



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
по дисциплине

«Навигация и лоция»
(часть 2 — Математические основы
решения задач судовождения)
для студентов 2-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:

В. В. Вознесенский, КДП, старший преподаватель кафедры СБС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мореходные таблицы (МТ-75). Л.: ГУНиО МО СССР, 1975.— 322 с.
2. Бирюков Н.В. Кораблевождение / Н.В. Бирюков, Л. С. Денисов, Я.Л. Ковалев. — М.: Воениздат, 1986. — 240 с.
3. Груздев Н.М. Морская навигация / Н.М. Груздев. — М.: Воениздат, 1992.— 468 с.
4. Лесков М.М. Навигация / М.М. Лесков. — М.: Транспорт 1986.— 360 с.
5. Ермолаев Г.Г. Основы морского судовождения / Г.Г. Ермолаев. — М.: Транспорт, 1988. — 146 с.
6. Баранов Ю.К. Навигация / Ю.К. Баранов, М.Н. Гаврюк, В.А. Логиновский. Учебник для вузов морского транспорта. — СПб, 1997.— 510 с.
7. Справочник судоводителя по навигационной безопасности мореплавания / В.Т. Кондрашихин, Б.В. Бердинских, А.С. Мальцев, Л.А. Козырь — Одеса: Маяк, 1990 — 168с.

Содержание

1. Общие рекомендации	4
2. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ	5
ЛР № 1 Расчет разности широт, разности долгот, координат пунктов прихода и пункта отхода	5
ЛР № 2 Расчёт дальности видимого горизонта и дальности видимости предметов в море	9
ЛР № 3 Расчёт девиации и поправки компаса	11
ЛР № 4 Расчёт направлений относительно истинного меридиана и диаметральной плоскости судна	15
ЛР № 5 Расчёт скорости хода, пройденного судном расстояния и времени плавания по счислению	19
ЛР № 6 Аналитическое счисление	21
Библиографический список	26

1. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

При выполнении лабораторных работ студенты пользуются конспектом лекций (обязательно) и рекомендованной литературой.

Лабораторные работы по темам 1 и 2 являются расчетными. Расчеты выполняются с помощью микрокалькуляторов с использованием таблиц и математических формул. Качественное проведение лабораторных работ обеспечивается тщательной подготовкой студентов к лабораторным работам и активной помощью преподавателей студентам на занятиях. Объем заданий на лабораторные работы определяется из расчета на сильных студентов. Вопросы, отрабатываемые на лабораторных работах, указаны в заданиях.

Проверка знаний студентов по темам 1 и 2 производится путем проверки выполнения домашней контрольной работы выполненной на отдельных листах формата А4. Оценивается каждая тема лабораторных работ. Ответы по решению вопросов домашней контрольной работы заполняются в бланке отчета.

Домашняя контрольная работа выполняется по вариантам (10 вариантов). Номер варианта выбирается по последней цифре зачетной книжки.

Задание № 6.2: Рассчитать плавание и постоянный курс, которым судно прошло из точки φ_1 и λ_1 в точку с координатами φ_2 и λ_2

Вариант	Точка отхода		Точка прихода	
	φ_1	λ_1	φ_2	λ_2
1, 6	31°29,6'N	012°59,6' E	30°08,5' S	11°06,3'E
2, 7	23°15,2N	035°58,7' E	25°07,5' N	38°48,2 E
3, 8	30°46,7 N	030°51,2' W	29°20,4' N	32°30,9W
4, 9	03°15,0N	179°21,8' W	01°07,3' S	178° 02,6 E
5, 0	20°10,0S	057°30,0' E	16°46,0' N	96° 10,0 E

Расчет плавания

РШ	194,8' к 5	lg	2,28959
К	114°54',0	lg sec K	0,37568
S	462',67		
S	462,7 мили	lg	2,66527

Вопросы для обсуждения:

1. Дайте определение ОТШ-отшествия.
2. Объясните правила определения наименования РШ и ОТШ.
3. Каким образом выбирают РШ и ОТШ из таб. 24 МТ-75 если S более 100 миль.

Задание № 6.1: Рассчитать координаты пункта прихода, если судно, выйдя из пункта с координатами φ_1 и λ_1 , прошло расстояние S, следуя постоянным ИК.

Вариант	φ_1	λ_1	S, мили	ИК, град	α , град
1	32°06,4'N	55°22,1'W	52,0	25,0	-
2	32° 17,3 N	45°12,4 W	321,0	40,0	-
3	44° 12,1 N	179° 07,0 E	199,5	97,0	-
4	1° 27,3 N	165° 54,7 E	275,0	215,5	-
5	72 ° 22,3 N	164°15,7 E	155,0	12,5	-
6	39° 03,2 S	105 ° 42,1 W	108,5	312,0	+3
7	49°10,2 S	16 ° 34,2 W	212,8	83,0	+7
8	12° 07,4 'S	3°24,3' W	246,0	112,0	+5
9	49° 52,6 'N	177°24,5'E	301,5	73,0 ⁰	-4
10	29° 03,2 S	95 ° 42,1 W	208,5	312,0	-2

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**ЛР № 1 — РАСЧЕТ РАЗНОСТИ ШИРОТ, РАЗНОСТИ ДОЛГОТ, КООРДИНАТ ПУНКТОВ ПРИХОДА И ПУНКТА ОТХОДА****Цель занятия**

Добиться умения правильно рассчитывать координаты места положения судна.

План проведения занятия

1. Расчет разности широт.
2. Расчет разности долгот.
3. Расчет координат пунктов прихода и пункта отхода.

