

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Судовождение и безопасность судоходства»

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА
ЗАДАЧ НАВИГАЦИИ.
ГРАФИЧЕСКОЕ СЧИСЛЕНИЕ
ПУТИ СУДНА**

Методические указания
к выполнению самостоятельной работы студентов
по дисциплине «Навигация и лоция»

Севастополь
СевГУ
2019

УДК 656.052.1(076)
ББК 39.471.1я73
МЗ4

Рецензент:
Л.Е. Курочкин - доцент каф. СБС

Составители: В.Г. Ткаченко, Ю.И. Левченко

МЗ4 Математическая обработка задач по навигации. Графическое счисление пути судна: метод. указания по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Навигация и лоция» / Сост. В.Г. Ткаченко, Ю.И. Левченко. – Севастополь: СевГУ, 2019. – 40 с.

Цель методических указаний – дать студентам необходимые рекомендации по планированию и выполнению самостоятельной работы при подготовке к лекционным и лабораторным занятиям, выполнению РГЗ, контрольной работы, текущей и промежуточной аттестациям по дисциплине «Навигация и лоция».

УДК 656.052.1(076)
ББК 39.471.1я73

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры судовождения и безопасности судоходства Морского Института Севастопольского государственного университета в качестве методических указаний по организации самостоятельной работы студентов специальности 26.05.05 «Судовождение», протокол № 8 от 30 августа 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цель и задачи дисциплины	4
2. Связь дисциплины с ранее пройденными дисциплинами.....	5
3. Формы самостоятельной работы студента	6
4. Общие рекомендации.....	6
5. Методические рекомендации по выполнению РГЗ и КР.....	7
5.1 Расчет разности широт, разности долгот, координат пунктов отхода и прихода.....	7
5.2 Расчет дальности видимого горизонта и дальности видимости ориентиров в Море	9
5.3 Определение направлений в море с использованием систем счета, расчет направлений относительно географического меридиана и диаметральной плоскости судна.....	11
5.4 Расчет направлений в море с использованием гироскопического компаса (ГК) и магнитного компаса (МК), расчет поправок Δ ГК и Δ МК.....	15
5.5 Расчет пройденного судном расстояния и поправок лага.....	19
5.6 Аналитическое счисление. Расчет координат места судна, курса и плавания.....	20
6. Методические рекомендации по выполнению контрольной навигационной прокладки.....	23
6.1 Графическое счисление пути судна с учетом циркуляции	23
6.2 Графическое счисление пути судна с учетом дрейфа	27
6.3 Графическое счисление пути судна с учетом течения	28
6.4. Графическое счисление пути судна с учетом дрейфа и течения.....	30
7. Варианты индивидуальных заданий (РГЗ /КР).....	31
8. Образец титульного листа и формы бланка ответов.....	38
Список использованной литературы	40

1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью изучения дисциплины является подготовка высококвалифицированного инженера-судоводителя, способного на основе полученных знаний и умений обеспечить навигационную безопасность плавания, принимать взвешенные решения в сложных ситуациях, оценивать риски, а также воспитать в себе высокую ответственность за выполнение своих служебных обязанностей в вопросах судовождения.

Дисциплина рассматривает понятие систем координат и положение физических тел на поверхности Земли, описываемой различными математическими моделями на примерах решения задач, имеющих практически значимое содержание для надежного и безопасного мореплавания. Предметом изучения дисциплины являются следующие объекты: математические модели Земли; системы координат, используемые в судовождении; земная сфера; риски неблагоприятных событий; счисление пути и координат места судна; основные понятия и определения картографии; ортодромия, локсодромия и их свойства; элементы навигационной информации и их погрешности; навигационные параметры и их изолинии; основные законы распределения случайных погрешностей навигационных параметров; взаимосвязь погрешностей и методика оценки точности измерений навигационных параметров; методика оценки навигационной безопасности плавания. Морские навигационные карты и пособия, лоции, таблицы приливов, извещения мореплавателям, навигационные предупреждения, средства навигационного оборудования, система МАМС (регионы А и Б).

Перечень планируемых результатов (приобретаемых компетенций) обучения по дисциплине «Навигация и лоция», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Планируемые результаты (приобретаемые компетенции) обучения по дисциплине

Код и уровень формируемой компетенции по ООП ВО	Владения	Умения	Знания
Приобретаемые компетенции согласно ФГОС ВО			
ПК-11 владение теоретическими основами и практическими навыками определения места судна с оценкой точности обсерваций; осознанным применением навигационных карт и средств их отображения	В (ПК-11) Владеть теоретическими основами и практическими навыками определения места судна с оценкой точности обсерваций; осознанным применением навигационных карт и средств их отображения	У (ПК-11) использовать навигационные карты, навигационные пособия и устройства их отображения;	З (ПК-11) теоретические основы счисления и определения местоположения судна с использованием наземных и береговых ориентиров, радионавигационных систем и глобальных навигационных спутниковых систем с оценкой его точности;
Приобретаемые компетенции, согласно Кодекса ПДНВ (Раздел А-П/1. Функция «Судовождение на уровне эксплуатации». Сфера компетентности: «Планирование и осуществление перехода и определение местоположения»			
К-2	В (К-2)	У (К-2)	З (К-2)

Код и уровень формируемой компетенции по ООП ВО	Владения	Умения	Знания
умение определять место судна с помощью береговых ориентиров		Уметь определять место судна с помощью береговых ориентиров	Знать способы определения места судна с помощью береговых ориентиров
К-3 умение определять место судна с помощью средств навигационного ограждения, в том числе маяков, знаков и буюв	В (К-3) -	У (К-3) Уметь определять место судна с помощью средств навигационного ограждения, в том числе маяков, знаков и буюв	З (К-3) Знать способы определения места судна с помощью средств навигационного ограждения, в том числе маяков, знаков и буюв
К-4 умение вести счисление судна с учетом влияния ветра, приливов и течений с учетом предполагаемой скорости	В (К-4) -	У (К-4) Уметь вести счисление судна с учетом влияния ветра, приливов и течений с учетом предполагаемой скорости	З (К-4) Знать способы счисления судна с учетом влияния ветра, приливов и течений с учетом предполагаемой скорости
К-5 знание морских навигационных карт и пособий: лоций, таблиц приливов, извещений мореплавателям, навигационных предупреждений, передаваемых по радио, и информации об установленных путях движения судов и умение пользоваться ими	В (К-5) -	У (К-5) Уметь пользоваться морскими навигационными картами и пособиями: лоциями, таблицами приливов, извещениями мореплавателям, навигационными предупреждениями, передаваемыми по радио, и информацией об установленных путях движения судов	З (К-5) Знать морские навигационные карты и пособия: лоции, таблицы приливов, извещения мореплавателям, навигационные предупреждения, передаваемые по радио, и информацию об установленных путях движения судов
К-9 Уметь определять поправки гиро- и магнитных компасов с использованием средств мореходной астрономии и наземных ориентиров и учитывать эти поправки	В (К-9) -	У (К-9) Уметь определять поправки гиро- и магнитных компасов с использованием наземных ориентиров и учитывать эти поправки	З (К-9) Знать методы определения поправок гиро- и магнитных компасов с использованием наземных ориентиров и учитывать эти поправки

2. СВЯЗЬ ДИСЦИПЛИНЫ С РАНЕЕ ПРОЙДЕННЫМИ ДИСЦИПЛИНАМИ

- «Математика» (разделы: дифференциальное и интегральное исчисление). Данные знания являются необходимыми для изучения математических основ судовождения и аналитического счисления пути судна.
- «Физика» (разделы: основы механики и теории гироскопа, гидродинамика, распространение радиоволн). Данные знания являются необходимыми для понимания принципа действия навигационной техники.
- «Введение в специальность». Для курса «Навигация и лоция» потребуется знание теории и устройства судна, типов судов, обязанностей вахтенного

штурмана.

- «Иностранный язык». Знание языка требуется для понимания некоторых международных терминов, касающихся судового навигационного оборудования чтения адмиралтейских навигационных карт;
- «Информатика». Потребуется для понимания работы судовых навигационных систем и особенностей информационного обеспечения команды мостика.

3. ФОРМЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

СРС по дисциплине можно разделить на две формы:

- контактная (аудиторная) – проходит в контакте с преподавателем. Предполагает самостоятельную работу студента на лекциях, практических занятиях и консультациях, а также выполнение аудиторных контрольных работ и тестов;
- неконтактная (внеаудиторная) – проходит в режиме самоподготовки, без непосредственного участия преподавателя. Последний, тем не менее, проверяет и оценивает результаты такой подготовки. Внеаудиторная работа студента включает в себя подготовку к лекциям, практическим занятиям, выполнение индивидуальных заданий, а также проработку вопросов ко всем видам контроля знаний.

Четкой границы между контактной и неконтактной формами СРС не существует. Обе формы ставят одну цель – успешно пройти промежуточную аттестацию (в форме зачета или экзамена) по дисциплине.

4. ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

При выполнении практических занятий расчетно-графического вида студенты пользуются конспектом лекций (обязательно) и рекомендованной литературой. Расчеты выполняются с помощью микрокалькуляторов с использованием таблиц и математических формул в тетрадах.

В течении семестра студенты ОФО выполняют расчетно-графическое задание по отработанным темам практических занятий в рабочих тетрадах, а в конце семестра оформляют выполненное РГЗ на отдельных листах формата А-4 с заполнением бланка ответов по решенным задачам с приложением чертежей. Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнале учебной группы. (Для студентов ЗФО номер варианта КР выбирается по последней цифре зачетной книжки. К отчетному листу выполненной КР прилагается калька выполнения прокладки, снятая с карты М 1:200 000).

В процессе выполнения РГЗ студенты закрепляют знания, полученные на лекциях и практических занятиях, к ним приходит понимание систем счета направлений, поправок компасов, девиации и магнитного склонения, систем координат и простейших способах аналитического и графического счисления пути судна.

Выполненное РГЗ (КР) оформляется в виде пояснительной записки с заполнением отчетного листа с ответами решенных задач и представляется на проверку преподавателю.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЙ РГЗ (КР)

5.1 Расчет разности широт, разности долгот, координат пунктов отхода и прихода

Разность широт ($\Delta\varphi$) — 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 $\Delta\varphi$ и ее наименование определяются по формуле:

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1; \quad (1)$$

где φ_1 — широта пункта отхода;
 φ_2 — широта пункта прихода.

Разность долгот ($\Delta\lambda$) — 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 $\Delta\lambda$ и ее наименование определяется по формуле:

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1; \quad (2)$$

где λ_1 — долгота пункта отхода;
 λ_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 $\Delta\lambda$ (или долготы) может получиться более 180° , в этом случае полученный результат вычитают из 360° и изменяют наименование $\Delta\lambda$ на обратное.

Пример 1.

