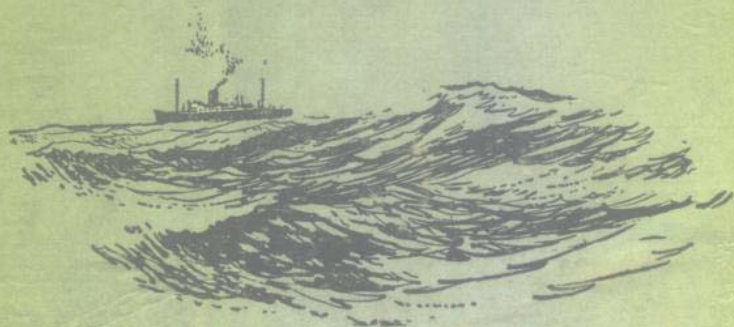




航海学

苏联 K.C. 烏霍夫教授著
(第四次增訂版)

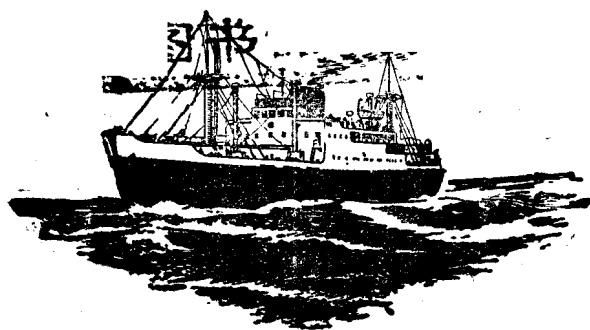
李景森 等譯

人民交通出版社

苏联K.C. 高霍夫教授著
(第四次增订版)

航海学

李景森 等译



人民交通出版社

12-73/08

航海学

К. С. УХОВ

НАВИГАЦИЯ

ВДТРАНСИДАТ

1954

本書根据苏联水运出版社1954年俄文版本譯出

李景森 等譯

人民交通出版社出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六号

新华书店發行

人民交通出版社印刷厂印刷

1959年1月 北京第一版 1959年1月 北京第一次印刷

开本：850×1168 1/32 印張：13 1/2

全書：440,000字 印数：1—1700册

統一書号：15044·5129-京

定价(10)：2.80元

內 容 簡 介

本書系根据苏联科学技术博士K.C.烏霍夫教授所著“航海学”的一九五四年七月第四次增訂版譯出。原書是苏联高等航海学校的教科書。

本書譯稿曾在大連海运学院航海系作为“航海学”課程的試用教材。在教学过程中,各方面反应良好。本書优点为:

(一)內容丰富、新穎。在深度与广度上都作了兼顧。每一單元的理論內容都紧密地結合着具体的应用。

(二)系統性强,各單元間之銜接比較严整,闡述清晰,詳尽,均远非資本主义国家“航海学”教科書所能及。

(三)本書并不局限于应用范围,在概念的理論上也作了一定程度的研究(例如地图投影,位置綫的誤差和应用及流压差与风压差之討論等方面是)。

(四)在一些航海比較发达的資本主义国家的“航海学”書籍中仍然保留着陈旧的“八大航法”。本書則刪去了“八大航法”的标题,創造性地將其有应用价值之內容作合理的归併,无应用价值者則刪去以保証本書的科学性。

(五)原書对理論公式的推导不但指出成立之条件甚至証明与推导过程也全部給出。本書可作为海运学院,水产学院“航海学”課程的教科書,也可以作为海运学校,水产学校以及海軍学校教学参考書。对于海船各級駕駛員來說,本書也是一本可供进修的良好指南。

(六)譯本所采用的名詞,符号和标注格式概以大連海运学院航海教研組所拟定的为依据,为了便于讀者查考起見,特于原書內容之外增添有关該方面資料的附录3。

目 录

前 言	1
导 言	2
历史概略	4
第一篇 基本概念	14
第一章 地球椭圆柱体	14
§1. 地球形状和大小	14
§2. 地理座标	16
§3. 子午弧一分的长度	17
第二章 航海上一一些基本定义	21
§4. 哩以及长度和速度的不同单位	21
§5. 緯差和經差	23
§6. 基本的面和綫	25
§7. 能見地平	26
§8. 划分地平面的三种系統	30
§9. 眞航向、眞方位和舷角	33
第三章 在海上測定方向	36
§10. 罗經和它的特性	36
§11. 地磁	38
§12. 磁罗經的自差	41
§13. 三条子午綫	42
§14. 向位的換算	44
§15. 磁罗經自差的測定	49
§16. 自差表的構制	55
第四章 在海上測定航程	57
✓ §17. 計程仪和它的性能	57
§18. 計程仪修正量及其測定	58
§19. 根据船速測定航程	63