Теоретические положения

Разность широт (РШ) — меньшая из дуг любого меридиана, заключенная между параллелями пунктов отхода и прихода, измеряется в пределах от 0 до 180° и имеет наименование к N, если северная широта увеличивается или южная широта уменьшается, и к S, если северная широта уменьшается или южная широта увеличивается. Если северной широте условно приписать знак плюс, а южной знак минус, то РШ и ее наименование определяются по формуле:

$$РШ = Ш_2 - Ш_1,$$

где $Ш_1$ — широта пункта отхода;
 $Ш_2$ — широта пункта прихода.

Разность долгот (РД) — меньшая из дуг экватора, заключенная между меридианами пунктов отхода и прихода измеряется в пределах от 0 до 180° и имеет наименование к E, если восточная долгота увеличивается или западная долгота уменьшается, и к W, если западная долгота увеличивается или восточная долгота уменьшается. Если восточной долготы условно приписать знак плюс, а западной — минус, то РД и ее наименование определяется по формуле:

$$РД = Д_2 - Д_1,$$

где $Д_1$ — долгота пункта отхода;
 $Д_2$ — долгота пункта прихода.

Разность долгот (как и сама долгота) не может быть больше 180° , так как представляет собой меньшую из дуг экватора. Однако при решении задач по формуле (2) величина РД (или долготы) может получиться более 180° . В этом случае полученный результат вычитают из 360° и измеряют наименование РД на обратное.

Пример 1.1

Пункт отхода А: $\text{Ш}_1 = 14^\circ 46', 0 \text{ N}$
Пункт прихода В: $\text{Ш}_2 = 57^\circ 18', 5 \text{ N}$

$\text{Ш}_2 = + 57^\circ 18', 5$
 $\text{Ш}_1 = + 14^\circ 46', 0$

Плавание АВ: $\text{РШ} = 42^\circ 32', 5 \text{ к N}$

$\text{РШ} = + 42^\circ 32', 5$

Пример 1.2

Пункт отхода С: $\text{Ш}_1 = 43^\circ 27', 8 \text{ S}$
Пункт прихода D: $\text{Ш}_2 = 23^\circ 17', 6 \text{ S}$

$\text{Ш}_2 = - 23^\circ 17', 6$
 $\text{Ш}_1 = - 43^\circ 27', 8$

Плавание CD: $\text{РШ} = 20^\circ 10', 2 \text{ к N}$

$\text{РШ} = + 20^\circ 10', 2$

Пример 1.3

Пункт отхода F: $\text{Ш}_1 = 25^\circ 49', 2 \text{ N}$
Пункт прихода K: $\text{Ш}_2 = 4^\circ 17', 5 \text{ S}$

$\text{Ш}_2 = - 04^\circ 17', 5$
 $\text{Ш}_1 = + 25^\circ 49', 2$

Плавание FK: $\text{РШ} = 30^\circ 06', 2 \text{ к S}$

$\text{РШ} = - 30^\circ 06', 2$

Пример 1.4

Пункт отхода А: $\text{Д}_1 = 18^\circ 14', 7 \text{ E}$
Пункт прихода В: $\text{Д}_2 = 42^\circ 56', 8 \text{ E}$

$\text{Д}_2 = + 42^\circ 56', 8$
 $\text{Д}_1 = + 18^\circ 14', 7$

Плавание АВ: $\text{РД} = \text{А'В'} = 24^\circ 42', 1 \text{ к E}$

$\text{РД} = + 24^\circ 42', 1$

Пример 1.5

Пункт отхода С: $\text{Д}_1 = 117^\circ 20', 5 \text{ W}$
Пункт прихода D: $\text{Д}_2 = 93^\circ 17', 4 \text{ W}$

$\text{Д}_2 = - 93^\circ 17', 4$
 $\text{Д}_1 = - 117^\circ 20', 5$

Плавание CD: $\text{РД} = \text{C'D'} = 24^\circ 03', 1 \text{ к E}$

$\text{РД} = + 24^\circ 03', 1$

Пример 1.6

Пункт отхода М: $\text{Д}_1 = 173^\circ 46', 2 \text{ W}$
Пункт прихода L: $\text{Д}_2 = 167^\circ 03', 1 \text{ E}$

$\text{Д}_2 = + 167^\circ 03', 1$
 $\text{Д}_1 = - 173^\circ 46', 2$

Плавание ML: $\text{РД} = \text{M'L'} = + 340^\circ 49', 3$
т.е $\text{РД} = - 19^\circ 10', 7 \text{ к W}$

$\text{РД} = + 340^\circ 49', 3$

5. $\text{РД} = \text{ОТШ} \sec \varphi_m$.

6. $\lambda_2 = \lambda_1 + \text{РД}$.

Расчет курса и плавания между двумя точками, координаты которых известны:

1. Рассчитывают РД, РШ и РМЧ по формулам:

$\text{РД} = (\lambda_2 - \lambda_1)'$; $\text{РШ} = (\varphi_2 - \varphi_1)'$; $\text{РМЧ} = \text{МЧ}_2 - \text{МЧ}_1$ причем МЧ_1 выбирают по φ_1 , МЧ_2 — по φ_2 из табл. 26 МТ-75.

Рассчитанные РД и РШ необходимо перевести в минуты. РМЧ выражена в экваториальных минутах (милях) и всегда одного наименования с РШ.

2. Постоянный курс судна рассчитывают по формуле $\text{tgИК} = (\lambda_2 - \lambda_1) / \text{РМЧ}$.

Курс получают в четвертном счете, и для его перевода в круговой счет необходимо помнить, что первая буква четверти соответствует наименованию РШ, вторая буква — наименованию РД.

3. Расчет плавания: $S = \text{РШ} \sec \text{ИК}$.

Пример № 6.1: Судно должно перейти из точки с координатами $\varphi_1 = 20^\circ 14', 6 \text{ S}$, $\lambda_1 = 5^\circ 22', 7 \text{ W}$ в точку с координатами $\varphi_2 = 23^\circ 29', 4 \text{ S}$, $\lambda_2 = 2^\circ 06', 9 \text{ E}$. Рассчитать постоянный курс и расстояние между этими точками.