Решение примера выполнять по формулам и с помощью чертежа (смотри рисунки 1, 2).

$$\begin{array}{ll} \varphi_1 = 43^\circ 05,0' \text{ N} & \varphi_2 = 60^\circ 39,0' \text{ S} \\ \lambda_1 = 131^\circ 55,0' \text{ E} & \lambda_2 = 45^\circ 12,0' \text{ W} \end{array}$$

$$\Delta\varphi = ?, \Delta\lambda = ?$$

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = -60^\circ 39,0' - +43^\circ 05,0' = -103^\circ 44,0' \text{ (к S)}$$

$$\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1 = -45^\circ 12,0' - +131^\circ 55,0' = -177^\circ 07,0' \text{ (кВ)}$$

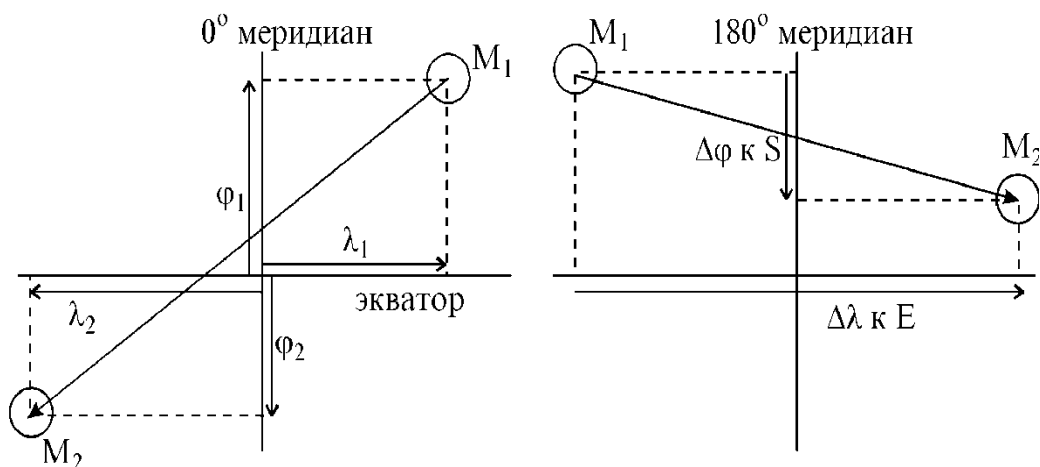


Рисунок 1 – Разность широт и долгот на плоскости морской карты

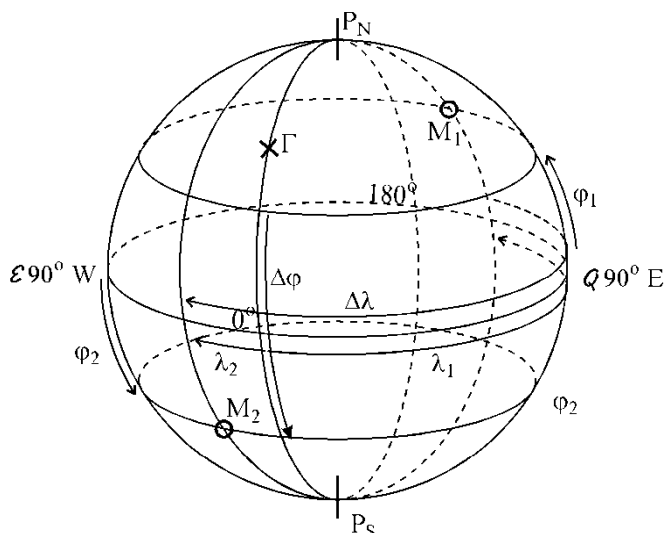


Рисунок 2 – Разность широт и долгот на поверхности Земной сферы

При выполнении чертежей в плоскости листа меридианы 90°E и 90°W располагать с таким расчетом, чтобы пункт отхода и пункт прихода были в плоскости чертежа. Точки пересечения меридианов 90°E и 90°W с экватором обозначают $\square$ и Q соответственно. Экватор обозначается в виде эллипса. На чертеже показывают меридианы 0° и 180° , параллели и меридианы точек отхода и прихода. Нулевой меридиан следует располагать на обращенной "к нам" стороне Земного шара чуть левее середины, если $\lambda_2 < 90^\circ$. Если $\lambda_2 > 90^\circ$, то на чертеже "к нам" располагать меридиан 180° . Все линии за плоскостью чертежа изображать пунктиром (рисунок 2).

При построении необходимо соблюдать точность глазомерного деления дуг меридианов и экватора с учетом перспективного изображения их на схеме. Широту и разность широт лучше откладывать по меридианам 90°E и 90°W (т. е. в плос-

кости чертежа). Долготу и разность долгот откладывать по экватору, помня, что разность долгот - это наименьшая из дуг экватора (до 180°), всегда менее 180° .

При решении некоторых задач навигации возможно изображение чертежа на плоскости морской навигационной карты в проекции Меркатора (рисунок 1)

Решить задачи по вариантам.

5.2 Расчет дальности видимого горизонта и дальности видимости ориентиров в море

1. Дальность видимого горизонта D_E есть сферический радиус от глаза наблюдателя до линии горизонта и рассчитывается по формуле:

$$D_E = 2,08 \cdot \sqrt{e}, \quad (2.1)$$

где e – высота глаза наблюдателя от уровня моря в м.

По малости кривизны радиуса ход лучей можно представить прямой линией от горизонта до глаза наблюдателя (рисунок 1).

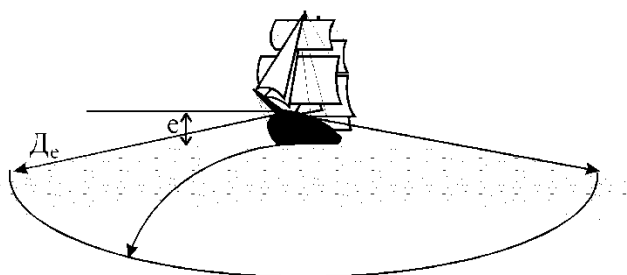


Рисунок 1 – Дальность видимого горизонта

2. Географическая дальность видимости ориентиров в море D_{Π} – максимальное расстояние, на котором наблюдатель видит вершину ориентира из-за горизонта (рисунок 2)

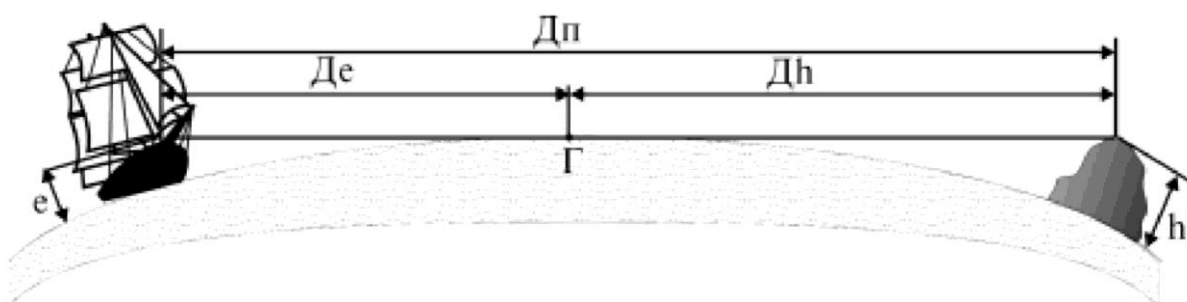


Рисунок 2 – Географическая дальность видимости ориентиров

D_{Π} рассчитывается по формуле:

$$D_{\Pi} = D_H + D_e = 2,08 \cdot (\sqrt{h_M} + \sqrt{e_M}) \quad (2.2)$$

где h – высота ориентира над уровнем моря в м.

Иногда происходит ухудшение разрешающей способности глаза γ^1 , что вызывает уменьшение D_{Π} .

Тогда расчет D_{Π} выполняется по следующим формулам:

$$D_{\Pi \text{ факт}} = D_{\Pi} \cdot \eta, \quad \eta = 1 - \frac{0,56 \cdot \gamma^1}{\sqrt{h}} \quad (2.3)$$

3. В ночных условиях используется оптическая дальность видимости, на которой глаз наблюдателя воспринимает огонь маяка. Оптическая дальность видимости огня обычно меньше географической, особенно когда h велико (более 100 м).

4. В руководстве "Огни и знаки", на морских картах указана карточная дальность видимости маяка D_K . Она рассчитывается обычно по формуле 2.2, для $e = 5$ м. Если фактическая e отличается от 5 м, то D_{Π} определяется по формуле 2.4 (рисунок 3):

$$\begin{aligned} D_K &= D_5 + D_h & D_h &= D_K - 2,08 \sqrt{5}, \\ D_{\Pi} &= D_e + D_K - 2,08 \sqrt{5}, & D_{\Pi} &= D_K + D_e - 4,7 \end{aligned} \quad (2.4)$$

или

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

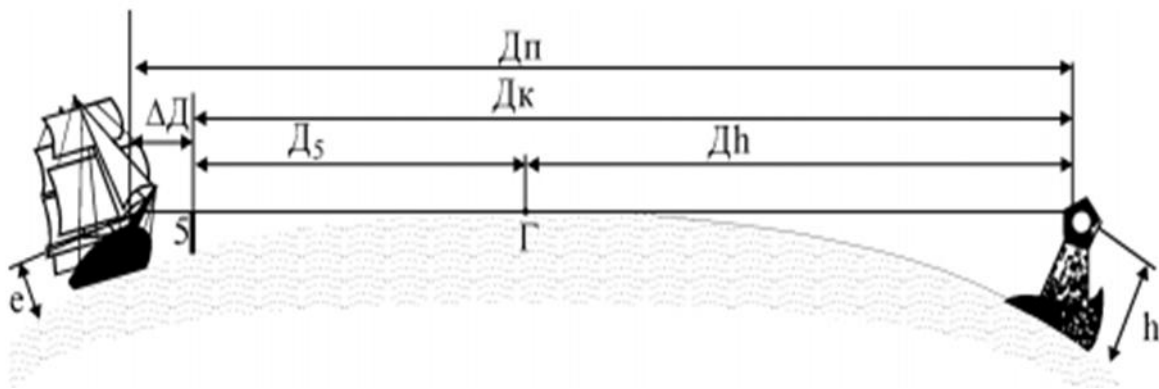


Рисунок 3 – Географическая дальность видимости маяка, если известна карточная дальность видимости

5. Если высота огня маяка над уровнем моря h велика, то в пособиях и на картах указывают

$$D_K = D_{\text{оптической}} \leq 2,08 \cdot \sqrt{h} + 4,7 \quad (2.5)$$

Пример А — Расчет дальности видимости ориентира

$$e = 9 \text{ м}; \quad h = 25 \text{ м}; \quad D_{\Pi} = ?$$

Решение

$$D_{\Pi} = D_e + D_h = 2,08 \sqrt{e} + 2,08 \sqrt{h} ,$$

$$D_{\Pi} = D_e + D_h = 2,08 \sqrt{9} + 2,08 \sqrt{25} = 6,2 + 10,4 = 16,6$$

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

$$D_K = 26 \text{ миль}$$

$$e = 13 \text{ м}$$

$$D_{\Pi} = ?$$

Решение:

$$D_o = D_K + \Delta D, \quad \Delta D = 2,08 \sqrt{e} - 4,7 ,$$

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

$$D_o = 26 + 2,8 = 28,8 \text{ мили}$$

Решить задачи по вариантам.

5.3 Определение направлений в море с использованием систем счета, расчет направлений относительно географического меридиана и диаметральной плоскости судна

1. В судовождении используются следующие системы счета направлений: круговая, полукруговая, четвертная и румбовая.

Круговая - в морской навигации. Счет ведется от северной части истинного меридиана (N) по часовой стрелке от 0° до 360° . *Пример:* рисунок 1.

Полукруговая - в морской навигации - в системе счета курсовых углов. В первом случае направление отсчитывается как от северной части истинного меридиана (N), так и от южной части (S) - в сторону востока (E) или запада (W) от 0° до 180° . Записывается - N 120° E или S 80° W (рисунок 2).

При расчете курсовых углов направление отсчитывается от носовой части диаметральной плоскости судна, счет ведется в сторону правого борта (пр.б) или левого борта (л.б.). *Пример:* рисунок 3.

Четвертная - в мореходной астрономии. Счет ведется от северной (N) или южной части истинного меридиана (S) в сторону востока или запада в пределах одной четверти (от 0° до 90°). Сначала указывается четверть плоскости истинного горизонта (NE, SE, SW или NW), а затем величина угла. *Пример:* NE 50° , SW 20° . Рисунок 4.

Румбовая - наследие истории судовождения и парусного флота. Используется в гидрометеорологии. Вся окружность плоскости истинного горизонта разбита на 32 румба: 1 румб - $11,25^\circ$.