第二篇 地图	67
第五章 地图的投影	67
§20. 术语、地图投影分类	67
§21. 比例尺	71
第六章 墨卡托投影	73
§22. 恒向线	73
§23. 航海图必须具备的条件	77
§24. 等角圆柱墨卡托投影	78
§25. 墨卡托海图的编制	83
第七章 平面直角坐标	90
§26. 球面直角坐标的概念	90
§27. 平面直角坐标	91
§28. 公里网	94
§29. 在墨卡托海图上绘制公里网	95
§30. 公里网的使用	100
第八章 中心投影或日晷投影	103
§31. 透视投影的一般特性	103
§32. 中心投影中角度的变形	108
§33. 斜中心投影	109
§34. 斜中心投影网网的编制	113
§35. 横中心投影	114
§36. 标准中心投影	116
第九章 海图的编制与出版	116
§37. 海图的分类	116
§38. 海图编制与出版	118
§39. 对海图的信任程度	120
第三篇 航线的推算	123
第十章 海图作业	123
§40. 海图作业和它的准确度	123
§41. 在有水流区域航行时的海图作业	126
§42. 水流的分析计算方法	131
§43. 水流计算中的误差	135

✓ § 44. 风压差和偏荡	137
§ 45. 利用岸上物标的观测以测定航迹向	144
§ 46. 旋迴圈和它的計算	148
第十一章 航迹計算法	155
§ 47. 基本的計算公式	155
§ 48. 計算方法所用的表	161
§ 49. 計算方法	163
§ 50. 各种情况下計算方法的应用	168
§ 51. 計算方法所用公式的研究	171
第四篇 在海上利用陸标測定船位	176
第十二章 在海上利用所观测的物标的水平夾角和	
方位来測定船位	176
§ 52. 位置綫的一般概念	176
§ 53. 利用水平夾角測定船位	178
§ 54. 用两个水平夾角測定船位的准確度	185
§ 55. 利用三物标的方位測定船位	191
§ 56. 利用兩物标的方位測定船位	200
§ 57. 方位移綫定位	202
§ 58. 利用方位移綫定位法測定船位的准確度	207
§ 59. 方位移綫定位的特例	212
§ 60. 方位移綫定位倍角法中的水流的影响	218
§ 61. 修正的方位移綫定位法	220
第十三章 利用距离測定船位	223
§ 62. 在海上測定距离	223
§ 63. 当物标的垂足隱匿在測者能見地平下面时物标距离的測定	229
§ 64. 利用兩物标的距离測定船位	232
§ 65. 利用單一方位和單一距离測定船位	233
§ 66. 利用距离进行測定船位的准確度	234
第十四章 測定船位的綜合情况和特殊情况	240
§ 67. 利用方位和水平夾角測定船位	240
§ 68. 利用方位和深度測定船位	241
§ 69. 查刈洛图表	241

§ 70. 利用水平夾角移綫定位法測定船位·····	244
§ 71. 利用距離移綫定位法測定船位·····	246
第五篇 在航海上应用無綫电助航仪器測定船位 ·····	247
第十五章 無綫电測向的原理 ·····	247
§ 72. 在航海上利用無綫电測向的方法·····	247
§ 73. 电磁波的傳播·····	248
§ 74. 利用环狀天綫測定电磁能輻射器的方向·····	250
§ 75. 無綫电測向的准确度·····	252
第十六章 無綫电自差及其測定 ·····	255
§ 76. 無綫电自差的特征及其測定方法·····	255
§ 77. 測定無綫电自差的实际操作过程·····	258
§ 78. 視差·····	260
§ 79. 無綫电自差表的計算·····	262
§ 80. 無綫电自差系数的意义·····	237
第十七章 無綫电測向在航海上的应用 ·····	270
§ 81. 概說·····	270
§ 82. 在短距离內無綫电方位的使用·····	272
§ 83. 大圓修正量·····	276
§ 84. 恆位綫·····	284
§ 85. 在墨卡托海图上繪畫位置綫的方法·····	289
§ 86. 利用球面三角的公式來計算位置綫·····	296
§ 87. 应用日晷投影海图來繪畫位置綫·····	298
§ 88. 無綫电測向台·····	299
第十八章 在航海上各种無綫电仪器的使用 ·····	300
§ 89. 定向無綫电航标·····	300
§ 90. 双曲綫系統·····	307
✓ § 91. 雷达·····	310
第十九章 空中和水中音响設備在航海上的应用 ·····	313
§ 92. 音响訊号的一般特性·····	313
§ 93. 水中声源方位的測定·····	315
§ 94. 联合無綫电航标·····	317
§ 95. 無綫电音响位置綫·····	319