Решение: Расчет РД, РШ и РМЧ

λ_2	$02^\circ 06', 9 \text{ E}$	φ_2	$23^\circ 29', 4 \text{ S}$	МЧ_2	$1441', 4$
φ_1	$05^\circ 22', 7 \text{ W}$	φ_1	$20^\circ 14', 6 \text{ S}$	МЧ_1	$1232', 7$
$\lambda_2 - \lambda_1$	$07^\circ 29', 6 \text{ к E}$	РШ	$3^\circ 14', 8 \text{ к S}$	РМЧ	$208', 7 \text{ к S}$
$\lambda_2 - \lambda_1$	$449,6' \text{ к E}$	РШ	$194', 8 \text{ к S}$		

Расчет курса

РД_1	$449', 6 \text{ к E}$	$\lg$	$2,65283$
РМЧ	$208', 7 \text{ к S}$	$\lg$	$2,31952$
К	$65^\circ 06', 0 \text{ SE}$	$\lg \text{tg K}$	$0,33331$
К	$114^\circ 54' \approx 114^\circ, 9$		

Теоретические положения

Формулы письменного счисления: $PШ = S \cos K$;
 $ОТШ = S \sin K$;
 $РД = ОТШ \sec \varphi_t$.

Рассчитанные по ним таблицы служат для решения следующих задач.

Расчет координат пункта прихода по известным координатам пункта отхода, по курсу и плаванию:

1. РШ и ОТШ выбирают из табл. 24 МТ-75 по аргументам ИК и S. РШ и ОТШ из таблицы выбирают с точностью до 0,01' и округляют до 0,1' при расчете координат.

Если S более 100 миль, то его значение разделяют на несколько слагаемых, равных или менее 100 миль каждое, для которых и выбирают из таблицы РШ и ОТШ; затем находят суммарное значение РШ и ОТШ.

При учете дрейфа вместо ИК аргументом для входа в таблицу служит $ПУ_a$.

Целое число градусов, ближайшее большее или меньшее, а затем интерполируют на искомое значение.

Наименование РШ и ОТШ определяют по наименованию четверти, в которой лежит ИК ($ПУ_a$), причем первая буква соответствует наименованию РШ, вторая — наименованию ОТШ.

2. Рассчитывают среднюю широту:

$\varphi_t = \varphi_1 + РШ/2$ Расчет ведут с точностью до 0,1°.

3. РД выбирают из табл. 25 МТ-75 по аргументам φ_t и ОТШ.

При выборе РД по ОТШ последнее разбивают на части, кратные целым числам, имеющимся в таблице, а полученную по частям РД затем суммируют. РД всегда одного наименования с ОТШ.

4. Координаты пункта прихода рассчитывают по формулам:

$$\varphi_t = \varphi_1 + РШ;$$

$$\lambda_t = \lambda_1 + РД.$$

Примечание, если вторым действием рассчитать широту пункта прихода, то φ_{t0} может быть рассчитана по формуле $\varphi_t = (\varphi_1 + \varphi_2)/2$.

Расчет координат пункта прихода по формулам:

1. $РШ = S \cos K$ (ответ в минутах перевести в градусы).

2. $ОТШ = S \sin K$ (ответ в минутах).

3. $\varphi_2 = \varphi_1 + РШ$.

4. $\varphi_m = \varphi_1 + РШ/2$.

Пример 1.7

Решение примера выполнять по формулам и с помощью чертежа (смотри рисунок 1.1).

$Ш_1 = 43^\circ 05,0'N$	$Ш_2 = 60^\circ 39,0'S$
$Д_1 = 131^\circ 55,0'E$	$Д_2 = 45^\circ 12,0'W$
$РШ = ?$	$РД = ?$
$РШ = Ш_2 - Ш_1$	$РД = Д_2 - Д_1$
$Ш_2 = -60^\circ 39,0'$	$Д_2 = -45^\circ 12,0'$
$Ш_1 = +43^\circ 05,0'$	$Д_1 = 131^\circ 55,0'$

$РШ = -103^\circ 44,0'$	$РД = -177^\circ 07,0'$
$РШ = 103^\circ 44,0' \text{ к S}$	$РД = 177^\circ 07,0' \text{ к W}$

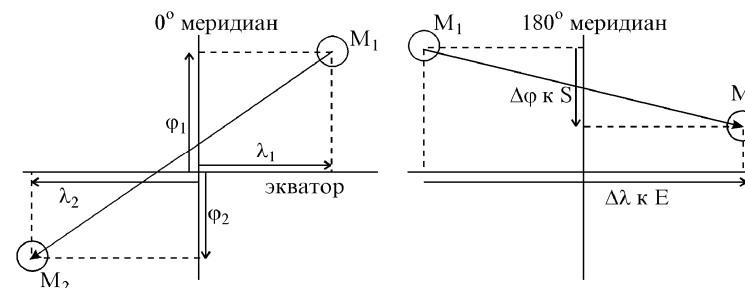


Рисунок 1.1 — Расчет РШ и РД

Вопросы для обсуждения:

1. В каких случаях РШ имеет наименование к N (к S).
2. Что необходимо сделать, если при расчетах РД получается результат более 180°.
3. Изменяется ли наименование широты при пересечении экватора.

