

TÍNH TOÁN TRONG HẢI DƯƠNG HỌC

Phạm Văn Huân



NXB Đại học Quốc gia Hà Nội - 2003

Từ khóa: Nước biển, đặc trưng vật lý, mật độ, thể tích riêng, độ ổn định, tốc độ âm, hệ số truyền nhiệt rối, lớp hoạt động, dòng chảy mật độ, phương pháp động lực, phân tích khối nước, phân tích dòng chảy, mực nước, phân tích điều hòa, phương pháp Maximov, phương pháp hàng hải, phương pháp Darwin, bảng hải dương học.

Tài liệu trong Thư viện điện tử Trường Đại học Khoa học Tự nhiên có thể được sử dụng cho mục đích học tập và nghiên cứu cá nhân. Nghiêm cấm mọi hình thức sao chép, in ấn phục vụ các mục đích khác nếu không được sự chấp thuận của nhà xuất bản và tác giả.

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI

PHẠM VĂN HUẤN

**TÍNH TOÁN TRONG
HẢI DƯƠNG HỌC**

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI - 2003

The manual “Calculations in oceanology” contains short theoretical descriptions, order of execution and examples of calculation of practical works in the subjects “General oceanology” and “Ocean physics” studied by oceanography students of the Faculty of Hydrometeorology and Oceanography of College of Natural Sciences.

Among the diversity of oceanological calculations here-in chosen and presented the most popular works which are related to the treatment of oceanographical observation data and of the middle difficulty level, and in fulfilling them students can use the standard procedures and prepared schemes with-out the computer. The other calculations with the use of simple formulae or the problems of numerical solving the ocean tide, circulation models, wave propagations are not included in this manual.

The best way to use this book is that after corresponding theoretical lectures students study the materials themselves and complete the works under the guiding of the instructor.

