

Н.Сакеллари

Навигация

**Учебник для Военно-морского
училища им. М. В. Фрунзе и
Специальных курсов
командного состава МС РККА
им. ЦИК Татарской ССР**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 796
ББК 75.5
Н11

Н.Сакеллари

Н11 Навигация: Учебник для Военно-морского училища им. М. В. Фрунзе и Специальных курсов командного состава МС РККА им. ЦИК Татарской ССР / Н.Сакеллари – М.: Книга по Требованию, 2013. – 364 с.

ISBN 978-5-458-35243-7

Книга является одним из наиболее полных пособий по морской навигации и содержит обстоятельное и ясное изложение как теоретических вопросов кораблевождения, так и указания по практическому разрешению их на мостике корабля. Изложение сопровождается многочисленными примерами и упражнениями, дающими обширный материал для повторения и закрепления пройденного в памяти изучающих предмет. Книга предназначена в качестве учебника для Военно-морского училища им. М. В. Фрунзе и Специальных курсов командного состава МС РККА им. ЦИК Татарской ССР, по программам которых она и составлена. Настоящее издание является посмертным, но переработано и дополнено в рукописи автором

ISBN 978-5-458-35243-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
От автора.....	4
Введение	10

Глава I

Основные понятия

1. Форма и размеры земли	12
2. Для кораблевождения земля — шар	14
3. Морская миля	15
4. Различные единицы длины	16
5. Географические координаты: широта и долгота	19
6. Разность широт и разность долгот	21
7. Основные линии и плоскости	24
8. Румбы, курсы и пеленги	25
9. Деление истинного горизонта на 32 румба	26
10. Деление горизонта на градусы	29
11. Переход от одной системы к другой	30
12. Видимый горизонт и его дальность	31
13. Дальность видимости предмета	33
14. Влияние атмосферных условий	37
15. Упражнения к главе I	38

Глава II

Определение направления на море

16. Кораблевождение в древности	40
17. Изобретение компаса	40
18. Современные морские компасы	41
19. Земной магнетизм	41
20. Склонение компаса	43
21. Изменяемость склонения с течением времени	44
22. Пользование магнитными картами	46
23. Степень доверия к выбранному склонению	47
24. Магнитные аномалии и бури	48
25. Магнитные румбы, курсы и пеленги	49
26. Старая картушка	50
27. Девиация компаса	51
28. Компасные румбы, курсы и пеленги	52
29. Зависимость девиации от района плавания и от курса	53
30. Понятие об уничтожении девиации	54
31. Определение девиации	55
32. Определение девиации по створам	57
33. Определение девиации по пеленгу отдаленного предмета	61
34. Таблица девиации	62
35. Исправление румбов	64
36. Перевод румбов	66
37. Мнемонические правила	69
38. Заключение	70
39. Упражнения к главе II	71

Морские карты

40. О картографических проекциях	75
41. Подразделение карт	77
42. Масштабы карт	78
43. Предельная точность масштаба	79
44. Подразделение картографических проекций	81
45. Условия для построения морской карты	83
46. Элементарная теория меркаторской карты	84
47. Меридиональные части	85
48. Меридиональная разность широт	88
49. Составление меркаторской карты	89
50. Употребление меркаторских карт	94
51. Гномонические карты	99
52. Классификация морских карт	104
53. Оценка достоинства карты	107
54. Упражнения к главе III	108

Глава IV

Прокладка и счисление пути корабля

55. Прокладка и счисление	109
56. Ведение прокладки	110
57. Предварительная прокладка	112
58. Точность прокладки	113
59. Учет циркуляции корабля	117
60. Курсы корабля относительно ветра	119
61. Действие ветра на паруса	121
62. Определение величины дрейфа	123
63. Учет дрейфа	124
64. Лежание в дрейфе	126
65. Влияние течения	127
66. Плавание на постоянном течении	128
67. Плавание на течении приливо-отливном	130
68. Определение течения из наблюдений	132
69. Учет сноса корабля течением по таблицам	133
70. Основные формулы счисления	138
71. Таблицы 34 и 35 „Мореходных таблиц 1933 г.“	142
72. Простое счисление	145
73. Составное счисление	147
74. Навигационный журнал	153
75. Упражнения к главе IV	157