Задание №1.1 — Определить значения и наименования РШ и РД

№ вар.	Ш ₁	Д ₁	Ш ₁	Д ₁
1	20°05,0'N	018°00,0'W	50°05,0'N	005°00,0'W
2	00°30,0'S	075°00,0'E	45°45,0'S	105°30,0'E
3	60°00,0'N	172°30,0'E	50°00,0'N	172°30,0'W
4	45°30,0'S	150°00,0'W	70°45,0'S	172°30,0'E
5	65°00,0'N	037°30,0'W	60°00,0'S	022°30,0'E
6	80°00,0'N	105°00,0'E	70°00,0'N	179°00,0'W
7	45°00,0'N	050°00,0'E	37°20,0'N	052°50,0'E
8	00°30,5'N	135°00,0'E	45°41,0'N	165°05,0'W
9	55°10,0'S	165°30,0'E	15°15,0'N	052°30,0'E
10	22°30,0'N	82°30,0'W	50°35,0'N	005°00,0'W

Задание № 1.2 — Определить координаты пункта прихода, если известны координаты пункта отхода и сделанная судном разность широт (РШ) и разность долгот (РД).

№ вар	Ш ₁	Д ₁	РШ	РД
1	50°35,0'N	005°00,0'W	28°05,0' к S	77°30,0' к W
2	60°00,0'S	165°00,0'E	100°0,0' к N	30°00,0' к E
3	15°15,0'N	052°30,0'E	70°25,0' к S	113°00,0' к E
4	45°30,0'N	165°55,0'W	40°30,0' к S	25°05,0' к W
5	50°05,0'S	005°00,0'E	30°00,0' к N	13°00,0' к W
6	60°00,0'S	067°30,0'W	65°00,0' к N	75°00,0' к E
7	40°00,0'S	075°00,0'W	75°00,0' к N	145°00,0' к W
8	45°10,0'N	138°15,0'E	14°05,0' к N	12°05,0' к E
9	30°06,0'N	175°00,0'E	30°44,0' к N	34°55,0' к E
10	70°30,0'S	165°00,0'W	19°30,0' к N	55°00,0' к W

Задание № 5.1: Определить поправку и коэффициент лага, рассчитать пройденное судном расстояние, рассчитать отсчет лага на заданное время, рассчитать время прихода судна в заданную точку.

№ задачи	№ варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	$\Delta L = ? K_L = ?$									
S	20.3	19.0	21.4	20.1	15.3	14.0	11.5	10.2	5.3	14.9
РОЛ	19.0	20.3	20.1	21.4	14.0	15.3	10.2	11.5	4.9	15.9
2	$S = ?$									
ОЛ ₁	11.5	24.0	18.1	14.2	35.4	57.6	8.1	13.5	16.0	89.0
ОЛ ₂	17.6	30.2	29.2	17.8	48.6	68.9	9.2	28.7	21.2	99.1
ΔL	-5	+6	0	-4	-3	+7	+8	-6	-5	+4
3	$ОЛ_2 = ?$									
T ₁	11.43	11.38	12.20	12.15	19.19	12.00	23.38	00.20	00.15	7.19
T ₂	12.00	12.00	13.00	12.40	20.00	12.24	24.00	01.00	00.40	8.00
ОЛ ₁	11.4	50.6	58.8	31.7	35.3	35.8	50.6	58.8	31.7	35.3
ΔL	0.0	+6.0	0.0	+6.0	+2.0	+2.0	+6.0	0.0	+6.0	+2.0
V	18	12	18	12	16	16	12	18	12	16
4	$T_2 = ?$									
T ₁	10.30	11.24	11.40	14.30	15.20	21.40	16.10	23.00	4.20	01.00
ОЛ ₁	91.0	5.8	10.6	80.0	35.0	20.6	18.5	4.2	7.0	47.3
S	2.5	4.8	0.8	5.6	8.0	3.8	12.0	2.0	6.1	14.8
ΔL	0	0	0	+8.0	+2.0	+4.0	-2.0	+2.0	-6.0	-4.0
V	18	18	18	10	16	14	20	16	24	22

ЛР № 6 — АНАЛИТИЧЕСКОЕ СЧИСЛЕНИЕ

Цель занятия

Научиться правильно рассчитывать курс и плавание между двумя точками, координаты которых известны.

План проведения занятия

1. Расчет координат пункта прихода по известным координатам пункта отхода, по курсу и плаванию.

2. Расчет курса и плавания между двумя точками, координаты которых известны.

$$\Delta T\% = \frac{S - POЛ}{POЛ} \cdot 100\%; \quad \Delta T\% = (K_{\text{Л}} - 1) \cdot 100\%;$$

$$S = V_{\text{уз}} \cdot t \cdot \frac{\text{мин}}{60}; \quad S = V_{\text{уз}} \cdot t_{\text{ч}};$$

$$V_{\text{уз}} = \frac{S_{\text{мили}}}{t_{\text{часы}}}; \quad V_{\text{уз}} = \frac{S_{\text{мили}} \cdot 60}{t_{\text{мин}}}; \quad V_{\text{уз}} = \frac{S_{\text{мили}} \cdot 3600}{t_{\text{с}}};$$

Некоторые задачи связаны с предвычислением времени Т (ч, мин) и отсчета лага ОЛ на момент прибытия судна в заданную точку.

Порядок расчета предвычисления счислимого места:

- рассчитывается промежуток времени от исходного момента T_1 , до заданного T_2 по формуле $t_{\text{сч}} = T_2 - T_1$; и расстояние, которое будет пройдено судном расчетной скоростью $V_{\text{об}}$ за этот промежуток времени: $S_{\text{об}} = V_{\text{об}} \cdot t_{\text{сч}}$;
- при плавании менее часа $V_{\text{об}} = (\text{каб/мин})$, а $t_{\text{сч}} = (\text{мин})$, и полученный результат $S_{\text{об}} = (\text{каб})$ перевести в (мили);
- рассчитанное расстояние откладывается по линии ИК и отмечается счисляемое место на заданное время T_2 ;
- для последующего контроля рассчитывается отсчет лага OL_2 , который должен наблюдаться в заданное время $OL_2 = OL_1 + POЛ$, где $POЛ = S_{\text{об}} / K_{\text{Л}}$.