§ 96. 時間差法	322
第六篇 特殊情况下的航行	325
第二十章 在近岸和狹窄水道中的航行	325
§ 97. 概說	325
§ 98. 避險位置綫	323
§ 99. 利用迭标引导航行	330
§ 100. 迭标的簡要理論	331
§ 101. 轉航到既定的航向綫上	335
§ 102. 錨泊	337
§ 103. 位置綫圖網	340
第二十一章 在霧中和在冰区中的航行	345
§ 104. 概說	345
§ 105. 利用深度測定出概略的船位	346
§ 106. 保証在霧中安全进入港口的各种專門設備	349
§ 107. 冰区中航行的	351
第二十二章 大圓弧航行	354
§ 108. 球面上大圓弧的方程式	354
§ 109. 計算大圓弧長度、始航向和終航向的基本公式	359
§ 110. 頂点座标的計算	363
§ 111. 大圓弧在墨卡托海图上的方程式	365
§ 112. 大圓弧各分点座标的計算	368
§ 113. 大圓弧航行的簡易計算	376
§ 114. 混合航行与最便捷航路的航行	378
附录1. 在航海上位置綫的应用	383
附录2. 基本的三角公式	398
附录3. 中国大連海运学院暫定航海常用符号及海图作 业标注格式	404

第四版前言

本教科書系供高等航海学校船舶駕駛系之用，并按照在該系所講授的“航海学”課程大綱編纂而成。

为了能够就高等学校学生所用的教科書中所提出的一切要求得到更好地滿足起見，本教科書的第三版与較前的几版比較起来曾經作了显著的修改，与此同时亦作了显著的增补。为了使本教科書能够供船長及駕駛員們作为参考并实用上的指南，許多問題都用必要的例題加以充实并充分地加以說明。

数理科学博士，斯大林獎金获得者B·B·卡伏拉依斯基教授所編的“位置綫的綜合方法”沒有被作者列入教科書的主要課文中，因为它不包括在高等航海学校船舶駕駛系航海学課程的大綱之中。但是，根据編輯部与許多教学人員的願望，將海軍科学博士A·П·尤欽柯教授所作的“位置綫在航海上的应用”附印在教科書的附录中。

在本教科書第四版的准备过程中，我們考虑了列宁格勒高等航海学校船舶駕駛教研室所提出的意見，同样地，也考虑了船舶駕駛方面个别的科学工作者所提出的要求。

在本版原稿准备付印时，A·П·尤欽柯教授曾提出許多宝贵意見，作者在此謹致以最大的謝意。

凡是进一步改善本教科書为目的的指正与意見，作者无不欢迎，并將对提出此种意見的讀者致以深切的謝忱。

作者

导 言

「航海学」源出自拉丁“*Navigare*”一詞，就是“在海上航行”的意思，早在彼得大帝的时候，这一概念就已流入俄語中，当时所有在国外受海事訓練的人們被称为“航海者”。

在公元1701年，頒布了在莫斯科创办“数学和航海，也就是繁复的航海科学知識”的学校的命令。在該校系傳习船舶駕駛所必需的科学知識。从这时期开始，航海学这一名詞就具有了兩重意义：其一是“在海上航行”而另一种意义是船舶駕駛課目之一。

随着科学向前发展，船舶駕駛开始分为一系列專門的課程。为了解决船舶駕駛的基本問題，也就是如何运用最有利的方法安全而准确地将船舶从某一个地方引导到另一个地方的問題，这就必須研究航行区域在地理上的关系，以及該区域内的航行条件，要知曉与航海有关的各种規章，各种不同水域内的助航标志系統和各种各样的航海資料。这些問題就構成了航路学課程的中心环节。