Глава V

Определение места корабля

76. Необходимость наблюдений	161
77. Сущность навигационных определений	161
78. Точность навигационных определений	162
79. Источники ошибок навигационных определений	164
80. Определение места по двум углам	167
81. Неопределенный случай при определении места по двум углам	169
82. Практическое выполнение определения места по двум углам	171
83. Определение места по трем пеленгам	174
84. Практическое выполнение определения места по трем пеленгам	176
85. Определение места по двум пеленгам	178
86. Практическое выполнение определения места по двум пеленгам	181

	Стр
87. Определение места по пеленгу и горизонтальному углу	182
88. Определение места по двум расстояниям	183
89. Определение расстояния дальномером	184
90. Определение расстояния по вертикальному углу	185
91. Определение места по пеленгу и расстоянию	187
92. Определение места по крюйс-пеленгу	190
93. Точность способа крюйс-пеленга	194
94. Практическое выполнение определения места по крюйс-пеленгу	196
95. Частные случаи крюйс-пеленга	198
96. Углы опасности	201
97. Опасное расстояние, опасный пеленг	202
98. Общие замечания об определении места	203
99. Задачи на прокладку	205
100. Упражнения к главе V	211

Глава VI

Плавание и определение места при особых обстоятельствах

101. Плавание в тумане	212
102. Старые воздушные туманные сигналы	212
103. Новейшие воздушно-звуковые отпавители	215
104. Оповещение своего места по курсу и глубинам	217
105. Определение места по подводному колоколу	221
106. Практическое выполнение определения места по подводному колоколу	223
107. Мембранные осцилляторы	225
108. Определение места по радио	226
109. Основания устройства радиопеленгаторных установок	227
110. Получение радиопеленгов с береговой станции	233
111. Описания морских радиосигналов	235
112. Точность получаемых радиопеленгов	236
113. Прокладка радиопеленгов на морских картах	237
114. Радиоакустический метод определения места	243
115. Ведущий кабель	245
116. Действие ведущего кабеля	249
117. Пользование ведущим кабелем	252
118. Французские судовые приемники	253
119. Счисление при плавании в льдах	254
120. Особенности шхерного плавания	256
121. Плавание по наимыгоднейшим путям	259
122. Упражнения к главе VI	261

Дополнения

1. Определение размеров земли	262
2. Понятие о геоиде	265
3. Дайна I' меридиана	266
4. Экваториальная, географическая и статутная мили	268
5. Смет румбов у англичан и немцев	268
6. Румбы противоположные и перпендикулярные	269
7. Действие земной рефракции	269
8. Чувствительность створа	270
9. Выбор отдаленного предмета	272
10. Другие способы определения девиации	273
11. О размерах плана	274
12. Уравнение локсодромии	276
13. Исследование уравнения локсодромии	281
14. Меркаторская проекция	282
15. Вычисление меридиональных частей	286
16. Вычисление сетки меркаторской карты	289
17. Перспективные проекции	294

	<i>Стр.</i>
§ 18. Искажение углов на центральных проекциях	299
19. Исправление истинных азимутов	301
20. Виды центральных проекций	303
21. Горизонтная центральная проекция	303
22. Полярная центральная проекция	308
23. Экваториальная центральная проекция	309
24. Печатание карт	310
25. Учет циркуляции при поворотах	312
26. Определение течения по одному предмету	315
27. Расчет локсодромического курса и плавания	317
28. Ошибка приближенной формулы для разности долгот	319
29. Исследование формул счисления	321
30. Понятие о сложном счислении	322
31. Об ошибках в вычисленных φ_2 и λ_2	322
32. Поправка Живри	324
33. Ложный треугольник	328
34. Влияние ошибки в измеренном угле	330
35. Влияние высоты глаза	331
36. Влияние рефракции	332
37. Определение расстояния по вертикальному углу, когда основание предмета скрыто	333
38. Способ прямого угла при предмете	337
39. Крюйс-пеленг по перископу	337
40. Исправленный крюйс-пеленг	339
41. Прокладка радионеленгов на специальных картах	342
42. Плавание по дуге большого круга	345
43. Основные формулы	346
44. Вычисление широт промежуточных точек	348
45. Приближенные способы прокладки дуги большого круга	352
46. Смешанное плавание	358
47. Упражнения к „Дополнениям“	360
Использованная литература	360
Ответы на задачи	361