Порядок расчета предвычисления времени прихода судна в заданную точку:

- с карты снимается расстояние до заданной точки;
- рассчитывается промежуток времени, необходимый для прохождения расстояния S с заданной скоростью $V_{\text{об}}$: $t_{\text{сч}} = S / V_{\text{об}}$;
- рассчитывается время прихода судна в заданную точку $T_2 = T_1 + t_{\text{сч}}$, где T_1 — время, когда судно находилось в исходной точке.

Вопросы для обсуждения:

- Какие факторы влияют на скорость судна.
- Объясните определение скорости хода судна и поправки лага на мерной линии.
- Объясните порядок предвычисления счислимого места судна.

ЛР № 2 — РАСЧЁТ ДАЛЬНОСТИ ВИДИМОГО ГОРИЗОНТА И ДАЛЬНОСТИ ВИДИМОСТИ ПРЕДМЕТОВ В МОРЕ

Цель занятия

Усвоить методику расчета дальности видимости огней и предметов в море.

План проведения занятия

- Дальность видимости предмета в море.
- Дальность видимости маячных огней.

Теоретические положения

Расчёт дальности видимого горизонта и дальности видимости предметов в море производится по формулам:

$$D_{\text{П}} = D_{\text{Н}} + D_{\text{е}} - 2,08 \cdot (\sqrt{h_{\text{М}}} + \sqrt{e_{\text{М}}}),$$

$$D_0 = D_{\text{К}} + \Delta = D_{\text{К}} + 2,08 \cdot \sqrt{e_{\text{М}}} - 4,7,$$

$$D_{\text{е}} = 2,08 \cdot \sqrt{e_{\text{М}}}.$$

Дальность видимости горизонта можно определить по МТ-75 табл. 22 [1].

Последнее время на картах и в пособиях стали приводить номинальную (стандартную) дальность видимости, под которой понимается дальность видимости огней зрительных СНО в однородной среде при метеорологической дальности видимости 10 миль (коэффициент прозрачности атмосферы 0,74). С помощью помещаемой в каждом пособии по огням номограммы такая стандартная дальность видимости (либо сила света в канделах) позволяет получить нужную судоводителю оптическую дальность видимости в условиях конкретного значения метеорологической видимости.

Пример 2.1 — Расчет дальности видимости ориентира

$$e = 9 \text{ м} \quad D_{\text{П}} = D_{\text{е}} + D_{\text{h}} = 2,08 \sqrt{e} + 2,08 \sqrt{h},$$

$$h = 25 \text{ м} \quad D_{\text{П}} = D_{\text{е}} + D_{\text{h}} = 2,08 \sqrt{9} + 2,08 \sqrt{25} = 6,2 + 10,4 = 16,6$$

$$D_{\text{П}} = ?$$

Пример 2.2 — Расчет географической дальности видимости маяка, если известна карточная дальность видимости его, а $e \neq 5$ м

$$D_K = 26 \text{ миль} \quad D_{\Pi} = D_K + \Delta D, \quad \Delta D = 2,08 \sqrt{e} - 4,7,$$

$$e = 13 \text{ м} \quad \Delta D = 2,08 \sqrt{13} - 4,7 = 7,5 - 4,7 = 2,8,$$

$$D_{\Pi} = ? \quad D_{\Pi} = 26 + 2,8 = 28,8 \text{ мили}$$

Вопросы для обсуждения

1. Дайте определение наклонения видимого горизонта.
2. Какая дальность видимости называется географической.
3. Дайте определение оптической дальности видимости огня.

Задание № 2.1 — Определить дальность видимости предметов в море если известны h_m — высота предмета и e_m — высота глаза наблюдателя

N вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
h_m	36	15	24	10	10	8	6	9	12	3
e_m	9	8	3	6	12	15	10	36	10	24

Задание № 2.2 — Определить дальность открытия маяка, если известны D_K — дальность видимости маяка, указанная на карте и e_m — высота глаза наблюдателя

N вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D_K	20	15	14	10	12	16	30	24	20	8
e_m	9	8	3	12	15	9	8	3	12	15

Задание № 2.3 — Определить дальность видимого горизонта наблюдателя, если известна e_m — высота глаза наблюдателя

N вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
e_m	3	5	8	14	25	12	10	100	135	950

Задание № 4.3 — Рассчитать направления относительно меридиана или диаметральной плоскости судна по формулам и показать чертежом

№ за- дачи	№ вар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.4.6		ИП=?									
	ИК	180,0	270,0	360,0	90,0	270,0	180,0	180,0	90,0	270,0	360,0
	КУ	45п/б	90л/б	45п/б	45л/б	45 л/б	90п/б	90 л/б	45п/б	90п/б	45л/б
1.4.7		КУ=?									
	ИК	90,0	360,0	180,0	270,0	180,0	90,0	270,0	360,0	90,0	180,0
	ИП	180,0	90,0	270,0	360,0	90,0	360,0	180,0	270,0	45,0	225,0
1.4.8		ИК=?									
	ИП	360,0	360,0	90,0	90,0	180,0	180,0	270,0	270,0	270,0	270,0
	КУ	90п/б	90л/б	45п/б	45л/б	90п/б	90л/б	90п/б	90л/б	45п/б	45л/б

ЛР № 5 — РАСЧЁТ СКОРОСТИ ХОДА, ПРОЙДЕННОГО СУДНОМ РАССТОЯНИЯ И ВРЕМЕНИ ПЛАВАНИЯ ПО СЧИСЛЕНИЮ

Цель занятия

Добиться умения правильно рассчитывать пройденное судном расстояние и скорость хода судна по показаниям лага.

План проведения занятия

1. Определение поправки и коэффициента лага.
2. Определение пройденного судном расстояния и предвычисление времени прихода в заданную точку.

