\circ - 1,8$ узла. Легли на курс по гирокомпасу с расчетом иметь путь $14,0^\circ$.
23.33	49,4	Определили истинную скорость судна. Легли на курс по гирокомпасу ($K_{ГК} = ?$), по магнитному компасу ($K_{МК} = ?$) с расчетом иметь путь $340,0^\circ$. Прекратили учет течения.

Задание № 8.2: $\Delta ГК = +2,0^\circ$. скорость хода 18узлов. Диаметр циркуляции 4 кб.

Время	ОЛ	Содержание вводных
00.20	31,2	M^k Айтодорский $280,0^\circ$, св. зн. Гурзуф $325,0^\circ$. Легли на курс по гирокомпасу $K_{ГК} = 210,0^\circ$, по магнитному компасу $K_{МК} = ?$ (РСКП=?)
00.40	37,2	M^k Айтодорский $311,0^\circ$, м. Аюдаг $D_p = 181$ кб. (РСКП=?) Снизил ход до 8 узлов.
01.30	43,5	Начали поворот вправо. Руль П- 15° .
01.34	44,2	Окончили поворот. Легли на курс по гирокомпасу $K_{ГК} = 345,0^\circ$, по путевому магнитному компасу $K_{МК} = ?$ Дали ход 12 узлов.
02.19	52,7	св. зн. Гурзуф $8,0^\circ$, M^k Айтодорский $328,0^\circ$, св. зн. Оползневое $295,0^\circ$ (РСКП=?)
02.38	56,5	Начали поворот влево. Руль Л- 15° .
02.40	56,9	Окончили поворот. Легли на курс по гирокомпасу $K_{ГК} = ?$ с расчетом иметь путь $270,0^\circ$.

Следует иметь в виду, что при определении места по горизонтальным углам может возникнуть такая ситуация, при которой однозначно определить место невозможно, — случай неопределенности.

Поэтому сумма измеренных углов и угла при среднем ориентире, равная $\alpha + \beta + B = 180^\circ$ является признаком неопределенности.

Задание № 4.1: Рулевой правит по гирокомпасу, $\Delta ГК = +2,0^\circ$, скорость хода 14узлов, поправки лага — из рабочих таблиц штурмана. Диаметр циркуляции 6 кб.

Время	ОЛ	Содержание вводных
13.24	34,0	Св. зн. Кызыл-Яр $80,0^\circ$; св. зн. Лукулл $134,0^\circ$. Курс по гирокомпасу $K_{ГК} = 157,0^\circ$. (РСКП=?)
14.04	42,8	Св. зн. Любимовка $41^\circ 06.2'$ – св.зн. Лукул $77^\circ 08.4'$ – св. зн. Кызыл-Яр, $i+s = -3,1'$. Определили место по двум горизонтальным углам.
14.13	45,7	Начали поворот вправо. Руль П- 15° .
14.15	46,0	Окончили поворот. Легли на курс по гирокомпасу $K_{ГК} = 215,0^\circ$, по путевому магнитному компасу $K_{МК} = ?$
14.39	51,4	M^k Херсонес $76^\circ 02.2'$ – св.зн. Любимовка $47^\circ 30.4'$ – св. зн. Лукул, $i+s = -3,1'$. Определили место по двум горизонтальным углам. Легли на курс к подходу бую для входа в п. Севастополь. (ГКК= 220°)
15.07	57,2	Начали поворот влево для выхода на Инкерманские створы. Руль Л-5. (Дц=14 каб)
15.13	58,5	Окончили поворот. Легли на Инкерманские створы, курс по гирокомпасу $ГКК=93,5^\circ$. Определили поправку гирокомпаса.
15.22	60,5	м. Херсонес $324,0^\circ$. $D_p = 35$ кб. Перешли на карту № 38120.

ЛР № 5 — Определение места судна по пеленгу и вертикальному углу

Целевая установка

Совершенствовать навыки студентов в ведении навигационной прокладки с определением места по пеленгу и вертикальному углу.

Отрабатываемые вопросы

1. Счисление пути судна с учетом сноса.
2. Расчет расстояния до ориентира по вертикальному углу и известной высоте ориентира.
3. Определение места судна по пеленгу и косвенно определенному расстоянию.