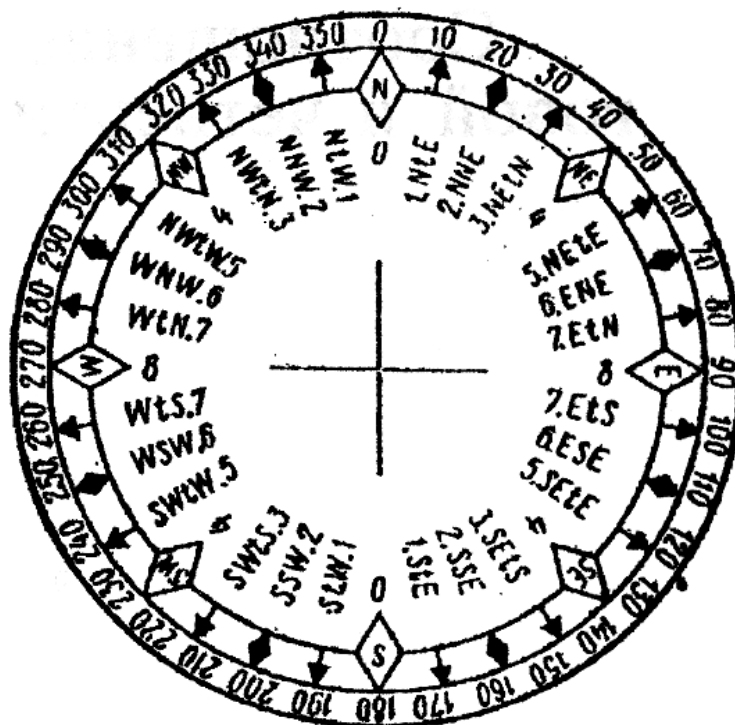
Главные румбы - N, E, S и W.

Четвертные румбы - NE, SE, SW и NW.

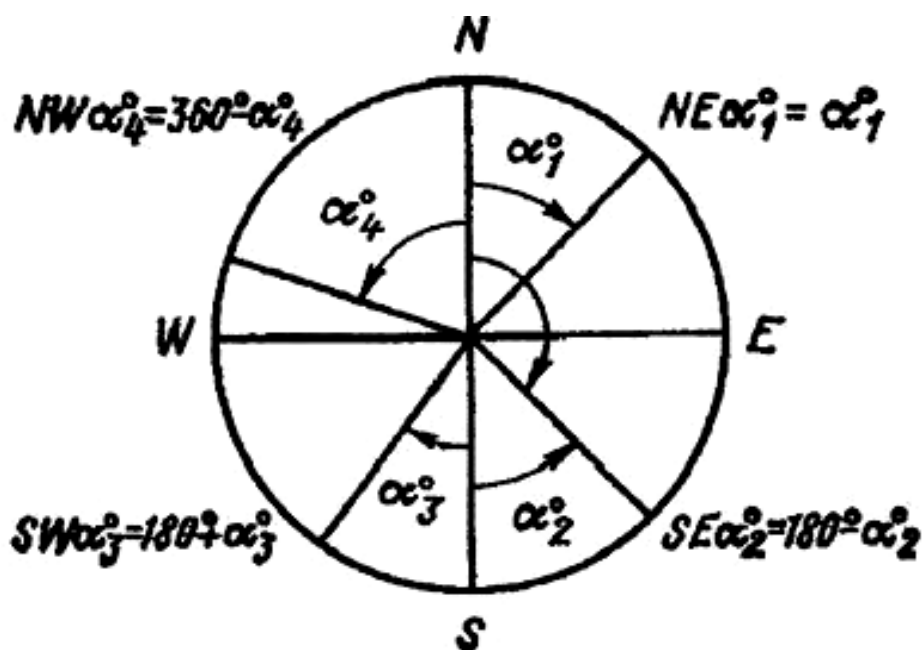
Следующие румбы (16-е), образованные путем деления направлений "главных" и "четвертных", получились трехбуквенные, где 1-я буква – главное направление, остальные две – четвертное. Это направления: NNE, ENE, ESE, SSE, SSW, WSW, WNW и NNW.

И, наконец, последнее деление (32-е) получено прибавлением буквы t от the. *Пример:* NtE – "норд чуть к востоку".

Системы деления горизонта: внутренний круг – румбовая, средний – четвертная; наружный – круговая



Соотношение четвертной, полукруговой и круговой систем счета направлений



2. Переход из одной системы счета в другую целесообразно производить графически или мысленно построением направления в начальной и конечной системах.

Примеры:

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.

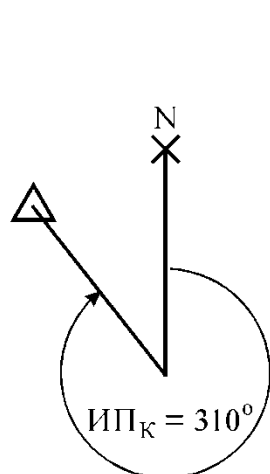


Рисунок 1—
Круговая
система счета

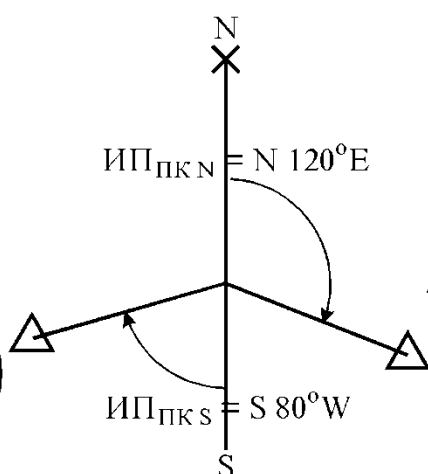


Рисунок 2—
Полукруговая
система счета

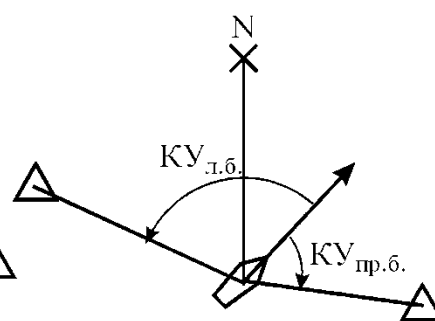


Рисунок 3 – Расчет КУ

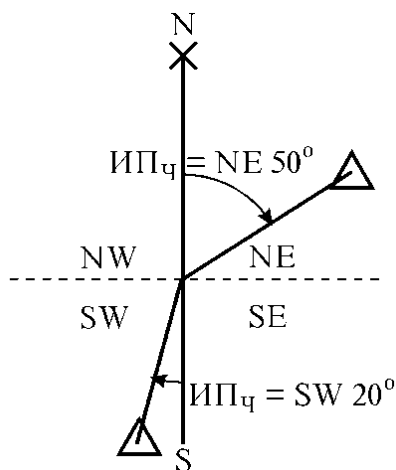


Рисунок – 4
Четвертная
Система счета

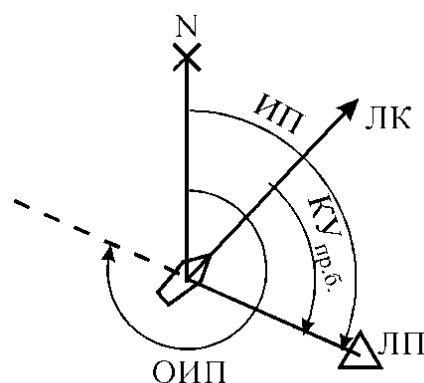


Рисунок –5
Соотношение ОИП и ИП

3. Основными направлениями в судовождении являются: *истинный курс* (ИК) судна, *истинный пеленг* (ИП) с судна на ориентир. Они определяются всегда в круговой системе счета. А также *курсовой угол* (КУ). Угол между носовой частью диаметральной плоскости судна и направлением на ориентир. Он определяется в полукруговой системе счета (п. 1). В решении ряда задач используется понятие *обратного пеленга*. Это угол, отличающийся от истинного пеленга на 180° :

$\text{ОИП} = \text{ИП} + 180^\circ$. Знак (+), если $\text{ИП} < 80^\circ$. Знак (-), если $\text{ИП} > 180^\circ$. Соотношение между ними показано на рис. 5.

4. Расчеты этих значений определяются алгебраическими формулами:

$$\begin{aligned} \text{ИП} &= \text{ИК} + \text{КУ}, & \text{КУ} &= \text{ИП} - \text{ИК} \\ \text{ОИП} &= \text{ИП} + 180^\circ, & \text{ИК} &= \text{ИП} - \text{КУ} \end{aligned} \quad (3.1)$$

ИК, ИП, ОИП всегда в круговой системе счета.

Если получается отрицательное значение, то прибавляем 360° .

5. Величина КУ до 180° и КУ пр/б имеет знак "плюс" (+), КУ л/б. имеет знак "минус" (-) в уравнении 3.1. Иногда используют КУ в круговой системе счета (от носовой части ДП судна через правый борт - по часовой стрелке) от 0° до 360° . Тогда используют термины - "отсчет курсового угла", "отсчет радиокурсового угла" (в радиопеленговании) ОКУ, ОРКУ.

6. При графическом решении углы строятся приближенно и обозначаются дугами. (рисунок 6).

Пример: Решение: $\text{ИП} = \text{ИК} + \text{КУ пр/б}$, $\text{КУ пр/б} = \text{ИП} - \text{ИК}$,

$$\text{ИП} = 310^\circ \quad \text{КУ пр/б} = 310 - 250 = 60 \text{ пр/б}$$

$$\text{ИК} = 250^\circ$$

$$\text{КУ} = ?$$

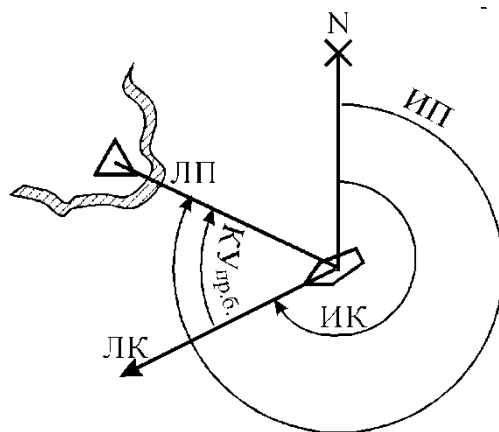


Рисунок 6 – Пример графического решения задачи

Решить задачи по вариантам.

5.4 Расчет направлений в море с использованием гироскопического компаса (ГК) и магнитного компаса (МК), расчет поправок $\Delta ГК$ и $\Delta МК$

1. Задачи расчета истинных направлений по заданным компасным называются *исправлением направлений*. Решаются по общему алгебраическому правилу: "Верное" направление (истинное) равно "неверному" (компасному) плюс поправка (со своим знаком). Выполняется по формулам:

$$\begin{aligned}
 ИК &= ГKK + \Delta ГК; & ИК &= KK + \Delta МК; \\
 ИК &= МК + d; & МК &= KK + \delta, \\
 ИП &= ГKP + \Delta ГК; & ИП &= KP + \Delta МК; \\
 ИП &= MP + d; & MP &= KP + \delta.
 \end{aligned}
 \tag{4.1}$$

2. Задачи расчета компасных направлений по заданным истинным (или измеренным на карте) направлениям называются *переводом направлений* и решаются по общему алгебраическому правилу: "Неверное" (компасное) направление равно "верному" (истинному) минус поправка (со своим знаком). Выполняется по формулам:

$$\begin{aligned}
 ГKK &= ИК - \Delta ГК, & KK &= ИК - \Delta МК, \\
 МК &= ИК - d, & KK &= МК - \delta \\
 ГKP &= ИП - \Delta ГК, & KP &= ИП - \Delta МК \\
 MP &= ИП - d, & KP &= MP - \delta
 \end{aligned}
 \tag{4.2}$$

3. Компасные направления измеряются по репитеру ГК или по картушке (репитеру) МК. *Истинные* измеряются по карте или рассчитываются. *Магнитные* - рассчитываются (4.1 и 4.2).