Теоретические положения

Расчет пройденного расстояния S по РОЛ и Кл ($\Delta L\%$), расчет S по скорости хода V и времени плавания t (ч., мин), расчет Кл и $\Delta L\%$ по РОЛ и S , расчет V в узлах по S в милях и t в мин, с. выполняются по формулам:

$$S = \left(1 + \frac{\Delta L\%}{100\%}\right) \cdot РОЛ ; \quad K_{\Delta L} = \frac{S}{РОЛ} ;$$

$$S = K_{\Delta L} \cdot РОЛ ; \quad K_{\Delta L} = 1 + \frac{\Delta L\%}{100\%} ;$$

Задание № 4.1 — Решить задачи на перевод одной системы деления горизонта в другие

№ задачи	№ вариантов									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.3.1	Выразить в градусах в четвертной и круговой системах счёта след. румбы									
	WtS	NNW	SSE	WSW	EtN	ESE	NEtE	ENE	NtW	NWtN
1.3.2	Выразить в четвертной системе счета следующие направления									
	306,5	315,0	281,5	247,5	270,5	236,2	208,0	191,2	73,0	56,2
1.3.3	Назвать направления, перпендикулярные перечисленным									
	NE	ESE	WSW	WtN	NE 30	SE 45	SW 20	77,0	153,0	212,5

Задание № 4.2 — Определить направления в море по формулам

№ задачи	№ вар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.4.1	КУ=?										
	ИК	45,0	130,0	215,0	350,0	315,0	10,0	55,0	140,0	225,0	20,0
	ИП	90,0	80,0	255,0	280,0	30,0	330,0	100,0	90,0	265,0	340,0
1.4.2	ИП=?										
	ИК	15,0	30,0	120,0	195,0	20,0	40,0	130,0	200,0	25,0	150,0
	КУ	80п/б	70л/б	30п/б	35п/б	60л/б	80л/б	40п/б	40п/б	90п/б	50л/б
1.4.3	ИК=?										
	ИП	40,0	155,0	270,0	345,0	50,0	165,0	280,0	175,0	55,0	175,0
	КУ	95л/б	45п/б	100п/б	45п/б	105л/б	55л/б	110п/б	65л/б	110л/б	65п/б
1.4.4	КУ=?										
	КП	15,0	103,0	178,0	213,0	289,0	25,0	113,0	188,0	223,0	279,0
	КК	48,0	70,0	258,0	175,0	359,0	58,0	80,0	268,0	185,0	349,0
1.4.5	КК=?										
	КП	77,0	116,0	136,0	239,0	309,0	87,0	126,0	146,0	229,0	319,0
	КУ	130п/б	80л/б	145л/б	177п/б	101п/б	140п/б	90 л/б	155л/б	167п/б	111п/б

ЛР № 3 РАСЧЁТ ДЕВИАЦИИ И ПОПРАВКИ КОМПАСА

Цель занятия

Добиться понимания методики определения поправки компаса и умения правильно их рассчитывать.

План проведения занятия

1. Приведение склонения к году плавания.
2. Способы определения девиации и поправки магнитного компаса.

Теоретические положения

Необходимо акцентировать внимание на то, что склонения изменяется со временем и возможно наличие магнитных аномалий.

Рассматривая поправку магнитного компаса как алгебраическую сумму магнитного склонения и девиации, необходимо обратить внимание на то, что она изменяется при переходе из одного района моря в другой и при изменении курса судна.

Следует обратить внимание, что при определении направления с помощью обыкновенного пеленгатора 127 мм МК, под призмой глазной мишени отсчитывается ОКП.

Способы определения поправок курсоуказателей по пеленгу створа навигационных ориентиров и по сличению отличается только способом определения истинного направления. Способ по пеленгу створа навигационных ориентиров используются для определения мгновенного значения поправки курсоуказателя при плавании в видимости берегов. При этом обращается внимание на следующее:

а) если ΔK определяются по створу, истинное направление которого показано на карте, то в этом случае можно уточнить и девиация МК на данном курсе;

б) при использовании естественных створов, истинное направление которых снимается с карты, возможна графическая погрешность.

в) Способ по сличению курсов применяется главным образом для определения поправок и девиации магнитных компасов, установленных в закрытых помещениях. При этом поправка гирокомпаса, с показанием которого курсы по магнитным компасам, должна быть определена с достаточной точностью за 15 мин до или после сличения.

Определения постоянной поправки гирокомпаса и скорости ухода гироазимута по пеленгу отдалённого ориентира основывается на изучении сути постоянной и мгновенной поправки гирокомпаса.

1. Приведение склонения к году плавания производится по формуле:

$$d = d_k + \Delta d,$$

$$\Delta d = d_1 \cdot m,$$

где d_k — значение снятое с карты (в счислимом месте), где m — разность между годом плавания и годом к которому приведено склонения указанное на карте; d_1 — годовые изменение склонения (указываются в заголовке карты).

Пример: $d_{2002} = 7^\circ,3 \text{ w};$
 $d_1 = +6';$
 $d_{2009} = ?$

Решение: $\Delta d = 6' \cdot 7 = 42' = 0^\circ,7;$
 $d_{2009} = d_{2002} + \Delta; d = 7^\circ,3 \text{ w} + 0^\circ,7 = 8^\circ,0 \text{ w}.$

2. Девиация магнитного компаса δ выбирается из таблицы девиации по значению КК (через $10-15^\circ$) с помощью *интерполяции*.