Описание способа косвенного определения расстояния по измеренному вертикальному углу приведено ниже. При небольших расстояниях (в пределах дальности видимого горизонта) задача определения расстояния до ориентира решается измерением вертикального угла между вершиной ориентира и урезом воды у береговой черты — β (смотри рисунок 2.3). Для определения расстояния по измеренному вертикальному углу можно воспользоваться табл. 29 МТ-75. Входом в таблицу является $(h - e)$ — разность между высотой предмета и глазом наблюдателя и исправленный вертикальный угол β . Вдоль истинного пеленга откладывается найденное расстояние и определяется обсервованное место судна.

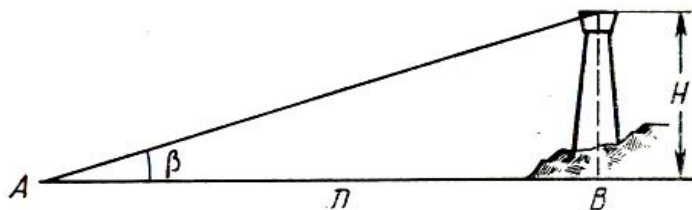


Рисунок 2.3 — Обсервация по вертикальному углу

Если высота ориентира H над уровнем моря известна, то, пренебрегая высотой глаза наблюдателя, находящегося в точке A , по углу β можно рассчитать расстояние $D=AB$ до ориентира по формуле:

$$D = \frac{13}{7} \cdot \frac{H}{\beta'} = 1,86 \frac{H}{\beta'}$$

Общая оценка выводится как среднее арифметическое оценок за выполнение вводных:

отлично — 4,5 и выше;

хорошо — $3,5 \div 4,4$;

удовлетворительно — $2,8 \div 3,4$.

Общая оценка не может быть хорошей, если неудовлетворительно оценен хотя бы один из элементов навигационной прокладки.

Общая оценка не может быть отличной, если хотя бы один из элементов навигационной прокладки оценен удовлетворительно.

Неудовлетворительно оцененные работы выполняются студентам повторно в полном объеме во внеаудиторное время.

ЛР № 8 — Определение места судна комбинированными способами

Целевая установка

Совершенствовать навыки студентов в ведении навигационной прокладки с определением места комбинированными способами.

Отрабатываемые вопросы

1. Счисление пути судна с учетом течения (обратная задача).
2. Счисление пути судна с учетом дрейфа (прямая задача).
3. Определение места судна комбинированными способами:
 - по пеленгу и горизонтальному углу;
 - по двум пеленгам и расстоянию;
 - по створу ориентиров и пеленгу.

Сущность способа определения места по пеленгу и горизонтальному углу заключается в повышении точности определения места судна за счет измерения горизонтального угла.

Определения места по двум пеленгам и расстоянию повышает точность обсервованного места за счет измерения дистанции.

Определение места по створу ориентиров и пеленгу повышает точность обсервованного места за счет измерения истинного пеленга створа.

ЛР № 7 — Определение места судна по видимым береговым ориентирам (контрольная работа)

Целевая установка

Проверить умение студентов вести исполнительную навигационную прокладку с определением места по видимым береговым ориентирам.

Проверяемые вопросы

1. Счисление пути судна.
2. Определение места судна по видимым береговым ориентирам.
3. Оформление записей в судовом журнале.

Контрольная работа выполняется по вариантам, которые должны быть идентичными. Проверка выполнения ЛР производится сравнением с контрольной калькой, с учетом нормативов, указанных в таблице №1. Оценки выставляются в журнал учета успеваемости.

Таблица 7.1 — Нормативы по точности выполнения студентами навигационной прокладки.

Наименование норматива	Оценки		
	отл.	хор.	удовл.
Погрешность в расчете пути, град.	0,5	0,7	1,0
Погрешность в расчете пройденного расстояния, % от S .	0,4	0,6	1,0
Погрешность в расчете счислимого места, % от S .	1,0	1,2	2,0
Погрешность в определении координат места судна, мили:			
- по визуальным пеленгам	0,3	0,4	0,5
- по радиолокационным расстояниям	0,2	0,3	0,4
- комбинированным способом	0,3	0,4	0,5

При оценке работы учитывается не только выполнение нормативов по времени и по точности, но и аккуратность графических построений и надписей на карте, правильность и полнота записей в судовом журнале.

За невыполнение этих требований общая оценка снижается не менее чем на один балл.

Задание №5.1: Рулевой правит по гирокомпасу, $\Delta ГК = +1,0^\circ$. скорость хода 18 узлов, Диаметр циркуляции 6 кб., высота глаза наблюдателя 7м. На 06.00 счислимое место: $\varphi_c = 44^\circ 14,2'N$, $\lambda_c = 35^\circ 00'E$. Курс по гирокомпасу $K_{ГК} = 281,0^\circ$.