ОТ АВТОРА

Настоящее 3-е издание „Навигации“, как и два предыдущих, предназначается в качестве учебника для Военно-морского училища имени М. В. Фрунзе и для Специальных курсов командного состава МС РККА имени ЦИК Татарской АССР.

При подготовке этого издания к печати были устранены, по возможности, все замеченные преподавателями обоих ВМУЗов недочеты старого издания и учтено все новое, введенное на флоте за последние три года, как-то: метрическая система, стандартные масштабы карт, новый способ расчета рамки меркаторской карты, новый навигационный журнал и пр.

Таким образом, настоящее издание, не заключая в себе никаких принципиальных изменений по сравнению с предыдущим, является вполне современным и достаточно полным учебником по навигации.

За оказанную мне дружескую помощь при переработке учебника приношу свою искреннюю благодарность коллективам преподавателей навигации ВМУ и СККС.

Н. Сакеллари

Ленинград, 15 февраля 1936 г.

Введение

Задача кораблевождения — провести корабль из одного места земли в другое наилучшим способом, т. е. кратчайшим и безопаснейшим путем.

Для этого необходимо по морским картам и книгам изучить тот район моря или океана, в котором кораблю предстоит сделать переход, познакомиться с существующими в этом районе плавания опасностями для корабля и их ограждением предостерегательными знаками, с господствующими ветрами, течениями и другими особенностями данного моря, чтобы избрать для корабля наивыгоднейший путь. Все эти сведения излагаются в отделе кораблевождения, носящем название „Лоции“.

Избрав наилучший путь для корабля, необходимо уметь направить корабль по избранному пути и затем во время плавания следить за тем, не уклоняется ли корабль с намеченного пути, т. е. проверять место корабля во время плавания.

Так как указателем пути является в настоящее время, по большей части, магнитный компас, подверженный вредному влиянию магнитных сил, развивающихся в стальном корпусе корабля, то еще до выхода корабля в море необходимо уничтожить или ослабить в значительной степени влияние этих вредных сил, чтобы сделать показания компаса не зависящими от действия судового железа. Правила, по которым выполняется эта работа, излагаются в теории девиации компасов.

В последнее время обширный отдел электронavigационных приборов успешно обслуживает безопасность кораблевождения своими удивительно остроумными приборами, в первую очередь — гирокомпасами. Гирокомпасы, совершенствуясь с каждым годом, работают на больших боевых кораблях и на подводных лодках в таких местах, где из-за неблагоприятных магнитных условий магнитные компасы работают неудовлетворительно.

Проверка мест корабля во время плавания распадается на два случая:

- 1) когда корабль идет в виду берегов и
- 2) когда корабль в открытом море.

В первом случае для проверки места пользуются различными береговыми предметами, хорошо приметными с моря и нанесенными на морской карте. Необходимые для этой работы сведения и указания излагаются в навигации.

Во втором случае только наблюдения небесных светил дают возможность определить место корабля в открытом море. Пра-

вила, по которым решается эта задача, даются в **мореходной астрономии**.

Кроме того, так как движение корабля происходит одновременно и в воздухе и в воде, — а они редко бывают в спокойном состоянии, — то для правильного расчета пути корабля необходимо изучить влияние на его движение перемещающихся масс воздуха, т. е. ветров, и их законы и движущихся масс воды — волн, течений, приливов и отливов; теория ветров излагается в **морской метеорологии**, а волны, течения и приливы изучаются в **океанографии**.

Все перечисленные здесь науки являются, таким образом, как бы отделами кораблевождения, и только полное знакомство с их выводами и правильное использование даваемых ими указаний обеспечивают безопасность и успешность современного мореплавания.