Таблица 3.1 — Таблица девиации магнитного компаса

КК	δ	КК	δ	КК	δ	КК	δ
000°	+2,3°	090°	-2,7°	180°	-1,7°	270°	+4,5°
010°	+1,7	100°	-3,3	190°	-0,7	280°	+4,5°
020°	+1,3	110°	-3,7	200°	+0,3	290°	+4,3°
030°	+1,0	120°	-4,0	210°	+1,3	300°	+4,0°
040°	+0,5	130°	-4,3	220°	+2,0	310°	+3,7°
050°	+0,0	140°	-4,0	230°	+2,7	320°	+3,5°
060°	-0,7	150°	-3,7	240°	+3,5	330°	+3,0°
070°	-1,5	160°	-3,3	250°	+4,0	340°	+2,7°
080°	-2,0	170°	-2,5	260°	+4,3	350°	+2,5°
090°	-2,7	180°	-1,7	270°	+4,5	360°	+2,3°

Иногда значение КК неизвестно, но задано ИК. Тогда используют *метод итерации* (последовательного приближения), пока выбранные последовательные значения δ не будут отличаться на величину менее $0,3^\circ$.

Порядок действия:

- Рассчитывают $МК = ИК - \delta$;
- По значению МК (вместо КК) выбирают из таблицы девиации δ приближенно;
- Рассчитывают $КК_{прибл} = МК - \delta_{прибл}$;
- По КК $прибл$ из таблицы выбирают δ ;
- Выбор заканчивают, если $\delta - \delta_{прибл} < 0,3^\circ$.

В случае, когда азимутальный круг котелка компаса разбит от 0 до 360° , для предметов с левого борта получают отсчет курсового угла (ОКУ), имеющий значение от 180 до 360° . Для получения КУ необходимо сделать вычисление по формуле: $КУ_{л/б} = 360^\circ - ОКУ$

Пример № 4.2: Определить КУ, если ОКУ = 315° .

Решение: $КУ_{л/б} = 360^\circ - 315^\circ = 45^\circ$.

При графическом решении углы строятся приближенно и обозначаются дугами. С одной стороны дуги - стрелка у линии, до которой считался угол, в середине дуги ставится наименование - ИП, ИК, КУ. В центре чертежа - силуэт судна с линией курса (ЛК) (по ДП), с линией пеленга (ЛП) на ориентир. При решении задачи вначале выполняется чертеж, потом расчет по формулам (смотри рисунок 4.3).

Пример № 4.3: ИП = 310° ; ИК = 250° ; КУ = ?

Решение: $ИП = ИК + КУ \text{ пр.б.}$ $КУ_{пр.б.} = ИП - ИК$

$КУ_{пр.б.} = 310^\circ - 250^\circ = 60^\circ \text{ пр.б.}$

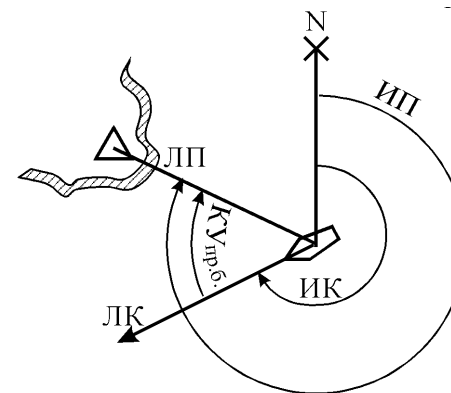


Рисунок 4.3 — Графическое построение направлений в море

Вопросы для обсуждения:

- Дайте определения истинного курса, истинного пеленга, курсового угла.
- Объясните правила перехода от круговой системы счета в полукруговую, четвертную.
- Назовите главные, четвертные и промежуточные румбы.

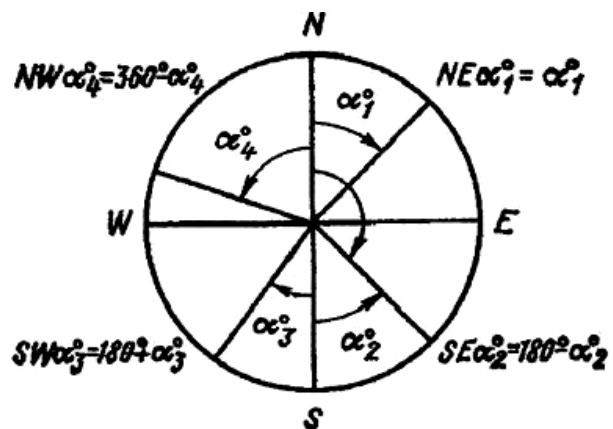


Рисунок 4.2 — Соотношение четвертной, полукруговой и круговой систем счета направлений

Пример № 4.1: Направление в четвертной системе счета SE 50° соответствует направлению $180^\circ - 50^\circ = 130^\circ$ в круговом счете. Направление N60°W равно $360^\circ(0^\circ) - 60^\circ = 300^\circ$ в круговом счете. Круговое направление 200° соответствует S20°W или N160°W в полукруговом счете.

Необходимо уяснить сущность счёта направлений относительно истинного меридиана и диаметральной плоскости судна:

$$\begin{aligned} \text{ИП} &= \text{ИК} + \text{КУ} & \text{КУ} &= \text{ИП} - \text{ИК} \\ \text{ОИП} &= \text{ИП} + 180^\circ & \text{ИК} &= \text{ИП} - \text{КУ} \end{aligned}$$

а) истинный курс и истинный пеленг не имеют отрицательных значений;

б) в случае получения такового при расчётах результат следует вычесть из 360° ;

в) если ИК, ИП получились при расчётах более 360° , то следует из результата вычесть 360° ;

г) если КУ получилось более 180° , то для перевода его в полукруговой счёт следует результат вычесть из 360° и приписать наименование левого борта.

В полукруговом счёте КУ обязательно должен иметь наименование, а при расчётах – знак. В круговом счёте КУ наименование не имеет.

Пример: $\text{КК} = 165^\circ$; $\delta = ?$

Решение: $\delta 160^\circ = -3^\circ,3$; $\delta 170^\circ = -2^\circ,5$.

$\delta 165 = -2^\circ,9$.