Время	ОЛ	Содержание вводных
06.10	93,2	Измерили вертикальный угол между видимым горизонтом и вершиной горы Чатырдаг: $OC = 0^\circ 55,2'$, $i+s = -0,2'$. Компасный пеленг на вершину горы $317,0^\circ$. Определили место по пеленгу и вертикальному углу. Начали учитывать постоянное течение $170^\circ - 2,0$ узлов. Данные о течении из атласа. Легли на курс по гирокомпасу с расчетом иметь путь $282,0^\circ$
07.00	108,3	Створ $M^{ка}$ Айтодорского и вершины горы Ай-Петри $291,0^\circ$, $KП=292\ 0^\circ$, мыс Аюдаг $D_p = 182$ кб., $\Delta D_p = -1$ кб. Определили поправку гирокомпаса. Прекратили учитывать течение. Легли на курс по гирокомпасу $K_{ГК} = 280,0^\circ$.
07.20	114,3	Измерили вертикальный угол между видимым горизонтом и вершиной горы Ай-Петри: $OC = 1^\circ 50,2'$, $i+s = -0,2'$. Компасный пеленг на вершину горы $295,0^\circ$. Определили место по пеленгу и вертикальному углу.

Задание № 5.2: Рулевой правит по гирокомпасу, $\Delta ГК = -2,0^\circ$. скорость хода 18узлов. Диаметр циркуляции 6 кб., высота глаза наблюдателя – 13 м. На 10.00 счислимое место: $\varphi_c = 44^\circ 14,5'N$, $\lambda_c = 34^\circ 30,0'E$.

Время	ОЛ	Содержание вводных
10.00	40,0	Курс по гирокомпасу $K_{ГК} = 92,0^\circ$.
10.16	44,8	Вершина горы Ай-Петри $298,0^\circ$. Вертикальный угол между видимым горизонтом и вершиной горы: $OC = 1^\circ 10,2'$, $i+s = -0,2'$. Определили место по пеленгу и вертикальному углу. Легли на курс по гирокомпасу $K_{ГК} = 60,0^\circ$.
10.46	53,8	Вершина горы Тай-Коба $337,0^\circ$. Вертикальный угол между видимым горизонтом и вершиной горы: $OC = 0^\circ 55,2'$, $i+s = -0,2'$. Определили место по пеленгу и вертикальному углу.
11.16	62,8	Вершина горы Чатырдаг $302,0^\circ$. Вертикальный угол между видимым горизонтом и вершиной горы: $OC = 1^\circ 00,2'$, $i+s = -0,2'$. Определили место по пеленгу и вертикальному углу.

ЛР № 6 — Определение места судна по радиомаякам

Целевая установка

Добиться умения студентов производить расчеты по определению локсодромических направлений и приведению линий положения к одному моменту времени.

Отрабатываемые вопросы

1. Счисление пути судна.
2. Прокладка линий положения на карте и определение обсервованного места по радиопеленгам.

На навигационных картах откладываются локсодромические направления. При снятии отсчета радиокурсового угла на радиомаяк $\text{Лок.РП} = \text{ОРКУ} + f + \text{ГК} + \psi$; при снятии отсчета радиопеленга на радиомаяк $\text{Лок.РП} = \text{ОРП} + f + \text{ГК} + \psi$; где ψ - ортодромическая поправка, в заданиях принимается равной нулю.

Все радиомаяки, кроме того, который пеленговался последним, смещаются на величину $S_i = V(T_n - T_i) = K_i \{ \text{ол}_n - \text{ол}_i \}$, где i — номер радиомаяка (в порядке очередности пеленгования); T — моменты пеленгования. Величины S_i откладываются от соответствующих i -х радиомаяков по направлению пути судна и из полученных точек A' , B' и т. д. проводятся линии радиопеленгов Лок.РП₁ (смотри рисунок 2.4)