4. $\Delta ГК$ определяется по формулам:

$$\begin{aligned}
 \Delta ГК &= ИК - ГKK - \text{при сличении курсов,} \\
 \Delta ГК &= ИП - ГKP - \text{при использовании пеленгов на ориентиры.}
 \end{aligned}
 \tag{4.3}$$

5. ΔMK определяется алгебраической суммой магнитного склонения d и девиации магнитного компаса δ по формуле:

$$\Delta MK = d + \delta \quad (4.4)$$

Выбор магнитного склонения производится с карты. Там же определяется год, к которому приведено магнитное склонение и годовое изменение его. Термин "увеличение" или "уменьшение" относится к величине угла между истинным и магнитным меридианами. (рисунок 7).

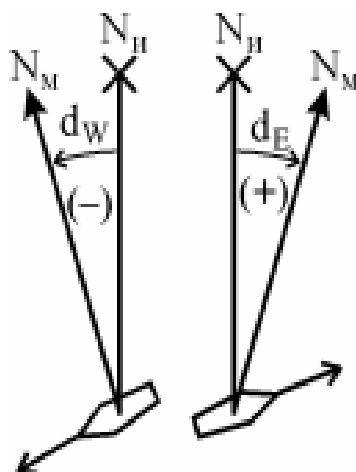


Рисунок 7– Магнитное склонение западное и восточное

Приведение d к году плавания выполняется по формуле

$$d_{\text{год пл.}} = d \text{ с карты} + \Delta d \cdot \Delta T \quad (4.5)$$

где: Δd – годовое изменение;

ΔT – разность лет между годом плавания и годом издания карты.

Девиация магнитного компаса δ выбирается из таблицы 1 девиации по значению КК (через 10-15°) с помощью *интерполяции*.

Таблица 1–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°

Пример Б.

$$\begin{array}{lll}
 \text{ИК} = 45^\circ & \text{КК} = \text{ИК}; & \text{КК} = 45^\circ - (-4) = 49^\circ \\
 \text{КУ} = 100^\circ \text{ л.б.} & \text{ИП} = \text{ИК} + (-\text{КУ л.б.}); & \text{ИП} = 45^\circ - 100^\circ + 360^\circ = 305^\circ \\
 \text{МП} = 314^\circ & \text{МК} = \text{МП} - (-\text{КУ л.б.}); & \text{МК} = 314^\circ + 100^\circ - 360^\circ = 54^\circ \\
 \Delta \text{МК} = -4^\circ & &
 \end{array}$$

$$\begin{array}{lll}
 \text{КК} = ?, & \text{ИП} = ? & d = \text{ИК} - \text{МК}; \\
 \text{МК} = ?, & d = \delta = \Delta \text{МК} - d; & d = 45^\circ - 54^\circ = -9^\circ = 9^\circ \text{ W} \\
 \delta = ? & & \delta = -4^\circ - (-9^\circ) = 5^\circ
 \end{array}$$

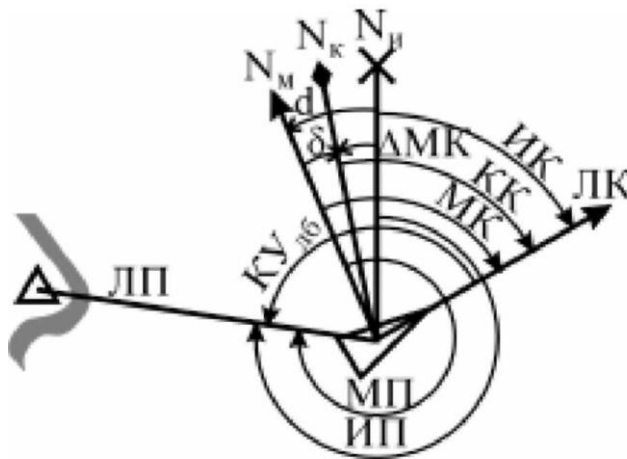


Рисунок 9 – Пример решения на чертеже

Способы определения поправок курсоуказателей по пеленгу створа навигационных ориентиров и по сличению курсов.

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

$$\Delta \text{МК} = \text{ОИП} - \text{ОКП}, \quad \delta = \Delta \text{МК} - d \quad (4.8)$$

Пример В.

$$\text{ОИП} = 210^\circ, 0; \quad \text{ОКП} = 218^\circ, 5; \quad d = 5^\circ, 5 \text{ w.}$$

Решение:

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

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

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

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

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

$$\delta \text{ п} = \delta \text{ гл} + (\text{КК}_{\text{гл}} - \text{КК}_{\text{п}}) \quad (4.9)$$

Пример Г.

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

$$\delta \text{ п} = ?$$

Решение:

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

Решить задачи по вариантам.

5.5 Расчет пройденного судном расстояния, расчет скорости хода и поправок лага

Пройденное судном расстояние рассчитывается по формулам:

$$\text{а) по лагу: } S_{\text{л}} = K_{\text{л}} \cdot \text{РОЛ} \text{ (мили);} \quad (5.1)$$

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

$K_{\text{л}}$ – коэффициент лага;

РОЛ – разность отсчётов в показаниях лага настоящего и предыдущего.

$K_{\text{л}}$ и РОЛ рассчитываются по формулам:

$$K_{\text{л}} = 1 + \frac{\Delta I \%}{100} \quad (5.2)$$

$$\text{РОЛ} = \text{ОЛ}_2 - \text{ОЛ}_1 \text{ (мили);} \quad (5.3)$$

где ОЛ_1 – предыдущий отсчёт показания лага; ОЛ_2 – настоящее показание лага.

б) по оборотам движителей:

$$S_{\text{об}} = V_{\text{об}} \cdot t \text{ (мили)} \quad (5.4)$$

где $V_{\text{об}}$ – скорость хода судна, соответствующая заданному числу оборотов движителей (узлы);

t – промежуток времени между заданными моментами (часы).

При плавании с относительным лагом в районах с течением необходимо помнить, что относительный лаг течение не учитывает, т.е. определяет скорость судна относительно воды. Поэтому расчеты необходимо производить с учетом путевой скорости судна:

$$\overline{V_{\text{п}}} = \overline{V_{\text{о}}} + \overline{V_{\text{т}}} \quad (5.5)$$

При попутном течении $V_{\text{п}} = V_{\text{о}} + V_{\text{т}}$, при встречном течении $V_{\text{п}} = V_{\text{о}} - V_{\text{т}}$

$$t = \frac{S}{V_{\text{п}}}$$

Тогда время плавания

$$\text{Расстояние} \quad S = K_{\text{л}} \cdot \text{РОЛ} + V_{\text{т}} \cdot \frac{t_{\text{мин}}}{60}, \text{ или} \quad S = (V_{\text{о}} + U_{\text{т}}) \cdot t \quad (5.6)$$

Порядок расчета предвычисления времени прихода судна в заданную точку:

а) с карты снимают расстояние до заданной точки (S);

б) рассчитывают промежуток времени ($t_{\text{ч}}$), необходимый для прохождения расстояния S с заданной скоростью V :

$$t_{\text{ч}} = \frac{S_{\text{мили}}}{V_{\text{уз}}}$$

$$t_{\text{мин}} = \frac{S_{\text{мили}}}{V_{\text{уз}}} \cdot 60$$

в) определяют $T_{2(ч, мин)} = T_{1(ч, мин)} + t_{мин} ;$

г) рассчитывают $РОЛ = \frac{S}{K_{Л}}$

д) определяют $ОЛ_2 = ОЛ_1 + РОЛ$

S рассчитывается и записывается с точностью до 0,1 мили, V – до 0,1 уз., $ДЛ\%$ – до 0,1 %, $K_{Л}$ – до 0,001, T (момент по часам) – ч, мин., t – (время движения) – ч, мин.

Решить задачи по вариантам

5.6 Аналитическое счисление. Расчет координат места судна, курса и плавания

Расчет координат пункта прихода (φ_2, λ_2), если плавание совершается одним курсом (K). Расчет φ_2, λ_2 выполняется по формулам:

$$\begin{aligned} \varphi_2 &= \varphi_1 + \Delta\varphi ; \Delta\varphi = S \cdot \cos K ; & \varphi_{ср} &= \varphi_1 + 0,5 \cdot \Delta\varphi \\ \lambda_2 &= \lambda_1 + \Delta\lambda ; & \Delta\lambda &= W \cdot \sec \varphi_{ср} \end{aligned} \quad (1)$$

$$W = S \cdot \sin K$$

(Расчеты производятся в минутах)

K – величина ИК или $ПУ_{\alpha}$ с учетом дрейфа, применяется в четвертной системе счета (K^1). Это позволяет определить знак $\Delta\varphi$ и W (отш).

$$\Delta\varphi \text{ к N } + , \quad \Delta\varphi \text{ к S } - , \quad W(\text{отш}) \text{ к E } + , \quad W(\text{отш}) \text{ к W } - .$$

Знак $\Delta\lambda$ совпадает со знаком W (отш).

Пример: $ПУ_{\alpha} = 230^\circ$, $\Delta\varphi_c -$, $W_c -$.

$$K^1 = 230^\circ - 180^\circ = 50^\circ.$$

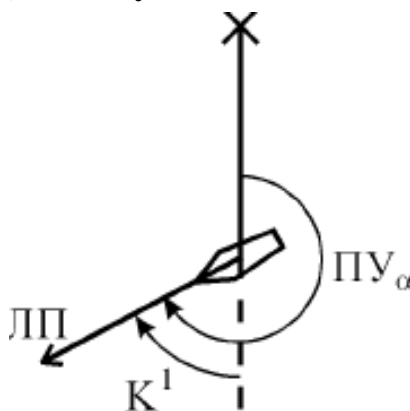


Рисунок 1 – Пример решения на рисунке

При использовании для расчетов $\Delta\varphi$ и W табл. 2.28а МТ-2000, если S до 100 миль, то величины $\Delta\varphi$ (РШ) и W (ОТШ) выбираются по значению K (или $ПУ_\alpha$) от 0° до 45° по верхней части, от 45° до 90° – с нижней части таблицы.

Если S превышает 100, то оно разбивается на несколько слагаемых, равных или меньших 100 миль, по которым и выбирают $\Delta\varphi_i$ и W_i , а затем определяют суммарное значение $\Delta\varphi$ и W .

Определение направления (K или $ПУ$) и расстояния (S или D) между двумя пунктами, координаты которых известны: (рис.2).

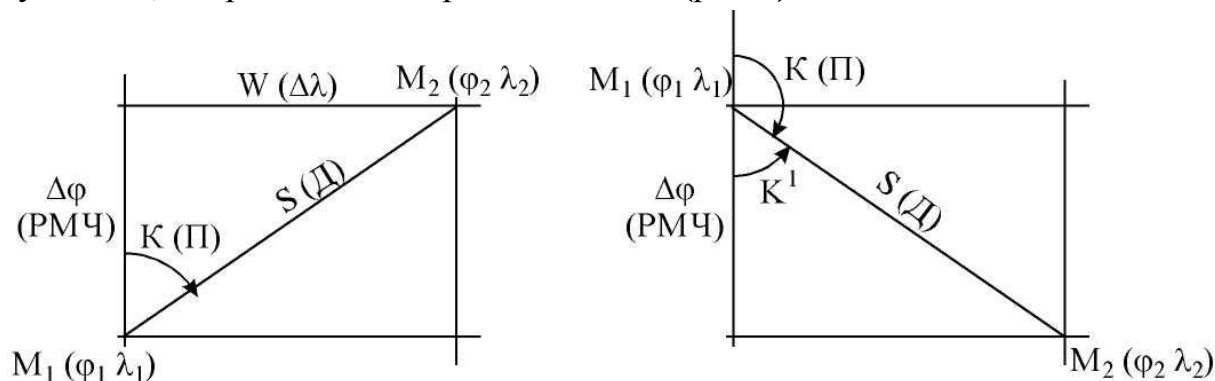


Рисунок 2– Определение и расстояния

Для определения K (Π) и S (D) применяют формулы простого аналитического счисления. Вначале необходимо рассчитать

$$\Delta\varphi^1 = \varphi_2 - \varphi_1;$$

$$РМЧ^1 = МЧ_2 - МЧ_1$$

$$\Delta\lambda^1 = \lambda_2 - \lambda_1;$$

$МЧ_1$ выбирают по φ_1 , $МЧ_2$ - по φ_2 из табл. 2.28а МТ-2000 .