3. Поправка магнитного компаса рассчитывается по формуле:

$$\Delta \text{МК} = d + \delta.$$

Пример: $d = 5^\circ,0 \text{ E}$; $\delta = -1^\circ,0$; $\Delta \text{МК} = ?$

Решение: $\Delta \text{МК} = +5^\circ,0 - 1^\circ,0 = +4^\circ,0$.

4. Определение δ и $\Delta \text{МК}$ по пеленгу створа производится по формулам:

$$\begin{aligned} \Delta \text{МК} &= \text{ОИП} - \text{ОКП}, \\ \delta &= \Delta \text{МК} - d. \end{aligned}$$

Пример: $\text{ОИП} = 210^\circ,0$; $\text{ОКП} = 218^\circ,5$; $d = 5^\circ,5 \text{ W}$.

Решение: $\text{ИП} = \text{ОИП} - 180^\circ = 210^\circ,0 - 180^\circ,0 = 30^\circ,0$;

$\text{КП} = \text{ОКП} - 180^\circ = 218^\circ,5 - 180^\circ,0 = 38^\circ,5$;

$\Delta \text{МК} = 30^\circ,0 - 38^\circ,5 = -8^\circ,5$;

$\delta = -8^\circ,5 - (-5^\circ,5) = -3^\circ,0$.

5. Определение δ и $\Delta \text{МК}$ по сличению курсов производится по формулам

$$\delta \text{ п} = \delta \text{ гл} + (\text{КК}_{\text{гл}} - \text{КК}_{\text{п}}).$$

Пример: $\text{КК}_{\text{гл}} = 259^\circ$; $\text{КК}_{\text{п}} = 265^\circ$; $\delta \text{ гл} = +3^\circ,0$; $\delta \text{ п} = ?$

Решение: $\delta \text{ п} = +3^\circ,0 + (259^\circ - 265^\circ) = -3^\circ,0$.

Вопросы для обсуждения:

1. Объясните влияние магнитного поля Земли на намагниченную стрелку компаса.

2. Объясните метод определения девиации по створу.

3. Объясните порядок определения девиации по удаленному ориентиру.

4. Когда необходимо производить определение и уничтожение девиации магнитного компаса.

Задание № 3.1 — Привести склонение к году плавания

Вар. №	d град	Год издания	Годовое изменение	Год плавания
1	9,6 E	2000	Уменьшение 3'	2008
2	0,4 W	1997	Увеличение 6'	2009
3	1,2 E	1995	Уменьшение 0.1°	2010
4	4,5 W	1992	Увеличение 0.08°	2001
5	3,0 E	2001	Уменьшение 0.06°	2009
6	10,0 W	1998	Увеличение 7'	2008
7	5,0 E	1993	Уменьшение 0.08°	2005
8	0,8 W	1989	Увеличение 0.04°	2001
9	7,7 E	2000	Уменьшение 6'	2008
10	0,4 E	1993	Увеличение 0.1°	2003

Задание № 3.2 — Выбрать девиацию на следующие компасные курсы

№ вар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KK	15	55	163	175	197	199	233	303	345	355

Задание № 3.3 — Определить Δ МК

№ вар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d град	8,0 W	3,5 W	5,3 W	2,1 E	3,8 E	15,0 E	3,3 W	5,7 E	6,5 E	4,5 E
δ град	+4,5	-5,0	+2,7	-3,5	+2,2	-5,7	+1,7	+1,3	+2,7	-2,2

Задание № 3.4 — Определить девиацию магнитного компаса

№ вар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ОИП	42,0	135,0	1,3	87,3	32,0	274,0	315,0	23,0	15,0	28,0
ОКП	45,0	140,0	359,0	90,0	45,0	271,0	318,0	20,0	19,0	30,0
d	8,0 W	3,5 E	2,0 E	2,6 E	8,1 W	1,5 E	2,1 E	3,0 W	1,4 E	2,0 W

Задание № 3.5 — Определить поправку путевого магнитного компаса

№ вар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
KK _{гл}	0,00	90,00	179,5	270,0	315,0	10,0	100,0	189,5	280,0	325,0
Δ МК _{гл}	-5.5	-10.3	+5.7	+8.5	+5.8	-5.5	-10.3	+5.7	+8.5	+5.8
KK _п	1,5	87,3	180,5	280,0	318,0	11,5	97,3	190,5	290,0	328,0

ЛР № 4 — РАСЧЁТ НАПРАВЛЕНИЙ ОТНОСИТЕЛЬНО ИСТИННОГО МЕРИДИАНА И ДИАМЕТРАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ СУДНА

Цель занятия

Добиться умения правильно рассчитывать направления относительно истинного меридиана и диаметральной плоскости судна.

План проведения занятия

1. Системы счета направлений.
2. Расчет курсового угла, истинного курса и истинного пеленга.

Теоретические положения

Для перехода к румбовой системе счета направлений можно использовать систему деления горизонта, представленную на рисунке 4.1.

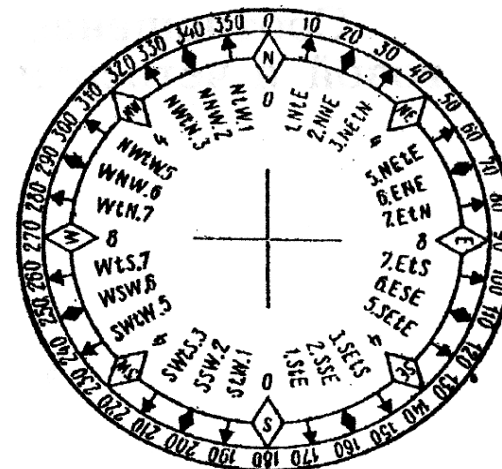


Рисунок 4.1 — Румбовая система счета направлений

Для перехода от четвертого счёта к круговому следует руководствоваться правилами, пояснёнными на рисунке 4.2.