自从出現了鉄制船以后，为了測定船鉄与各种电气设备对磁罗經的影响，以及拟定消除此种影响的方法便促成了磁罗經自差原理这门課程的产生。

航海天文学是研究在海上利用天体測定船位的方法。

船舶是同时处在大气底层和海洋的表面上，受着在这些海洋上流动着的大气与水的直接影响。

研究大气气团的运动規律的是气象学課程，而从事研究水团的运动規律的被称为海洋学。这两門課程的目的都是为了保証船舶駕駛的安全。

由于近代技术的发展，就使人們能够創出很多复杂而重要的仪器，其中最主要的可以說是电罗經和无綫电测向仪。研究船舶駕駛的設備也被区分为一門專門的課程。

在上述这些課程中航海学居首要的地位，因为它研究能保証航行安全的不断計算船舶运行的原理和船舶駕駛的原理。

在海上連續不断地計算船舶的运动时，由于在所測定的船的运动方向和速度中的誤差的影响，而使得必須經常根据与船舶运动本身无关的陆标观测或天体观测来进行校驗。

因此，作为船舶駕駛科学中最首要的課程的航海学中所包括的一切問題

可以綜合成下列几点:

a) 有关我們的地球的基本概念及航海者对它的表面上的方向和距离的測定;

b) 在各种不同的情况下, 在海图上繪畫出船的航跡并对所应用的海图进行研究;

c) 借助各种物質設備, 包括專門的无綫电設備在內, 根据陆标在海上測定船位。

航海学是一門以数学为基础的精確的学科。虽然在海上行駛的船舶是处在两种自然現象, 即大气与水的影响之下, 但是在航海学中对这两种自然現象各有其特殊的修正方法。船舶所处的情况往往不許我們采用航海学中所規定的精確的方法来測定船位。然而, 駕駛員就是在不順利的条件所測定出来的近似船位, 也还是具有或多或少的精確度, 因此比起沒有船位是要好一些。

只有在精通航海学的基础上, 才能善于了解已經发生的航行情况, 善于批判地判断出現有的船位的精確度和采取正确的决定。

在航海学中, 有两个原则是互相冲突的, 这两个原则就是: 保証船舶駕駛精確度的理論要求和需要駕駛員們的經驗和技巧来处理的海上具体情况。只有以科学的数学为基础的熟練的船舶駕駛技术和經驗相結合起来才能保証在任何环境以及任何条件下航行时船舶的安全。随着船舶駕駛設備的精確度的向前发展, 船舶駕駛的方法也随着改变而趋于完善。目前我們在航海学的領域中所知道的东西还远远不够需要, 因此我們共同的任务是要促使航海学与我国一般发展的速度相适应地向前发展, 并爭取使苏联海員在任何情况下都能沉着地引导自己的船舶通过世界上所有的海洋。

历史概略

在古代我們的祖先，斯拉夫人，曾經以勇敢而又勤勞的航海者聞名于世。从前散住在欧洲东部几条大河兩岸的斯拉夫部落以后曾經沿着河流到达河口并且开拓了黑海，波罗的海及白海沿岸。各种历史文献都足以証实有关斯拉夫人曾經在地中海及其相鄰諸海航行的事蹟。关于斯拉夫人在亞得利亞海的航行資料至今还保留着，在那里的海岸上，他們兴建了斯拉夫的威尼斯，即达白罗夫尼克。沿海的斯拉夫人曾經是波罗的海的主人并曾經在英国海岸建立起斯拉夫部落。

俄罗斯的第一次海上远征是在八世紀末至九世紀初，这一次远征在俄罗斯航海史上享有盛名。在奥列格，伊戈尔，弗拉基米尔及雅罗斯拉夫的出师远征及他們和拜贊庭人在陆上和海上作战时，黑海曾取名为《俄罗斯海》。在同一个时期，俄罗斯航海者通过河流竟深入到里海去。

十二世紀时，游牧民族坡罗夫茨夫人在南方草原上的出現使得俄罗斯人在黑海的航行遭到了困难，而1237年韃靼人的侵入又使俄罗斯人在南方諸海上的航行中断了三百多年，直至黑海出現查坡洛什哥薩克人为止（十六世紀及十七世紀）。