Расчет РШ = $(\varphi_2 - \varphi_1)'$; РД = $(\lambda_2 - \lambda_1)'$; РМЧ = $(МЧ_2 - МЧ_1)'$ - в минутах.

Далее необходимо определить четверть горизонта, в которой определяется направление K (Π), так как это значение по формулам определяется в четвертом счёте. Для этого необходимо построить рисунок 2 (или в других четвертях), чтобы определить значение K (Π) в круговом счёте. Выполняем расчет K (Π) и S (D) по формулам

$$\operatorname{tg} K(K^1) = \frac{\Delta\lambda^1}{РМЧ^1}; \quad K(K^1) = \operatorname{arctg} \frac{\Delta\lambda^1}{РМЧ^1} \quad (2)$$

Значение K^1 определить по рисунку 3

В случае, если K^1 в иной четверти, чем NE (1), то, определив наименование четверти, рассчитывают K в круговом счёте (рисунок 3)

$$S = \Delta\varphi \cdot \sec K(K^1) \quad (3)$$

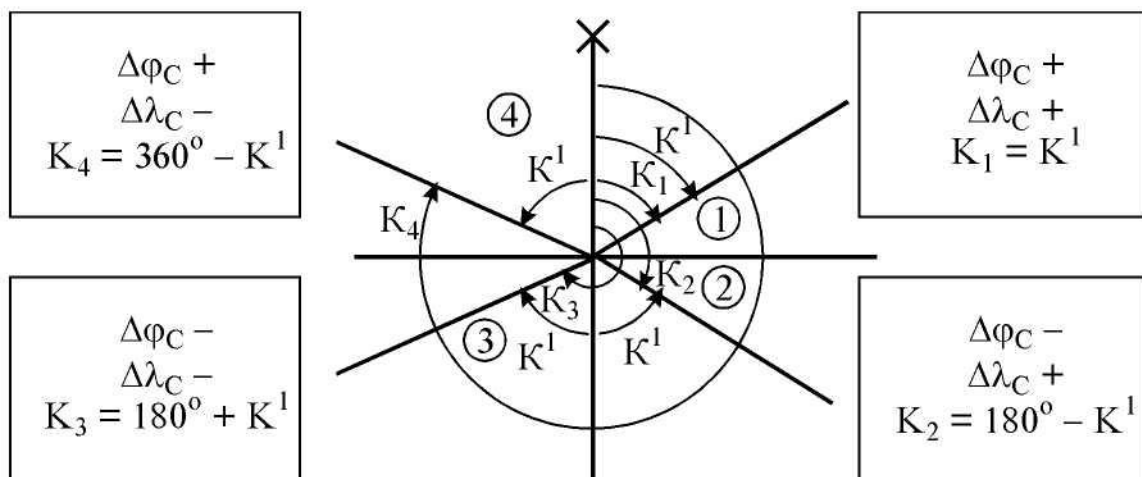


Рисунок 3– Расчет K в круговом счете

Если значение $K(K^1) \approx 90^\circ$ (270), то расчет S выполняют по формуле

$$S = \Delta\lambda \cdot \cos\varphi_{cp} \cdot \operatorname{cosec}K(K^1) = W \cdot \operatorname{cosec}K(K^1) \quad (4)$$

Пример: Рассчитать постоянный курс и расстояние между этими точками.

$$\varphi_1 = 20^\circ 14',6 \text{ S}, \quad \lambda_1 = 5^\circ 22',7 \text{ W}$$

$$\varphi_2 = 23^\circ 29',4 \text{ S}, \quad \lambda_2 = 2^\circ 06',9 \text{ E.}$$

Решение.

1. Расчет РД, РШ и РМЧ:

$$\text{РД} = \lambda_2 - \lambda_1 = 02^\circ 06',9 \text{ E} - 05^\circ 22',7 \text{ W} = 07^\circ 29',6 \text{ к E} = 449,6' \text{ к E}$$

$$\text{РШ} = \varphi_2 - \varphi_1 = 23^\circ 29',4 \text{ S} - 20^\circ 14',6 \text{ S} = 03^\circ 14',8 \text{ к S} = 194',8 \text{ к S}$$

$$\text{РМЧ} = \text{МЧ}_2 - \text{МЧ}_1 = 1441',4 - 1232',7 = 208',7 \text{ к S}$$

2. Расчет курса:

$$\text{РД}_1 = 449,6' \text{ к E} \quad \text{РМЧ} = 208',7 \text{ к S}$$

$$\operatorname{tg}K(K^1) = \frac{\Delta\lambda^1}{\text{РМЧ}^1} = 2,15428 = 65^\circ 06',0 \text{ SE} = 114^\circ 54' \approx 115^\circ$$

3. Расчет плавания:

$$\text{РШ} = 194',8 \text{ к S.} \quad K = 114^\circ 54'. \quad S = \Delta\varphi \cdot \sec K(K^1) = 194',8 \cdot 2,369 = 461',61$$

$$S = 461,6 \text{ мили}$$

Решить задачи по вариантам

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ ПРОКЛАДКИ

Навигационная прокладка выполняется на морской навигационной карте масштаба М 1:200 000 с учетом требований РШС-89.

6.1 Графическое счисление пути судна с учетом циркуляции

Точки наносятся на карту с помощью параллельной линейки и измерителя по координатам. Расстояния измеряются по боковой рамке карты (шкале минут широты - морских миль) - на средней широте измеряемого отрезка.

Толщина проводимых линий на карте должна быть равна толщине линий меридианов и параллелей.

Все условные обозначения должны соответствовать РШС-89.

При ведении графического счисления надлежит помнить следующее:

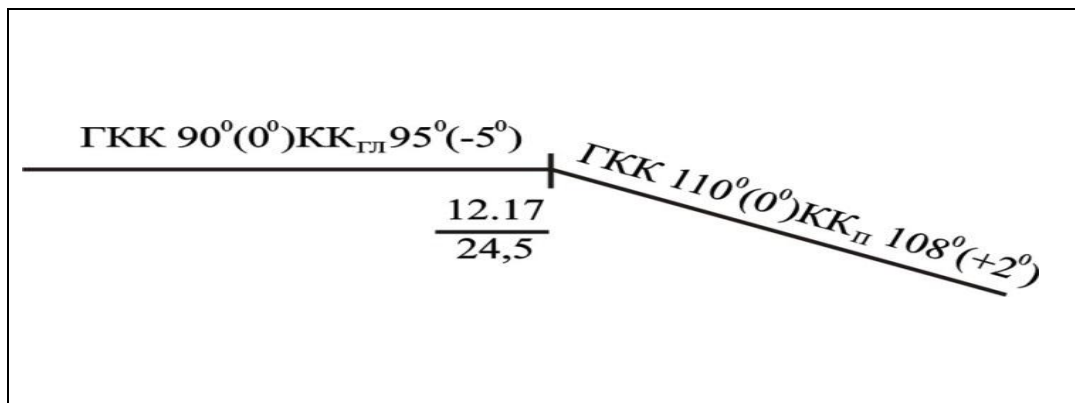
- а) на карте всегда прокладываются только истинные направления (ИК, ИП);
- б) на карте всегда прокладываются только истинные расстояния;
- в) над каждой линией курса пишется компасный курс ГKK или КК (курсоуказатель, по которому ведется счисление) и в скобках - знак и величина поправки курсоуказателя.

г) Счислимое место на карте обозначается поперечной чертой длиной 3-4 мм.

д) время и отсчет лага на данный момент записывается у счислимого или
определенного места в виде дроби. $\frac{12.10}{73.6}$.

Направление линий измеряется с помощью штурманского транспортира с точностью до $0,1^\circ$.

При повороте судна на новый курс до 30 градусов на картах масштаба 1:200 000 циркуляция не показывается.



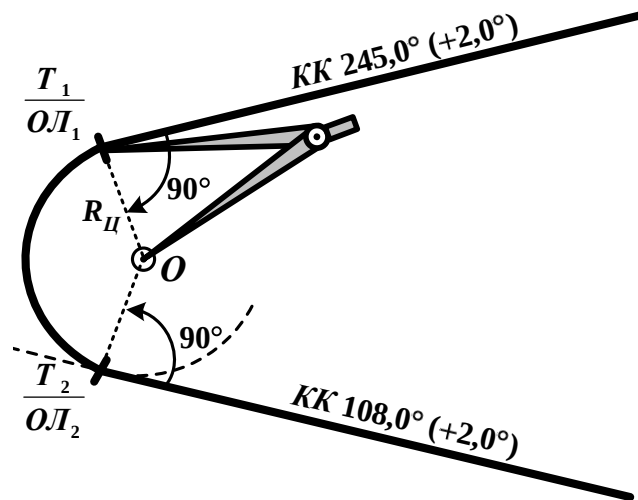


Рисунок 1 – Определение точки окончания поворота

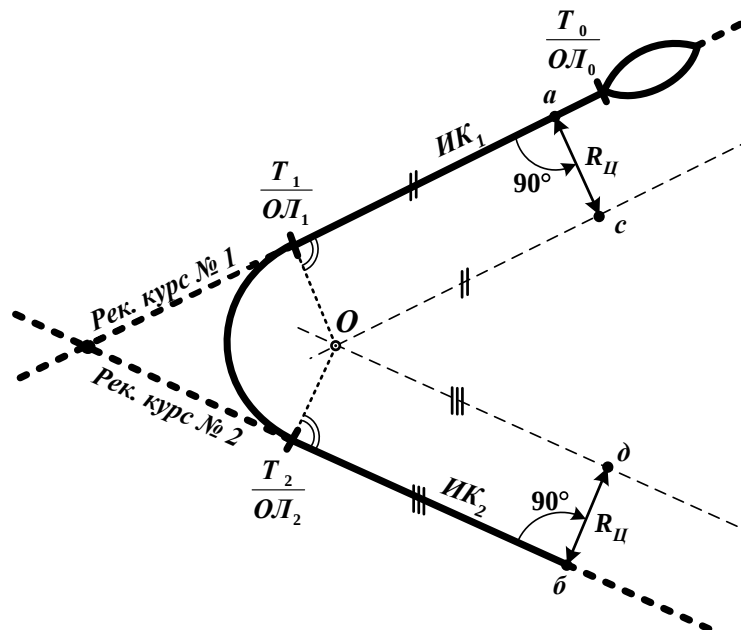


Рисунок 2 – Определение точки начала поворота

2. Рассчитывается промежуточное плавание $d = 2R_c \sin \alpha / 2$,

где R_c - радиус установившейся циркуляции (выбирается из таблицы маневренных элементов).

3. Из точки А прокладывается линия ИК_{ср} и по ней, от точки А, промежуточное плавание d . В результате будет получена точка В конца поворота.

4. Из точки В прокладывается линия ИК₂,

5. Траекторию движения судна из точки А в точку В по циркуляции можно провести в виде дуги окружности радиусом R_c , соединяющей точки А и В.

6. Рассчитывается плавание на циркуляции (расстояние поворота).

$$S_\alpha = 0,017 R_c \alpha^\circ$$

7. Рассчитывается продолжительность поворота

$$t_\alpha = \frac{T_{180}}{180} \alpha^\circ,$$

где T_{180} - полупериод циркуляции (выбрать из таблицы маневренных элементов).

8. Рассчитывается РОЛ между точкой А и В

$$\text{РОЛ} = S_\alpha / k_\lambda,$$

где k_λ - коэффициент лага.

9. Рассчитывается время и отсчет лага в точке В

$$T_B = T_A + t_\alpha;$$

$$\text{ОЛ}_B = \text{ОЛ}_A + \text{РОЛ}.$$

Обратная задача:

Заданы линия начального курса (ИК₁) и линия нового курса (ИК₂). Требуется определить положение точки А, в которой следует начать поворот, чтобы после циркуляции оказаться на заданной линии нового курса, и положение точки В конца поворота.