Наконец, чисто специальным отделом кораблевождения является **маневрирование**, в котором разбираются различные походные и боевые строи соединений флота, разные способы занятия боевой позиции для наилучшего использования своего оружия, перестроения дозорных и разведочных судов, производство разведки, определение курса и скорости противника, задачи на сближение с противником на известное расстояние, погоня и т. п.

В данном пособии излагается только навигация, так как каждая из перечисленных нами наук как по своему объему, так и по характеру предмета нуждается в отдельных пособиях.

Кроме основных сведений о форме и размерах земли, об определении направлений в море и на морских картах, в навигации разбираются вопросы в расчете места корабля во время плавания, о способах проверки „счислимого места“ по наблюдениям с корабля береговых предметов при различных условиях плавания и о плавании по наиболее выгодным путям.

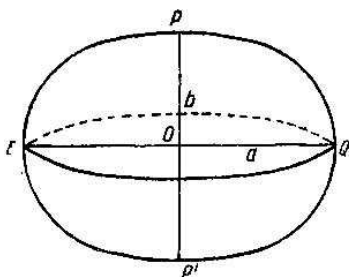
Не будучи, как и все кораблевождение в целом, в строгом смысле слова наукой **точной**, навигация и лоция в ряду других дисциплин штурманского цикла являются ведущими предметами, знакомящими мореплавателя с основами штурманского дела.

Для безопасности кораблевождения штурман должен уметь не только разобраться в навигационной обстановке, но и критически оценить положение своего корабля, подсчитав пределы, в которых заключаются возможные ошибки в его месте.

Такое умение и приобретается внимательным изучением навигации.

Основные понятия

§ 1. ФОРМА И РАЗМЕРЫ ЗЕМЛИ



Черт. 1.

В настоящее время из астрономических наблюдений и геодезических работ форма и размеры земли определены с достаточной для практических наук точностью. Труды выдающихся астрономов и математиков установлено, что земля не имеет правильной математической формы, но что в общем форма ее весьма близка к шарообразной, точнее — к форме эллипсоида вращения или сфероида, получающегося от обращения эллипса $PQP'E$ (черт. 1) около малой его оси PP' .

Представления о шарообразной форме обитаемой нами планеты, как можно судить по дошедшим до нас литературным памятникам, были еще у древних греческих философов, высказывавших более или менее правильные мнения о форме земли, часто правда без всяких доказательств. Так, Фалес Милетский, живший в VII в. до нашей эры, основатель ионической школы, которому приписывается введение в Греции египетской астрономии, повидимому, первый указал на сферическую форму земли и на ее изолированное положение в пространстве¹.

Пифагор, Платон и Аристотель² определенно считали землю шарообразной, причем последний подтверждал это свое мнение двумя доказательствами: 1) круглой формой тени, отбрасываемой землей и наблюдаемой на диске луны во время лунного затмения, и 2) тем обстоятельством, что при путешествиях с севера на юг или обратно одни звезды исчезают, а другие появляются над горизонтом, что можно объяснить только кривизной земной поверхности.

В настоящее время в качестве доказательств сферической формы земли приводят следующие соображения³:

1) где бы на открытой местности или в море ни находился наблюдатель, видимый горизонт⁴ всегда представляется ему окружностью, в центре которой находится он сам;

2) при появлении корабля в море сперва открываются верхушки его мачт, затем середина рангоута, трубы и, наконец, корпус; при удалении корабля его части скрываются в обратном порядке; то

¹ Bailly, Histoire de l'Astronomie ancienne, Paris 1781, стр. 196.

² Там же, стр. 217.

³ В. Витковский, Практическая геодезия, СПб 1898, стр. 3—4.

⁴ Наименование главных стран света, понятие о меридианах и параллелях, о широте и долоте предполагаются известными из географии и космографии.