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU	4
CHƯƠNG 1 - CÁC ĐẶC TRƯNG VẬT LÝ CỦA NƯỚC BIỂN	5
1.1. CÁC ĐỊNH NGHĨA MẬT ĐỘ VÀ THỂ TÍCH RIÊNG CỦA NƯỚC BIỂN	5
1.2. THỦ TỤC TÍNH THỂ TÍCH RIÊNG QUY ƯỚC CỦA NƯỚC BIỂN	6
1.3. CÁC ĐẶC TRƯNG ÂM HỌC CỦA NƯỚC BIỂN	8
1.3.1. Tính tốc độ âm trong nước biển	8
1.3.2. Tính toán tia âm trong biển	10
CHƯƠNG 2 - PHÂN TÍCH CÁC TRƯỜNG VẬT LÝ TRONG BIỂN	14
2.1. TÍNH ĐỘ ỔN ĐỊNH CỦA CÁC LỚP NƯỚC BIỂN	14
2.2. PHÂN TÍCH BIẾN TRÌNH NĂM CỦA NHIỆT ĐỘ VÀ NHIỆT LƯỢNG TRONG LỚP HOẠT ĐỘNG CỦA BIỂN	15
2.2.1. Khái niệm chung	15
2.2.2. Nhiệm vụ phân tích nhiệt trong lớp hoạt động	17
2.3. XÁC ĐỊNH HỆ SỐ TRUYỀN NHIỆT RỐI TRONG BIỂN	19
2.3.1. Nghiệm giải tích của phương trình truyền nhiệt	19
2.3.2. Tính hệ số truyền nhiệt độ K	20
2.4. TÍNH DÒNG CHẢY MẬT ĐỘ BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐỘNG LỰC	21
2.4.1. Công thức cơ bản của sơ đồ tính dòng chảy bằng phương pháp động lực	21
2.4.2. Tính độ sâu (hay độ cao) động lực của trạm hải văn và dựng bản đồ động lực	23
2.4.3. Tính độ cao động lực của các trạm có độ sâu khác nhau	24
2.5. TÍNH LƯỢNG NƯỚC DO DÒNG CHẢY VẬN CHUYỂN	26
2.5.1. Giải thích chung	26
2.5.2. Phương pháp các đường đẳng tốc tính lượng tải nước	26
2.5.3. Tính lượng nước tải qua mặt cắt bằng phương pháp động lực	27
2.6. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH TỔNG QUÁT CÁC KHỐI NƯỚC	30
2.6.1. Tương quan TS	30
2.6.2. Quy trình phân tích các khối nước	31
CHƯƠNG 3 - PHÂN TÍCH QUAN TRẮC DÒNG CHẢY VÀ THỦY TRIỀU	34
3.1. PHÂN TÍCH CHUỖI QUAN TRẮC DÒNG CHẢY THEO PHƯƠNG PHÁP MAXIMOV	34
3.2. PHÂN TÍCH ĐIỀU HÒA CHUỖI QUAN TRẮC NGÀY THEO PHƯƠNG PHÁP HÀNG HẢI	42
3.2.1. Giới thiệu lý thuyết của phương pháp hàng hải	42
3.2.2. Quy trình tính toán theo phương pháp hàng hải	45
3.3. PHÂN TÍCH ĐIỀU HÒA CHUỖI MỨC NƯỚC QUAN TRẮC NỬA THÁNG HOẶC MỘT THÁNG	51
3.3.1. Giới thiệu phương pháp loại sóng của Darwin	51
3.3.2. Quy trình phân tích theo phương pháp Darwin	57
TÀI LIỆU THAM KHẢO	77
PHỤ LỤC 1: NHỮNG BẢNG HẢI DƯƠNG HỌC DÙNG ĐỂ TÍNH CÁC ĐẶC TRƯNG VẬT LÝ NƯỚC BIỂN	78
PHỤ LỤC 2: CÁC BẢNG PHỤ TRỢ ĐỂ PHÂN TÍCH ĐIỀU HÒA THEO PHƯƠNG PHÁP HÀNG HẢI	84
PHỤ LỤC 3: CÁC BẢNG PHỤ TRỢ ĐỂ PHÂN TÍCH ĐIỀU HÒA THEO PHƯƠNG PHÁP DARWIN	109
PHỤ LỤC 4: MÃ PASCAL CỦA CHƯƠNG TRÌNH TÍNH CÁC ĐẶC TRƯNG VẬT LÝ NƯỚC BIỂN VÀ ĐỘNG LỰC BIỂN ĐÔNG	121

LỜI NÓI ĐẦU

Tài liệu này chọn lọc những phương pháp, những sơ đồ tính toán phổ dụng và cần thiết trong hải dương học liên quan tới xử lý và phân tích số liệu hải văn mà sinh viên chuyên ngành hải dương học tại Trường Đại học Khoa học Tự nhiên phải nắm vững và thực hiện được. Những tính toán trong các môn học hải dương học rất đa dạng. Trong tài liệu này chỉ chọn và trình bày những tính toán với mức độ phức tạp trung bình, khi thực hiện đòi hỏi theo một quy trình nhất định dựa theo những biểu mẫu chuẩn, có tra cứu các biểu bảng phụ trợ. Còn những tính toán đơn giản theo các công thức ngắn gọn mà sinh viên có thể trực tiếp thực hiện trong quá trình học tập các môn học tương ứng, hoặc những sơ đồ giải số trị đối với những mô hình dòng chảy, sóng, thủy triều do tính chất phức tạp và đòi hỏi khối lượng tính toán lớn không đưa vào tài liệu này.