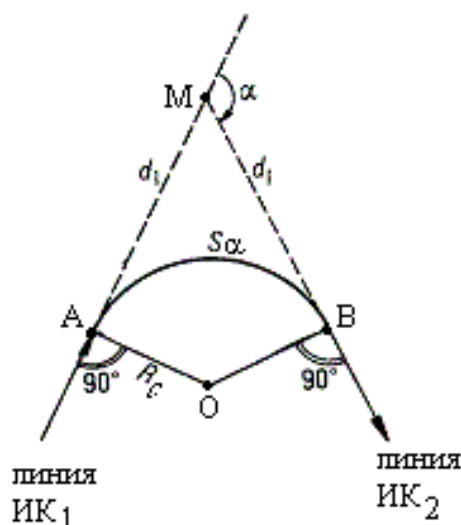


Рисунок 5 – Обратная задача

1. При заданном угле перекладки руля δ_R рассчитывается расстояние до нового курса $d_1 = R_c \operatorname{tg} \alpha / 2$,

2. Расстояние d_1 откладывается от точки М пересечения начального и нового курсов по линиям ИК₁ и ИК₂. В результате будут получены точка начала поворота А и точка окончания поворота В.

3. Время и отчёт лага рассчитываются также, как и при решении прямой задач.

После расчёта элементов циркуляции при решении обеих задач (прямой и обратной) рассчитывается расстояние "мертвого" промежутка

$$S_M = V \cdot t_M,$$

t_M – время "мертвого" промежутка (определяется экспериментально).

6.2 Графическое счисление пути судна с учетом дрейфа

С началом учета дрейфа определяется величина угла дрейфа α в градусах по таблице №7 из рабочих таблиц штурмана. Знак (+) или (-) определяется исходя из курсового угла кажущегося ветра. Если кажущийся ветер при движении судна направлен в левый борт, то знак (+), если в правый борт, то знак (-).

При учете дрейфа от счислимой точки на карте тонкой чертой проводится отрезок линии курса длиной 5 см по направлению ИК = ГKK + ΔГK, а от счислимой точки проводится толстой чертой (толщиной линий меридианов и параллелей на карте) линия пути судна. Направление ее рассчитывается по формуле:

$$ПУ\alpha = ИК + \alpha$$

Пример оформления счисления с учетом дрейфа показан на рисунке 1.

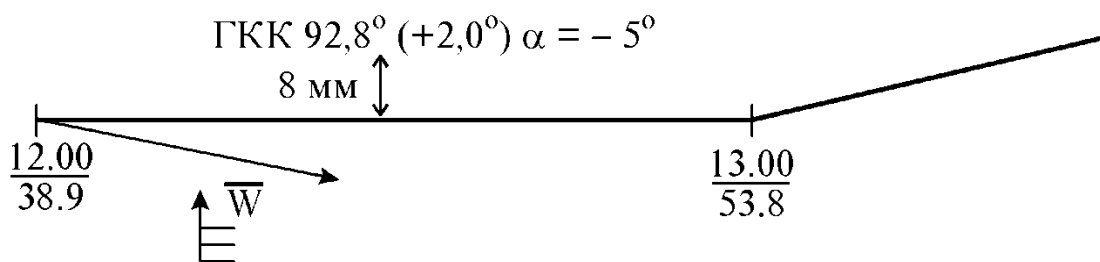


Рисунок 1 – Образец надписи на линии пути при дрейфе

При учете дрейфа, расстояния, проходимые судном, рассчитываются следующим образом:

при работающем лаге

$$S = k_{\text{л}} \cdot \text{рол.},$$

если лаг не работает, или имеются другие причины

$$S = V \cdot t.$$

6.3 Графическое счисление пути судна с учетом течения

Решение прямой задачи: (см. рисунок 1).

На карте с началом учета постоянного течения из счислимой точки строится треугольник скоростей. По линии курса (1) откладывается относительная скорость (2). Из конца отрезка по направлению K_T° строится вектор скорости постоянного течения (3). Соединяем концы векторов V_0 и V_T и получаем величину и направление вектора абсолютной скорости V (4).

Направление $ПУ_\beta$ снимается транспортиром и параллельной линейкой с карты (5). Рассчитывается угол сноса на течение (6).

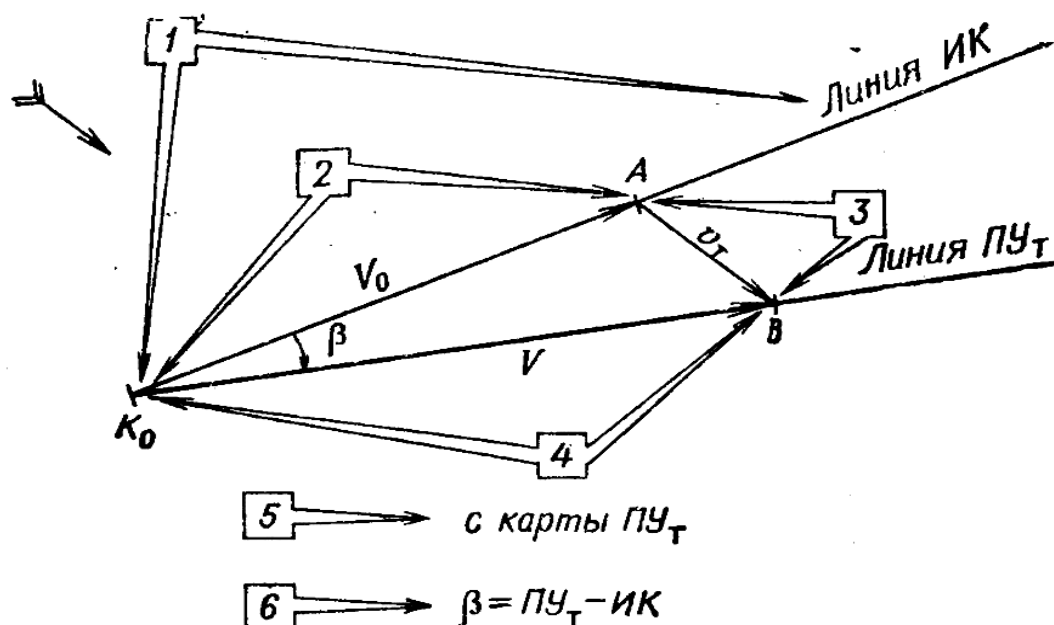


Рисунок 1 – Порядок решения прямой задачи с учетом течения

Решение обратной задачи: (см. рисунок 2)

1. От счислимой точки на карте прокладывается линия пути, по которой перемещается судно ЛП_β.
2. От счислимой точки строится вектор скорости постоянного течения V_T .
3. Из конца вектора V_T раствором циркуля, равным $V_{\text{л}}$ (относительная скорость судна), делается засечка на линии пути. Накладывается параллельная линейка, соединяется конец вектора V_T и место засечки и смещается параллельно в место счислимой точки.
4. Проводим тонкую черту — линию курса (ЛК).
5. Снимаем транспортиром направление линии курса — определяем величину ИК. Рассчитываем курс, назначаемый рулевому $КК = ИК - \Delta К$.
6. Рассчитываем величину угла сноса от течения $\beta = ПУ_\beta - ИК$.

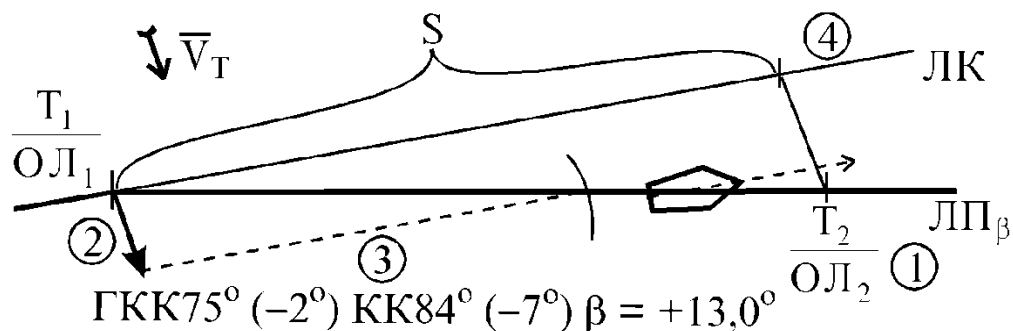


Рисунок 2 – Порядок решения обратной задачи с учетом течения

При учете постоянного течения расстояние, проходимое судном относительно воды (поверхности моря) откладывается по линии курса. Далее от полученной точки проводят линию по направлению K_T° до пересечения с линией пути. Полученная точка и есть фактическое счислимое место судна. (см. рисунок 3)

Диаметральная плоскость судна всегда располагается по направлению ИК. Тогда $ИП = ИК + КУ$. Если дан траверз ориентира, то

$$ИП_\perp = ИК \pm 90^\circ.$$

На карте это выполняется следующим образом:

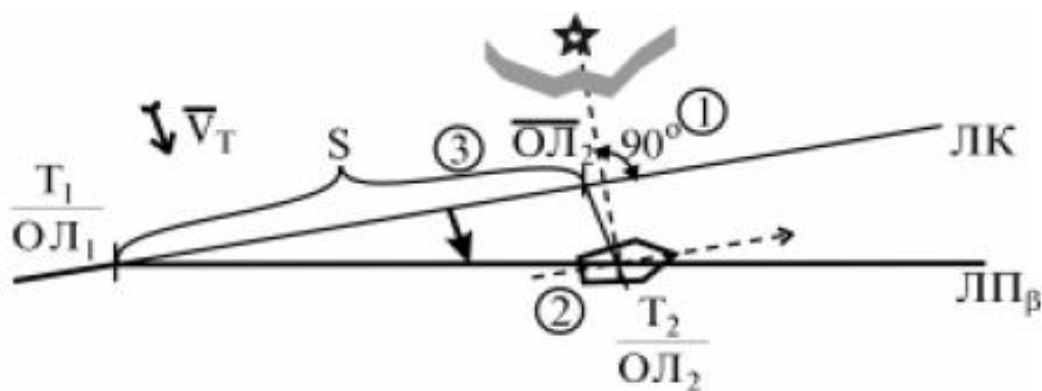


Рисунок 3 – Определение положения судна на момент траверза

Расчет времени T_2 и $ОЛ_2$ во время траверза. Расчет выполняется так:

1. Рассчитывается $ИП_\perp$ и прокладывается от ориентира до пересечения линии пеленга с линией пути - $ЛП_\beta$.

2. Из полученной точки проводим направление, обратное K_T° ($-K_T^\circ$), до пересечения с линией курса (ЛК).

3. Получаем точку на ЛК и снимаем от нее расстояние S до начальной счислимой точки (T_1 и $ОЛ_1$).

4. Рассчитываем

$$T_2 = T_1 + \frac{S}{V}; \quad ОЛ_2 = ОЛ_1 + \frac{S}{K_L};$$

6.4 Графическое счисление пути судна при совместном учете дрейфа и течения

Решение прямой задачи: (см. рис. 1)

1. Рассчитывается $ИК = КК + \Delta К$. Линия курса (ЛК) прокладывается тонким отрезком длиной 5 см от счислимой точки по направлению ИК.

2. Рассчитывается $ПУ_{\alpha} = ИК + \alpha$ и прокладывается тонкая линия пути при дрейфе от счислимой точки.

3. По линии пути от дрейфа откладывается вектор скорости судна $V_{\text{л}}$.

4. Из конца вектора $V_{\text{л}}$ по направлению $К^{\circ}_{\text{т}}$ откладываем вектор скорости постоянного течения $V_{\text{т}}$.