在北方及西北方，大諾哥罗得人早在古代就已經在波罗的海发展自己的航海技术；北德文納河与鄂毕河將諾夫哥罗得人引入冷海去。丹麦人，瑞典人以及里窩尼亞的騎士們的几百年敌对行动迫使諾夫哥罗得人从波罗的海沿岸退去。八世紀中叶瑞典人侵占了他們原来認為俄罗斯的領土的芬蘭，并且他們在当时的大事記中記載了“俄国国王現在可能算不清他們所損失去的領土了”^①这么一条。

在北方，我們沿海的居民繼續开辟新的海上航路。迄十四世紀初，很多俄国船舶航行在北冰洋上，与挪威的海岸保持着联系。从白海繞过斯堪的納維亞半島的航路在十五世紀末就已經为俄罗斯人所周知。在同一个时期，俄罗斯人也掌握了去北极的航路。

与欧洲之間的联系仅仅靠北方航路已經不能滿足实力正在逐渐发展着与增强着的莫斯科国家的需要。十五世紀末俄国的对外政策已經確定往波罗的

① 1875年衛謝拉奇所著《俄罗斯航海史概要》第一篇第37頁。

海方面发展。这一政策在伊凡四世时进行了为收复波罗的海的沿岸的斗争特别显著地表示出来。

国内封建制度的崩溃以及不利的国际形势是十六世纪末与十七世纪初使俄国失去南方诸海与波罗的海的主要原因。

在彼得大帝的时候恢复了俄罗斯历来固有的领土，并且使它复兴成为海上强国，这在历史上来说乃是正确的。

所保留下来作为研究我们祖先航行的书面资料说明着海上的各种事件，描写着航行路线与海岸，也就是带有航路学的性质，然而并没有留下当时所使用的任何船舶驾驶方法以及船舶驾驶技术设备的知识。目前人所共知的船舶驾驶方法的资料仅仅是属于十八世纪初叶的。这种情形很可能就是企图把俄罗斯航海历史看做是从彼得大帝开始的这一种短见的根据。

1940年1941年苏联探险家们在北极的法捷岛，在西漠萨海湾沿岸所发现的唯一航海仪器：铜罗经、纸制罗经盘及装在木盒中的十八世纪前五年的日晷等引起了很大的兴趣。这一发现说明了，当时所应用的航海仪器具有较高的质量，而且它们与以后较晚时期的仪器有着相当类似的地方，关于这一记载可以在十八世纪的书面资料中找到。可以认为，这些所找出的物件乃是当时为航海者们所采用的典型的俄罗斯航用仪器，并且其中一部分是俄国工匠制造的，而很可能就是住在沿海地方人民所制造的。

彼得大帝与当时收复俄罗斯领海的胜利斗争有关的建立俄罗斯舰队活动是如此的辉煌，以至这一活动肯定了俄罗斯舰队的进一步发展，并且在俄罗斯的历史上留下了不可磨灭的痕迹。

1701年1月14日彼得颁布了关于创办航海学校的圣旨“……为了自由以及正教的利益就应当有数学的与航海的，也就是深奥的航海科学知识的学校”。在俄罗斯进行有组织地传授航海数学科学可以说是从这一天开始^①。

航海学校成立的最初几年就其实质来说，就是一所综合性工业学校，因为它除了培养海员之外，还培养大地测量工作者、地形测量工作者、枪砲家、工程师，甚至于当时所开办的省立学校的教师。

当时学识渊博的人物Л.Ф.马格尼奇基曾经是该校教师之一。Л.Ф.马格尼奇基曾经编写过算术教科书，该教科书的第三篇是阐述航海学以及航海天文学。马格尼奇基的算术教科书应当看做是第一部教材，曾经用该教科书教授过很多有名的俄罗斯海员。