Những tính toán ở đây được trình bày dưới dạng các bài tập. Để tiện sử dụng sách một cách độc lập, mỗi phương pháp tính toán thường được bắt đầu bằng giới thiệu tóm tắt lý thuyết, những điều giải thích chung, những công thức cơ bản. Cơ sở lý thuyết đầy đủ của các phương pháp sinh viên sẽ tìm hiểu qua các môn học tương ứng và theo danh mục tài liệu tham khảo dẫn ở cuối sách. Các bài giải mẫu trong tài liệu này thiên về quy trình tính bằng tay, thực hiện theo cách điền các biểu bảng chuẩn hoá chuẩn bị sẵn, nhằm giúp sinh viên hiểu và nắm vững được từng bước tính toán, tránh những lầm lẫn và lỗi. Tuy nhiên, khi đã nắm vững cách tính toán, sinh viên có thể thực hiện từng phần tính toán bằng máy tính hoặc lập chương trình máy tính để thực hiện trọn vẹn một bài toán dựa theo các sơ đồ giải đã trình bày ở đây. Điều đó càng được khuyến khích.

Cách thức tốt nhất để sử dụng tài liệu này là sau các bài giảng lý thuyết tương ứng, giáo viên hướng dẫn cho sinh viên tự tìm hiểu từng bài tập. Giáo viên chuẩn bị và phân phát những bộ số liệu gốc khác nhau để từng sinh viên thực hiện bài tập, hình thành báo cáo tổng kết với đầy đủ bảng biểu tính toán, đồ thị, hình vẽ minh họa và nhận xét kết quả. Sau đó, tùy thuộc quỹ thời gian, có thể hướng dẫn sinh viên cách xây dựng chương trình máy tính tự động hoá hoàn toàn việc giải bài tập trên máy tính đối với một số bài tập. Mã Pascal của các thủ tục tính đối với phần lớn các bài toán trong sách này được dẫn trong phụ lục 4 để tham khảo.

Vì nhiều lý do, chắc chắn có những thiếu sót liên quan đến nội dung, tập hợp các dạng bài tập và bố cục sách. Tác giả chân thành đón nhận những góp ý của các đồng nghiệp và sinh viên sử dụng sách để ngày càng hoàn thiện tài liệu này phục vụ lợi ích đào tạo cán bộ nghiên cứu biển.

CHƯƠNG 1 - CÁC ĐẶC TRƯNG VẬT LÝ CỦA NƯỚC BIỂN

1.1. CÁC ĐỊNH NGHĨA MẬT ĐỘ VÀ THỂ TÍCH RIÊNG CỦA NƯỚC BIỂN

Mật độ nước biển và những đại lượng liên quan như trọng lượng riêng và thể tích riêng là những tham số vật lý quan trọng dùng nhiều trong các tính toán hải dương học. Sự phân bố mật độ trong biển quyết định hoàn lưu theo phương ngang và theo phương thẳng đứng, sự trao đổi vật chất và năng lượng trong nó.

Dưới đây tóm tắt các định nghĩa về mật độ, trọng lượng riêng và thể tích riêng của nước biển (chi tiết xem các sách giáo khoa và chuyên khảo về hải dương học vật lý [1,2,5,7-11]).

Mật độ nước biển $S \frac{t}{4}$ trong hải dương học là tỷ số của trọng lượng một đơn vị thể tích nước tại nhiệt độ quan trắc so với trọng lượng một đơn vị thể tích nước cất tại 4°C . Như vậy đại lượng mật độ nước biển trong hải dương học không có thứ nguyên, nhưng có trị số bằng mật độ vật lý. Khi viết ngắn gọn người ta sử dụng tham số *mật độ quy ước* của nước biển σ_t tính bằng:

$$\sigma_t = \left(S \frac{t}{4} - 1 \right) 10^3.$$

Về trị số, mật độ nước biển được xác định theo *trọng lượng riêng* của nước biển tại nhiệt độ $17,5^{\circ}\text{C} - S \frac{17,5}{17,5}$ hoặc tại nhiệt độ $0^{\circ}\text{C} - S \frac{0}{4}$. Trọng lượng riêng $S \frac{17,5}{17,5}$ là tỷ số của trọng lượng một đơn vị thể tích nước biển tại nhiệt độ $17,5^{\circ}\text{C}$ so với trọng lượng một đơn vị thể tích nước cất cùng nhiệt độ đó. Trọng lượng riêng $S \frac{0}{4}$ là tỷ số của trọng lượng một đơn vị thể tích nước biển tại 0°C so với trọng lượng một đơn vị thể tích nước cất tại 4°C .