5. Соединяем счислимую точку с концом вектора течения $V_{\text{т}}$, получаем направление линии пути суммарного сноса ЛП_с (ПУ_α).

$$ПУ_{\text{с}} = ИК + C = ИК + \alpha + \beta \quad (1)$$

Угол между линией пути с учетом дрейфа и линией пути совместного учета сноса является углом сноса от течения

$$\beta = ПУ_{\text{с}} - ПУ_{\alpha} \quad (2)$$

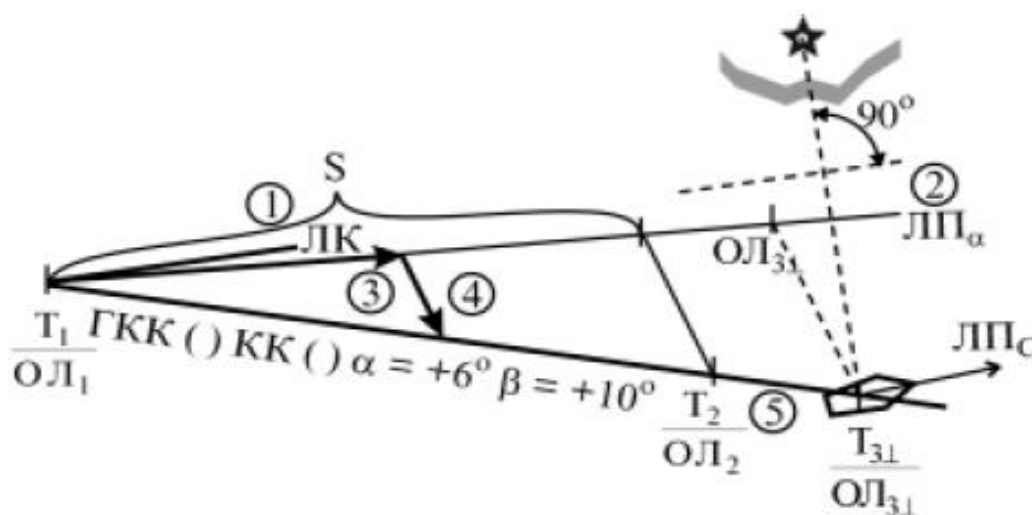


Рисунок 1– Порядок решения прямой задачи при совместном учете дрейфа и течения

Скоростной треугольник строится относительно линии пути при дрейфе

Решение обратной задачи при совместном учете дрейфа и течения:

Выполняется в обратной последовательности. Известно, направление линии пути с учетом течения и дрейфа - ЛП_с. От счислимой точки откладывается направление вектора постоянного течения. И далее повторяются действия, уже указанные в решении обратной задачи при течении.

7. ВАРИАНТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ (РГЗ/КР).

Расчет разности широт, разности долгот, координат пунктов отхода и прихода

№ Вар	Задача 1 $\Delta \varphi=? \Delta \lambda=?$		Задача 2 $\varphi_2=? \lambda_2=?$		Задача 3 $\varphi_1=? \lambda_1=?$	
	φ_1 φ_2	λ_1 λ_2	φ $\Delta \varphi$	λ_1 $\Delta \lambda$	φ_2 $\Delta \varphi$	λ_2 $\Delta \lambda$
1	20° 05' N 50° 05' N	18° 00' W 5° 00' W	50° 35' N 28° 05' κS	5° 00,0' W 77° 30' κW	60° 05' N 09° 25' κN	171° 30' E 10° 20' κE
2	0° 30' S 45° 45' S	75° 00' E 105° 30' E	60° 00' S 100° 0' κN	165° 00,0' E 30° 00' κ E	14° 50' N 15° 00' κS	110° 10' E 150° 10' κE
3	60° 00' N 50° 00' N	172° 30' E 172° 30' W	15° 15' N 70° 2' κS	52° 30' E 113° 00' κE	60° 00' S 65° 30' κS	75° 00' E 20° 00' κW
4	45° 30' S 70° 45' S	150° 00' W 172° 30' E	45° 30' N 40° 30' κS	165° 55' W 25° 05' κW	09° 50' S 25° 15' κS	157° 25' W 42° 20' κE
5	65° 00' N 60° 00' S	37° 30' W 22° 30' E	50° 05' S 30° 00' κN	5° 00,0' E 13° 00' κW	75° 20' N 15° 07' κN	15° 30' E 22° 50' κE
6	80° 00, 'N 70° 00' N	105° 00,0' E 179° 00' W	60° 00,0' S 65° 00' κN	67° 30' W 75° 00' κE	45° 30' N 08° 00' κS	140° 45' E 10° 15' κE
7	45° 00' N 37° 20' N	50° 00' E 52° 50' E	40° 00' S 75° 00' κN	75° 00' W 145° 00' κW	30° 07' N 81° 22' κN	165° 30' W 49° 15' κE
8	0° 30,5' N 45° 41' N	135° 00' E 165° 05' W	45° 10' N 14° 05' κN	138° 15' E 12° 05' κ E	18° 05' N 36° 10' κN	110° 10' W 35° 10' κW
9	55° 10' S 15° 15' N	165° 30' E 52° 30' E	30° 06' N 30° 44' κN	175° 00' E 34° 55' κE	18° 30' N 25° 13' κN	158° 07' W 43° 46' κE
10	22° 30' N 50° 35' N	82° 30' W 5° 00' W	70° 30' S 19° 30' κN	165° 00' W 55° 00' κW	65° 00' S 130° 00' κS	30° 15' W 7° 15' κE
11	0° 30' S 45° 45' S	75° 00' E 105° 30' E	60° 00' S 100° 0' κN	165° 00,0' E 30° 00' κ E	14° 50' N 15° 00' κS	110° 10' E 150° 10' κE
12	60° 00' N 50° 00' N	172° 30' E 172° 30' W	15° 15' N 70° 2' κS	52° 30' E 113° 00' κE	60° 00' S 65° 30' κS	75° 00' E 20° 00' κW
13	45° 30' S 70° 45' S	150° 00' W 172° 30' E	45° 30' N 40° 30' κS	165° 55' W 25° 05' κW	09° 50' S 25° 15' κS	157° 25' W 42° 20' κE
14	65° 00' N 60° 00' S	37° 30' W 22° 30' E	50° 05' S 30° 00' κN	5° 00,0' E 13° 00' κW	75° 20' N 15° 07' κN	15° 30' E 22° 50' κE
15	80° 00, 'N 70° 00' N	105° 00,0' E 179° 00' W	60° 00,0' S 65° 00' κN	67° 30' W 75° 00' κE	45° 30' N 08° 00' κS	140° 45' E 10° 15' κE

Решение 1-й задачи пояснить чертежом.

Расчет дальности видимого горизонта и дальности видимости ориентиров в море.

№ Вар.	Задача 1 Д _е =?	Задача 2 Д _п =?		Задача 3 Д _о =?	
	е	е	h	Д _к	е
1	26	9	36	20	9
2	4	8	15	15	8
3	25	3	24	14	3
4	6	6	10	10	12
5	24	12	10	12	15
6	8	15	8	16	9
7	23	10	6	30	8
8	10	36	9	24	3
9	20	10	12	20	12
10	18	24	3	8	15
11	21	8	15	15	8
12	23	3	24	14	3
13	24	6	10	10	12
14	25	12	10	12	15
15	16	15	8	16	9

Определение направлений в море с использованием систем счета, расчет направлений относительно географического меридиана и диаметральной плоскости судна.

В задаче 1 - выразить в четвертной и круговой системах счёта следующие румбы.

В задаче 2 - направление в круговом счете перевести в полукруговой и четвертной.

В задачах с 3 по 5 - определить истинные направления и построить чертежи на отдельном листе.

№ вар.	Задача 1	Задача 2	Задача 3	ИП=?	Задача 4	КУ=?	Задача 5	ИК=?
			ИК	КУ	ИК	ИП	ИП	КУ
1	WtS	319°	180,0	45п/б	90,0	180,0	360,0	90п/б
2	NNW	17°	270,0	90л/б	360,0	90,0	360,0	90л/б
3	SSE	298°	360,0	45п/б	180,0	270,0	90,0	45п/б
4	WSW	47°	90,0	45л/б	270,0	360,0	90,0	45л/б
5	EtN	239°	270,0	45л/б	180,0	90,0	180,0	90п/б
6	ESE	67°	180,0	90п/б	90,0	360,0	180,0	90л/б
7	NEtE	271°	180,0	90л/б	270,0	180,0	270,0	90п/б
8	ENE	92°	90,0	45п/б	360,0	270,0	270,0	90л/б
9	NtW	357°	270,0	90п/б	90,0	45,0	270,0	45п/б
10	NWtN	112°	360,0	45л/б	180,0	225,0	270,0	45л/б
11	ESE	215°	180,0	90п/б	90,0	360,0	180,0	90л/б
12	NetE	127°	180,0	90л/б	270,0	180,0	270,0	90п/б
13	ENE	339°	90,0	45п/б	360,0	270,0	270,0	90л/б
14	NtW	147°	270,0	90п/б	90,0	45,0	270,0	45п/б
15	NWtN	245°	360,0	45л/б	180,0	225,0	270,0	45л/б

Расчет направлений в море с использованием гироскопического компаса (ГК) и магнитного компаса (МК), расчет поправки гироскомпаса (ΔГК) и поправки магнитного компаса (ΔМК).

В задаче 1 определить ΔГК по пеленгу на отдаленный ориентир. Судно стоит у причала. Измерили ГКП. По карте измерили ИП.

В задаче 2 привести d к году плавания (2016).

В задаче 3 определить ΔМК на ходу по сличению. Одновременно измерили по гироскомпасу ГКК, по магнитному компасу КК.

В задаче 4 рассчитать ΔМК.

В задаче 5 рассчитать КК, δ, ИП, КУ.

В задачах 1, 4, 5 построить чертежи на отдельном листе.

№	Задачи												
	1. ΔГК=?		2. d2018=?		3. ΔМК=?			4. ΔМК=?		5.КК, ИП,КУ, δ=?			
	ГКК	ИП	d 2008	d° 1	ГКК	КК°	ΔГК°	d°	δ°	ИК	КП	ΔМК	d
1	230,3	229,0	3,9°W	0,2кW	198,4	204	-2,0	8,0W	+4,0	310	25	+14°	17°E
2	57,3	58,1	2,1°W	0,4кE	36,5	48	+1,5	3,5E	-5,6	310	44	-11°	14°W
3	120	122	4,3°E	0,05кE	268,5	270	-0,5	5,3W	+2,7	30	322	+9°	12°E
4	220,5	219	0,1°W	0,1к E	182	185	-3	2,1E	-3,5	300	358	+7°	11°E
5	332,5	330	3,9°W	0,1к W	315	320	+2	3,8E	+2,2	305	52	-7°	9°W
6	86,5	85	2,2°E	0,3к E	225,5	220	-1,5	15E	-5,7	342	42	+7°	10°E
7	153	150	2,3°W	0,4к E	86	95	+1,0	3,3W	+1,7	331	82	-6°	9°W°
8	235	230	2,9°E	0,2к E	268,5	270	-3,5	5,7E	+1,3	317	60	+7°	10°E
9	288	286	3,6°W	0,5к E	103,5	100	+2,5	6,5E	+2,7	40	313	-6°	10°W
10	64	61	0,7°E	0,2к W	5,5	10	-2	4,5E	-2,2	329	69	+7°	10°E
11	98,3	101	5,9°E	0,15к E	192	205	+1,0	0,1W	-14,1	37	323	-11°	14°W
12	245,5	240	7,2°W	0,45к E	272,5	280	-2,5	1,9W	+11,2	328	55	+5°	7°E
13	356,7	0	11, °2E	0,2к W	18	30	+3	2,1E	-8,2	45	279	+9°	13°E
14	32	29,5	9,8°W	0,05к E	134	142	-4	2,9E	+7,9	331	82	-6°	9°W
15	56,5	53	12,3°W	0,1к W	231,5	238	+1,5	10,2E	+0,2	130	161	+9°	11°E

**Расчет пройденного судном расстояния и поправок лага,
предвычисление времени прихода судна в заданную точку.**

№	Задача 1		Задача 2			Задача 3				
	ΔЛ%=? КЛ=?		S = ?(мили)			T ₂ = ? , ОЛ ₂ = ?				
	S	РОЛ	ОЛ ₁	ОЛ ₂	ΔЛ%	T ₁	ОЛ ₁	S	ΔЛ	V
1	20.3	19.0	11.5	17.6	-5,0	10.30	91.0	2.5	0.0	18
2	19.0	20.2	24.0	30.2	+6,0	11.24	05.8	4.8	0.0	18
3	21.4	20.1	18.1	29.2	0,0	11.40	10.6	0.8	0.0	18
4	20.1	21.4	14.2	17.8	-4,0	14.30	80.0	5.6	+8.0	10
5	15.3	14.0	35.4	48.6	-3,0	15.20	35.0	8.0	+2.0	16
6	14.0	15.3	57.6	68.9	+7,0	21.40	20.6	3.8	+4.0	14
7	11.5	10.2	8.1	9.2	+8,0	16.10	18.5	12.0	-2.0	20
8	10.2	11.5	13.5	28.7	-6,0	23.00	04.2	2.0	+2.0	16
9	5.2	4.9	16.0	21.2	-5,0	04.20	07.0	6.1	-6.0	24
10	14.9	15.9	89.6	99.1	+4,0	01.00	47.3	14.8	-4.0	22
11	20.3	19.0	11.5	17.6	-5,0	10.30	91.0	2.5	0.0	18
12	19.0	20.2	24.0	30.2	+6,0	11.24	05.8	4.8	0.0	18
13	21.4	20.1	18.1	29.2	0,0	11.40	10.6	0.8	0.0	18
14	20.1	21.4	14.2	17.8	-4,0	14.30	80.0	5.6	+8.0	10
15	15.3	14.0	35.4	48.6	-3,0	15.20	35.0	8.0	+2.0	16

Расчет координат места судна, курса и плавания. Аналитическое счисление.