马格尼奇基在学校中曾居着主要的地位，这可以根据当时的同事者该校

^① 在1697年，为了吸收海上技术曾经派遣过三个由宫廷人员所组成的团体去威尼斯，以及四个由宫廷人员所组成的团体去英国和荷兰。

外国教师葛雷斯与葛林的下列叙述所证实“就是航海家们的著作，在科学上也并没有达到馬格尼奇基的水平”。

馬格尼奇基所編的“算术”一書在1703年于莫斯科曾經用斯拉夫及阿拉伯数字出版，該書最后一篇是邏輯論，即“不仅是屬於建筑范围而且也属于天体周期运动范围的邏輯論”，乃是以“在航海学范围内論地球的大小”为标题的。其中刊載着天文学与航海学的若干資料，为了解答問題，其中附加了很多不同的表格，例如：太阳赤緯、濃气差、視差、26个主要城市及地区等的經度与緯度以及其它等等。某地的緯度是用天文上所有的圈的关系的方法来測定的，而經度是用当地的太阳时与根据起始子午圈为标准的精確的時計相比对的方法求得的。

馬格尼奇基的算术是俄罗斯第一部数学著作，其中一部分也可以說是航海学上的第一部著作。在該書中，正如作者本人所說的“曾經收罗了一切的智慧，而且是純粹的俄罗斯官員的，而不是德国官員的”。

为了供給航海学校的教科书，在1703年于莫斯科曾出版了《对数表和正弦、正切、正割表》。該表中的文字是用斯拉夫文，而数字則用阿拉伯数字印刷的。該表于1716年已經用現行的俄罗斯文字再版。1723年圖書館員契普里楊諾夫曾經在莫斯科出版《公元1720年夏至1741年的太阳赤緯表》（根据阿姆斯特丹子午圈編制的）。各种航海表，例如，緯差与东西距和緯度漸長率表以及其它等等均統一汇编为一書并以該标题为名而包括在該表中。該表可以算是俄罗斯第一部船舶駕駛參考的資料。

彼得大帝由于非常注意发展俄罗斯艦队，因而他曾积极参加了发展航海者所必需的科学知識的工作。他領導了一系列海上地理的測量工作；当測量芬蘭灣的时候，他指出要在冬天在冰上測量島嶼之間的距离，“因为这样做是比较可靠的”。扫海的想法也是他提出的。在有关測量芬蘭灣的訓令中，彼得大帝建議用以下方法寻找暗礁，“……放出五十尺左右的繩子，在它的下端系一个重錘，而在上端帶一个浮标，象魚網一样，当遇上暗礁的时候就会被卡住”。

海洋学家馬里証明：“第一次嘗試探知深海底形状的光荣属于彼得大帝”。

在彼得大帝的时代，曾經出版过將近二十种有关海洋业务的書籍，其中包括原版的以及翻譯的。一些准备付印的当时著名的原稿中有航海学与航海天文学的教学指导書。然而船舶駕駛科学是在彼得大帝死后才得到了高度的发展，因为那时航海学校以及1715年秋天所創办的航海学院的學員們得到了实际的經驗。

1721年3月2日在俄罗斯提升大批海員为少尉和准尉。在这些人当中有很

多在船舶的发展史上留下了自己光荣的名字。在他們之中应当指出因記述西伯利亞北海岸而聞名的瑪雷金。1733年所出版的他的著作“根据簡便海图的簡捷航海学”是俄罗斯第一部关于航海学个别問題的俄国著作。較白令早一天半发现美洲西北部的阿列克賽，齐柯夫和水文学家阿列克賽·納嘉叶夫都是与瑪雷金同时晉級的。由前述几位所創造的海图与航路指南直到1812年为止，曾經為我們航海者使用了达六十年之久。

1739年，Φ·索耶蒙諾夫出版了《为了航行安全与經濟駕駛員航海科学技术簡述問答》一書。

整套航海学教程是海船船長謝明·莫洛德維諾夫所編著的。該著作于1748年出版，并以“航海学汇编全書”为标题，可以肯定地認為該書是第一部完整的航海学教程，根据該書的丰富內容可以推断十八世紀中叶船舶駕駛科学的发展情况。該書第一篇分为兩卷是講述几何与三角的問題。第二篇亦分为兩卷：第一卷“天体論”是研究宇宙学的問題，第二卷“地球体”是研究地理学的問題。

第三篇的标题很長，是“求天体与基准圈的距离和时间，在地球体上各处求長度与寬度的科学和各种的表”，它的內容是屬於航海天文学的范围。与天体运动有关的問題被划分在第三篇的第一卷“求天体与基准圈的距离論”中，而第二卷“求球面位置与時間論”是論述時間和以潮候时計算潮汐的問題。在研究測定緯度的章节中，作者詳細記述了与他同时代的航海天文学仪器。很有趣的是，在該卷中所研究的經度的測定仅仅是供研究月蝕和木星卫星蝕的天文学家用的，而向航海者指出說測定經度的秘訣尚未揭开，一定要通过“很多費力的”各种的方法之后才可以計算出帶有誤差的經度。