Trong thực hành sử dụng các đại lượng *trọng lượng riêng quy ước* xác định theo những biểu thức sau:

$$\rho_{17,5} = \left(S \frac{17,5}{17,5} - 1 \right) 10^3,$$

$$\sigma_0 = \left(S \frac{0}{4} - 1 \right) 10^3.$$

Trọng lượng riêng quy ước tại nhiệt độ 0°C – σ_0 gọi là *trọng lượng riêng chuẩn* của nước biển.

Thể tích riêng của nước biển là đại lượng nghịch đảo của mật độ:

$$\alpha \frac{t}{4} = \frac{1}{S \frac{t}{4}}$$

và để rút gọn ghi chép về thể tích riêng N.N. Zubov đã đề xuất khái niệm *thể tích riêng quy ước* V_t liên hệ với thể tích riêng theo biểu thức:

$$V_t = \left(\alpha \frac{t}{4} - 0,9 \right) 10^3.$$

Tất cả những đại lượng trên đây có thể xác định được nhờ các bảng chuẩn bị sẵn trong “Bảng hải dương học”. Trong phụ lục 1 sách này cũng dẫn một số bảng để tiện sử dụng. Mục tiếp dưới đây sẽ giới thiệu một quy trình cụ thể và chính xác nhất để tính thể tích riêng quy ước - một tham số vật lý của nước biển thường được dùng nhiều nhất trong các tính toán hải dương học. Việc chuyển đổi từ thể tích riêng quy ước sang các đại lượng khác thực hiện theo những công thức tương ứng đã dẫn ở trên hoặc cũng có thể tra theo các bảng trong “Bảng hải dương học” hoặc phụ lục 1.

1.2. THỦ TỤC TÍNH THỂ TÍCH RIÊNG QUY ƯỚC CỦA NƯỚC BIỂN

1) Trước hết tính σ_0 theo độ muối S bằng công thức của M. Knudsen:

$$\sigma_0 = -0,093 + 0,8149S - 0,000482S^2 + 0,0000068S^3. \quad (1.1)$$

2) Sau đó tính σ_t :

$$\sigma_t = \Sigma_t + (\sigma_0 + 0,1324)[1 - A_t + B_t(\sigma_0 - 0,1324)], \quad (1.2)$$

trong đó Σ_t – mật độ quy ước của nước cất ở nhiệt độ t và các hệ số A_t và B_t tính theo các công thức:

$$\Sigma_t = -\frac{(T - 3,98)^2}{503,570} \frac{t + 283}{t + 67,26},$$

$$A_t = t(4,7867 - 0,098185t + 0,0010843t^2) \cdot 10^{-3}, \quad (1.3)$$

$$B_t = t(18,030 - 0,8164t + 0,01667t^2) \cdot 10^{-6}.$$

3) Tính thể tích riêng quy ước của nước biển V_t ứng với áp suất không, tức áp suất tại mặt biển:

$$V_t = \frac{10^6}{\sigma_t + 10^3} - 900 \Leftrightarrow \sigma_t = \frac{10^6}{V_t + 900} - 10^3. \quad (1.4)$$