Задача 1. Рассчитать по формулам координаты пункта прихода:

$\varphi_2 = ?$, $\lambda_2 = ?$.

№	φ_1	λ_1	S(мили)	ИК	α
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°42,1W	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	-4°
10	29° 03,2 S	95 ° 42,1 W	208,5	312, °0	-2°
11	32°06,4'N	55°22,1'W	52,0	25, °0	-----
12	32° 17,3 N	45°12,4 W	321,0	40, °0	-----
13	44 ° 12,1 N	179° 07,0 E	199,5	97, °0	-----
14	1° 27,3 N	165° 54,7 E	275,0	215, °5	-----
15	72 ° 22,3 N	164° 15,7 E	155,0	12°,5	-----

Задача 2. Рассчитать плавание и постоянный курс: S=?, ПУ=?
(промежуточные значения РШ=?, ОТШ=?, РД=?)

№	φ_1	λ_1	φ_2	λ_2
1	31°29,6'N	12°59,6'E	30° 08,0'S	11°06,3'E
2	30 °46,7 N	30°51,2'W	29 ° 20,4 N	32°30,9'W
3	20°10,0' S	57°30,0'E	16°46,0'N	96°10,0'E
4	19°23,0'N	171°13,8'E	9°14,5'S	157°51,0'W
5	18°31,0'N	156°59,0'E	12°11,3'S	168°45,2'E
6	7°15,6'S	155°36,0'W	18°21,0'N	168°17,6'E
7	8°14,3'S	170°15,6'E	19°36,0'N	155°17,0'W
8	19°54,0'N	169°14,8'E	11°14,5'S	156°18,0'W
9	18°49,0'N	156°21,0'W	11°49,3'S	169°17,3'E
10	60°58,7'N	4°27,2'E	64°32,3'N	1°27,6W
11	30°23,9'N	177°39,8'E	33°51,1'N	177°38,1'W
12	68°35,3'N	0°56,7'W	60°41,6'N	3°18,1'E
13	46°48,0'N	178°31,3W	34°23,8'N	167°50,2'E
14	60°18,4'N	4°23,8'E	65°52,4'N	11°18,9W
15	43°06,0'N	132°05,0'E	59°38,6'N	148°13,4'E

**Задание на контрольную навигационную прокладку:
«Графическое счисление пути судна на морской навигационной карте»**

Содержание задания и порядок отработки:

- Карта (ксерокопия карты) М 1:200 000.
- Δ ГК = - 2°0; Дц = 8 каб; Δ Л по табл.№ 5; α по табл.№7.
- На 20.00 судно находится в точке: φ ; λ . (выбираются самостоятельно).

№	Время	ОЛ	Содержание вводных
1	20.00	46.0	Легли на КК № 1. Дали ход $V = 6$ уз.
2	20.40	49.8	Начали учитывать постоянное течение. Кт – Vт. Данные о течении из таблицы. Дали ход $V = 10$ узлов.
3	22.35	67.5	Начали поворот влево. Руль Л-15.
4	22.38	67.9	Окончили поворот. Легли на КК № 2. Прекратили учитывать течение. Начали учитывать дрейф от ветра W. Данные о направлении ветра из таблицы.
5	24.00	?	$\varphi_c = ?$ $\lambda_c = ?$
6	00.15	82.9	Начали поворот влево. Руль Л – 15.
7	00.19	83.6	Окончили поворот. Прекратили учет дрейфа. Начали учитывать постоянное течение. Данные о течении из таблицы. Легли на КК =? с расчетом иметь путь ПУ β . Значение ПУ β из таблицы. Скорость хода $V = 18$ узлов.
8	01.30	104.9	Начали поворот влево. Руль Л-15.
9	01.35	05.9	Окончили поворот. Легли на КК № 3. Начали совместный учет дрейфа и течения. Данные о течении и ветре из таблицы. Уменьшили ход до $V = 12$ узлов.
10	01.45	?	$\varphi_c = ?$ $\lambda_c = ?$ Дали стоп. Легли в дрейф.

С выполненной навигационной прокладки на карте снять кальку для предъявления на проверку преподавателю.

Таблица данных по содержанию вводных.

№ вар.	КК № 1	КК № 2	КК № 3	ПУ _β	КТ-V _T	W
1	80° 0	10° 0	122° 0	260° 0	180° - 2 уз	90° - 18м/с
2	125° 0	55° 0	167° 0	305° 0	225° - 2 уз	135° - 18м/с
3	0° 0	290° 0	42° 0	180° 0	100° - 2 уз	10° - 18м/с
4	110° 0	40° 0	152° 0	290° 0	210° - 2 уз	120° - 18м/с
5	70° 0	0° 0	112° 0	250° 0	170° - 2 уз	80° - 18м/с
6	15° 0	305° 0	57° 0	195° 0	115° - 2 уз	25° - 18м/с
7	340° 0	270° 0	22° 0	160° 0	80° - 2 уз	350° - 18м/с
8	40° 0	330° 0	82° 0	220° 0	140° - 2 уз	50° - 18м/с
9	100° 0	30° 0	142° 0	280° 0	200° - 2 уз	110° - 18м/с
10	350° 0	280° 0	32° 0	170° 0	90° - 2 уз	0° - 18м/с

Таблица поправок лага .

V узл.	6	8	10	12	14	16	18	20
Δ Л%	+5,0	+7,0	+8,0	+6,0	+4,0	+2,0	0,0	-2,0

Таблица учета дрейфа .

W/V КУ°	0.5	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.0	2.2	2.5
	α°	α°	α°	α°	α°	α°	α°	α°	α°
50-130	0.5	1.0	1.5	2.0	3.5	5.0	6.0	7.5	9.5
60-120	0.5	1.0	1.5	2.5	4.0	5.5	7.0	8.5	11.0
70-110	0.5	1.0	2.0	2.5	4.0	6.0	7.5	9.0	11.5
80-100	0.5	1.0	2.0	3.0	4.5	6.5	8.0	9.5	12.5
90	0.5	1.5	2.0	3.0	4.5	7.0	8.0	10.0	13.0

8.ОБРАЗЦЫ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА И ФОРМЫ БЛАНКА ОТВЕТОВ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Морской институт

Кафедра «Судовождение и безопасность судоходства»

**РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ
(КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА)**

по дисциплине «Навигация и лоция»
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ЗАДАЧ НАВИГАЦИИ.
ГРАФИЧЕСКОЕ СЧИСЛЕНИЕ ПУТИ СУДНА

Вариант №__

Выполнил: обучающийся
группы С/Со,3_____

(инициалы, фамилия)

№ _____

(номер зачетной книжки)

Проверил: _____

(инициалы, фамилия)

Оценка: _____

«____» _____ 20__ г.

Севастополь

2019

Бланк ответов индивидуального задания Вариант №__

2.1 Расчет разности широт, разности долгот, координат пунктов отхода и прихода.

Задача 1	Задача 2	Задача 3
$\Delta \varphi =$	$\varphi_2 =$	$\varphi_1 =$
$\Delta \lambda =$	$\lambda_2 =$	$\lambda_1 =$

(Решение задачи 1 показать на чертеже)

2.2 Расчет дальности видимого горизонта и дальности видимости ориентиров в море.

Задача 1	Задача 2	Задача 3
$D_e =$ мили	$D_{\Pi} =$ мили	$D_o =$ мили

2.3 Определение направлений в море с использованием систем счета, расчет направлений относительно географического меридиана и диаметральной плоскости судна.

Задача 1	Задача 2	Задача 3	Задача 4	Задача 5
*	*	ИП=	КУ=	ИК=
**	**	-----	-----	-----

В задаче 1 (*) четвертной счет; (**) круговой счёт.

В задаче 2 (*) четвертной счет; (**) полукруговой счет.

(Решение задач 3, 4, 5. показать на чертеже)

2.4 Расчет направлений в море с использованием гироскопического компаса (ГК) и магнитного компаса (МК), расчет поправок $\Delta ГК$ и $\Delta МК$.

1. $\Delta ГК$	2. d	3. $\Delta МК$	4. $\Delta МК$	Задача 5
				КК= ИП= КУ= $\delta =$

(Решение задачи 5. показать на чертеже)

2.5 Расчет пройденного судном расстояния, расчет скорости хода и поправок лага.

Задача 1	Задача 2	Задача 3	Задача 3
$\Delta Л =$ % $Кл =$	$S =$ мили	$ОЛ_2 =$ мили	$T_2 =$ ч. м.

2.6 Расчет координат места судна, курса и плавания (аналитическое счисление).

1.	$\Delta \varphi =$	$w =$	$\Delta \lambda =$	$\varphi_2 =$	$\lambda_2 =$
2.	$\Delta \varphi =$	$w =$	$\Delta \lambda =$	$S =$	$ПУ =$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лентарев, А.А. Навигация: В 3 ч. Ч.: курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Лентарев. — Электрон. дан. — Владивосток: МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2013. — 130 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/20061>.
2. Чурин, М.Ю. Навигация и лоция. Методы навигации в особых условиях плавания [Электронный ресурс]: справочное пособие / М.Ю. Чурин. — Электрон. дан. — Нижний Новгород: ВГУВТ, 2018. — 40 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111594>.
3. Чурин, М.Ю. Навигация и лоция. Плавание по дуге большого круга [Электронный ресурс]: справочное пособие / М.Ю. Чурин. — Электрон. дан. — Нижний Новгород: ВГУВТ, 2018. — 28 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111595>.
4. Чурин, М.Ю. Навигация, ведение навигационной прокладки [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.Ю. Чурин. — Электрон. дан. — Нижний Новгород: ВГУВТ, 2015. — 136 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90990>.
5. Чурин, М.Ю. Навигация и лоция. Плавание в полярных районах [Электронный ресурс]: справочное пособие / М.Ю. Чурин, Р.С. Хвостов. — Электрон. дан. — Нижний Новгород: ВГУВТ, 2018. — 54 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/111596>.
6. Мореходные таблицы (МТ-2000, “Norie’s Nautical Tables”)
7. Морские лоции (дополнительно доступ к полной актуальной коллекции лоций через портал <https://msi.nga.mil/NGAPortal/MSI.portal> в компьютерном классе)
8. Бурханов М.В. Справочник штурмана: учебное пособие для вузов / М.В. Бурханов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Моркнига, 2010. — 400 с.

Издается в авторской редакции

Изд. № 176/19. Объем 2,5 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»