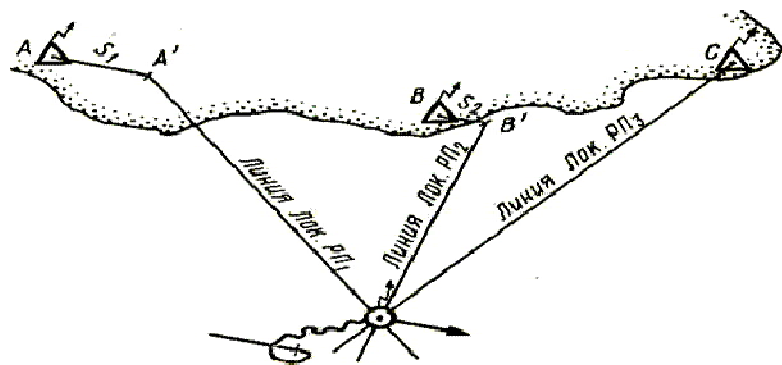


Рисунок 2.4 — Обсервация по радиомаякам

Ортодромическая поправка ψ выбирается из табл. 23-а МТ-75. Знак ортодромической поправки определяется исходя из знаков $\Delta\lambda = \lambda_p - \lambda$ и фср : если $\Delta\lambda$ и фср одновременно положительные или отрицательные, то ортодромическая поправка положительная, если знаки ве-

личин $\Delta\lambda$ и фср разные, то ортодромическая поправка отрицательная. Из этого следует, что в северном полушарии (фср имеет знак «плюс») все $\text{Орт. РП} < 180^\circ$ исправляются положительной поправкой ψ , а все $\text{Орт. РП} > 180^\circ$ исправляются отрицательной поправкой ψ . В южном полушарии фср имеет знак «минус» и поэтому при $\text{Орт. РП} > 180^\circ$ ψ отрицательная, а при $\text{Орт. РП} < 180^\circ$ значение ψ положительное.

Задание № 6.1: Рулевой правит по гирокомпасу, $\Delta\text{ГК} = -2.0^\circ$, полный ход 18 узлов, поправка лага и радиодевияция — из рабочих таблиц штурмана, диаметр циркуляции 6 каб.

Время	ОЛ	Содержание вводных
09.00	49,0	Определили место по КНС. $\varphi = 43^\circ 57,5\text{N}$, $\lambda = 34^\circ 02,0\text{E}$. Легли на курс по гирокомпасу $\text{ГКК} = 272^\circ, 0$. Следуем в тумане. РЛС неисправна.
09.25	56,5	Р М ^к Айтодор $\text{ОРП} = 22^\circ, 0$; $\text{ОРКУ} = 110^\circ, 0$
09.30	58,0	Р М ^к Херсонес $\text{ОРП} = 327^\circ, 0$; $\text{ОРКУ} = 55^\circ, 0$. Определили место судна по радиопеленгам. Дали ход 24 узла.
09.55	68,2	Р М ^к Херсонес $\text{ОРКУ} = 70^\circ, 0$ ($\text{КК} = 267^\circ, 3$)
10.00	70,3	Р М ^к Сарыч $\text{ОРКУ} = 100^\circ, 0$ ($\text{КК} = 271^\circ, 7$)
10.05	72,4	Р М ^к Айтодор $\text{ОРКУ} = 130^\circ, 0$ ($\text{КК} = 276^\circ, 0$) Определили место судна по радиопеленгам.

Задание № 6.2: Рулевой правит по гирокомпасу, $\Delta\text{ГК} = +2.0^\circ$, полный ход 18 узлов, поправка лага и радиодевияция — из рабочих таблиц штурмана, диаметр циркуляции 6 каб.

Время	ОЛ	Содержание вводных
09.00	49,0	Определили место по КНС. $\varphi = 44^\circ 30,5\text{N}$; $\lambda = 35^\circ 32,0\text{E}$. Легли на курс по гирокомпасу $\text{ГКК} = 230^\circ, 0$. Следуем в тумане. РЛС неисправна.
09.25	56,5	Р М ^к Илья $\text{ОРП} = 0^\circ, 0$; $\text{ОРКУ} = 130^\circ, 0$
09.30	58,0	Р М ^к Рыбачий $\text{ОРП} = 300^\circ, 0$; $\text{ОРКУ} = 70^\circ, 0$. Определили место судна по радиопеленгам. Дали ход 24 узла.
09.55	68,2	Р М ^к Рыбачий $\text{ОРКУ} = 78^\circ, 0$ ($\text{КК} = 227^\circ, 5$)
10.00	70,3	Р М ^к Меганом $\text{ОРКУ} = 116^\circ, 0$ ($\text{КК} = 232^\circ, 5$)
10.05	72,4	Р М ^к Илья $\text{ОРКУ} = 140^\circ, 0$ ($\text{КК} = 236^\circ, 0$). Определили место судна по радиопеленгам.