謝明·莫洛德維諾夫著作的第四篇詳細地分析了現在被認為是航海学上的問題，根据当时所有的資料在該篇中指出，磁鉄是在1230年馬克·巴維乐·威尼斯来中国旅行之后傳入欧洲的；拿波里的商人达馬尔斐发现了磁鉄具有指向磁极的特性，而伊奧安·日拉在1300年造成了磁罗經。为了測定磁罗經的磁差介紹采取下列四种方法：a)用天体中天法；b)在子午圈兩側用單一天体的兩次相应的觀測法；c)用觀測同一天体的出沒的方法；d)用天体出沒瞬間的方位的方法。

整篇的主要內容詳細分析了根据推算的航行方法，借助图解和五位对数表求解的推算中的問題，它的準確度已远远地超过当时航海学上所能达到的準確度。为了便于使用作图方法求解計算題起見，利用一种簡化的海图，这种海图乃是一种簡單的長方形图表，上面畫有与罗經向位相适应的一些半徑和一个划分度数的补充圓周，这样的图表可用来解直角三角形，当然也可以解計算

題。例如由三角函數正切、正弦和正割圖形所構成的“測角分度盤”也可以供同樣目的之用。所得出的計算位置都用天文測定法加以修正。應當指出在書中完全沒有應用航海學上的測定船位的方法，雖然當時已經知道利用方位，並且曾把方位當做構制海圖的方法詳加論述過。書中例題指出，如兩船彼此相隔一定的距離錯泊着，如何測量幾個顯著物標的方位，并用這種辦法測定出它們的位置。

可以預料到由於當時海圖本身的不準確，因此沒有進行航海學上的觀測。僅僅在一段中提到，當與岸邊接近到5涅的時候應當測量岸上物標的方位，以便在繼續航行中進行計算之用。

除了上述巨著之外，謝明·莫洛德維諾夫還遺留下了若干有關航海問題的著作，其中包括有內容為潮汐表與天文表的海員手冊。

十八世紀的後半期在航海領域內俄羅斯學者的著作尤為豐富。彼得堡科學院對這些問題進行了研究。

科學院院士列奧那爾德曾出版了以“船舶結構與駕駛總論”為標題的著作。

科學院院士達尼爾·貝努里發表了關於水力學方面的論文；直到現在為止，貝努里方程式仍為水壓式計程儀的理論基礎。

米哈依爾·瓦西里耶維奇·羅蒙諾索夫的著作具有更重要的意義。

當僅研究M·B·羅蒙諾索夫在船舶駕駛領域中的著作時，應當指出1759年5月8日他在科學院會議上所發表的他的卓越著作“論海上航路的較大準確度”M·B·羅蒙諾索夫以其高瞻遠矚與正確的思想闡述了船舶駕駛的原理，並且引伸出必須在今後發展航海儀器的見解。

“眾所周知，用兩種相互不同的目標可以尋找和測定出船舶在海上的位置。首先用天體的高度求緯度，用船舶所在子午圈的時間與起始子午圈時間比較求出經度。其次，根據羅經的讀數和用繩子，或者根據風力和帆的數量和位置來測定出船速以求出船的經度與緯度”。這是羅蒙諾索夫所講的，而現在已經提供了一系列能比較準確地解決這個問題的儀器。在一系列的航海儀器中用他自己的話說是“……在它們之中最主要的是：自動記向羅經、測浪儀、楔形度量儀、齊馬托度量計、測流儀，這些儀器在各自的位置上進行記錄並且說明了他們的使用法”。

在發明第一個航向記錄器之前，自動記向羅經是由羅經盤和在這個羅經盤周圍的一個帶有鉛筆的環狀物所構成的，它可以轉動以及固定在既定的航向上。一具鐘錶的機件使得一張紙轉動，而鉛筆就在這張紙上畫出曲綫，這就是航向的軌跡，按羅蒙諾索夫的說法……該軌跡能標示出操縱中的錯誤和疏