же явление наблюдается и на суше при приближении к любому высокому предмету — башне, горе — или при удалении от него;

3) землю можно объехать кругом, что доказано кругосветными путешествиями; потеря или выигрыш целых суток, обнаруживающиеся при возвращении в исходный пункт, не имели бы места при другой форме земли, например если бы она была плоским и только выпуклым диском;

4) сходство земли с другими планетами, которые все сферической формы;

5) наблюдаемая во время лунных затмений на диске луны форма тени, отбрасываемой землей, — факт известный, как мы видели, еще Аристотелю;

6) правильное и постепенное изменение высот звезд при передвижении наблюдателя с севера на юг или обратно доказывает выпуклость земли по меридианам;

7) различие во времени восхода и захода небесных светил в точках земной поверхности, расположенных на различных меридианах, доказывает выпуклость земли по параллелям;

7) если гипотеза об огненножидком происхождении земли правильна, то жидкое тело под действием только силы притяжения между частицами должно было по законам механики принять шарообразную форму.

Из сопоставления результатов, добытых при измерении длины 1° дуги земного меридиана в разных широтах, выведены вероятнейшие значения размеров земного эллипсоида, т. е. его полуосей a и b , эксцентриситета $e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$

и

сжатия земли $c = \frac{a - b}{a}$.

Так как различные ученые несколько по-разному комбинируют данные градусных измерений, приписывая различное относительное значение отдельным наблюдениям, то и результаты их выводов несколько различаются между собою.

Наиболее употребительные в астрономии и геодезии значения элементов земного сфероида приведены в таблице 1.

Таблица 1. Элементы земного сфероида

Кто определял	Год определения	Большая полуось в м	Малая полуось в м	Сжатие c
Бессель	1841	6 377 397,15	6 356 078,96	$\frac{1}{299,1528}$
Кларк	1880	6 378 249,20	6 356 515,00	$\frac{1}{293,466}$
Гельмерт	1907	6 378 200,00	6 356 818,17	$\frac{1}{298,3}$
Хейфорд	1909	6 378 388,00	6 356 909,00	$\frac{1}{297}$
Международные	1924	6 378 368,00	6 356 912,00	$\frac{1}{297}$

Как видно из табл. 1, результаты, полученные различными учеными, не слишком много разнятся один от другого, так что с точки зрения практики можно сказать, что размеры земли в настоящее время в общем выяснены с достаточной точностью. Для целей же кораблевождения как науки прикладной достигнутая точность в определении размеров земли, как увидим ниже вполне достаточна (§ 1 и 2 „Дополнений“).

§ 2. ДЛЯ КОРАБЛЕВОЖДЕНИЯ ЗЕМЛЯ — ШАР

Так как форма земли ближе всего подходит к сфероиду или эллипсоиду вращения в точных науках — астрономии и геодезии — при точных расчетах и рассматривают землю как сфероид указанных выше размеров. Однако, в кораблевождении, науке прикладной и не требующей для своих практических приложений высокой точности, в большинстве вопросов, ввиду малого сжатия земли, этим незначительным отступлением фигуры земли от правильной сферической формы пренебрегают и в первом приближении принимают землю за шар.

Действительно, как видно из таблицы 1, разность между экваториальным a и полярным b радиусами земли — приблизительно 22 км, что, принимая во внимание длину экваториального радиуса в 6378 км, составляет всего лишь около 0,3%. Если бы мы сделали модель земли, приняв экваториальный радиус ее равным 0,5 м, то полярный радиус этой модели был бы только на 1,5 мм короче экваториального, т. е. такое сжатие модели едва ли могло бы быть обнаружено простым глазом.

Поэтому в кораблевождении почти во всех вопросах допустимо форму земли рассматривать только в первом приближении, т. е. считать землю шаром. В вопросе о построении морских карт приходится, как увидим ниже, учитывать сжатие земли, т. е. рассматривать фигуру земли во втором приближении как эллипсоид вращения.

Радиус того шара, которым мы заменяем действительную форму земли, можно определить различным образом, но обычно его принимают равным радиусу такого шара, объем которого равен объему земного сфероида.

Так как последний при условии обращения эллипса около малой оси b равняется

$$\frac{4}{3} \pi a^2 b,$$

то, сравнивая объемы воображаемого шара радиуса R , которым мы заменяем действительную землю, с объемом земного эллипсоида, получим соотношение:

$$\frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi a^2 b,$$

откуда

$$R = \sqrt[3]{a^2 b}.$$