Bảng 1.1. Thí dụ tính thể tích riêng quy ước của nước biển tại trạm hải văn
(vị trí 110.00°E-14.00°N)

z	T	S	V_t	δ_p	δ_{tp}	δ_{sp}	δ_{pts}	V_{pts}	α_{pts}	$\bar{\alpha}_{pts}$	P
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	28,04	33,71	79,01	0,00	0,00	0,00	0,00	79,01	0,979	—	0
5	28,04	33,71	79,01	-0,02	0,00	0,00	0,00	79,00	0,979	0,979	5
10	28,03	33,71	79,01	-0,04	0,00	0,00	0,00	78,97	0,979	0,979	10
20	27,91	33,71	78,97	-0,09	0,01	0,00	0,00	78,89	0,979	0,979	20
21	27,90	33,71	78,97	-0,09	0,01	0,00	0,00	78,89	0,979	0,979	21
25	27,86	33,74	78,94	-0,11	0,01	0,00	0,00	78,84	0,979	0,979	25
29	27,72	33,77	78,87	-0,13	0,01	0,00	0,00	78,76	0,979	0,979	29
30	27,68	33,80	78,84	-0,13	0,01	0,00	0,00	78,72	0,979	0,979	30
48	22,92	34,33	77,07	-0,21	0,02	0,00	0,00	76,88	0,977	0,978	48
50	22,85	34,34	77,04	-0,22	0,02	0,00	0,00	76,84	0,977	0,977	50
75	19,02	34,48	75,95	-0,34	0,03	0,00	0,00	75,64	0,976	0,976	75
77	18,96	34,49	75,93	-0,35	0,03	0,00	0,00	75,61	0,976	0,976	77
100	17,43	34,57	75,51	-0,45	0,03	0,00	0,00	75,09	0,975	0,975	100
102	17,35	34,58	75,49	-0,46	0,03	0,00	0,00	75,06	0,975	0,975	102
125	15,82	34,57	75,15	-0,56	0,04	0,00	0,00	74,63	0,975	0,975	125
150	15,11	34,56	75,01	-0,67	0,05	0,00	0,00	74,39	0,974	0,975	151
152	15,06	34,56	75,00	-0,68	0,05	0,00	0,00	74,37	0,974	0,974	153
198	13,69	34,52	74,75	-0,89	0,05	0,00	0,00	73,91	0,974	0,974	199
200	13,63	34,52	74,74	-0,90	0,05	0,00	0,00	73,89	0,974	0,974	201
250	12,47	34,49	74,54	-1,12	0,07	0,00	0,00	73,49	0,973	0,974	251
254	12,35	34,49	74,52	-1,14	0,07	0,00	0,00	73,45	0,973	0,973	255
300	11,06	34,44	74,33	-1,35	0,07	0,00	0,00	73,05	0,973	0,973	302
400	9,12	34,40	74,04	-1,80	0,08	-0,01	0,00	72,31	0,972	0,973	402
402	9,10	34,40	74,04	-1,81	0,08	-0,01	0,00	72,30	0,972	0,972	404
493	8,00	34,41	73,87	-2,21	0,09	-0,01	0,00	71,74	0,972	0,972	496
500	7,92	34,41	73,86	-2,24	0,09	-0,01	0,00	71,70	0,972	0,972	503
600	7,10	34,43	73,73	-2,69	0,10	-0,01	0,00	71,13	0,971	0,971	604
700	6,23	34,44	73,61	-3,13	0,11	-0,01	0,00	70,58	0,971	0,971	705
800	5,50	34,46	73,51	-3,57	0,11	-0,01	0,00	70,04	0,970	0,970	806
806	5,48	34,46	73,51	-3,60	0,11	-0,01	0,00	70,01	0,970	0,970	812
988	4,46	34,52	73,35	-4,40	0,11	0,00	0,00	69,06	0,969	0,970	996
1000	4,38	34,52	73,34	-4,45	0,11	0,00	0,00	68,99	0,969	0,969	1008
1200	3,59	34,56	73,23	-5,32	0,11	-0,01	0,00	68,01	0,968	0,969	1210
1206	3,55	34,56	73,23	-5,35	0,11	-0,01	0,00	67,98	0,968	0,968	1217
1446	3,03	34,57	73,18	-6,39	0,11	-0,01	0,00	66,88	0,967	0,967	1460

4) Tính thể tích riêng ứng với áp suất p tại độ sâu quan trắc bằng cách bổ sung các hiệu chỉnh do áp suất (công thức Bierknes):

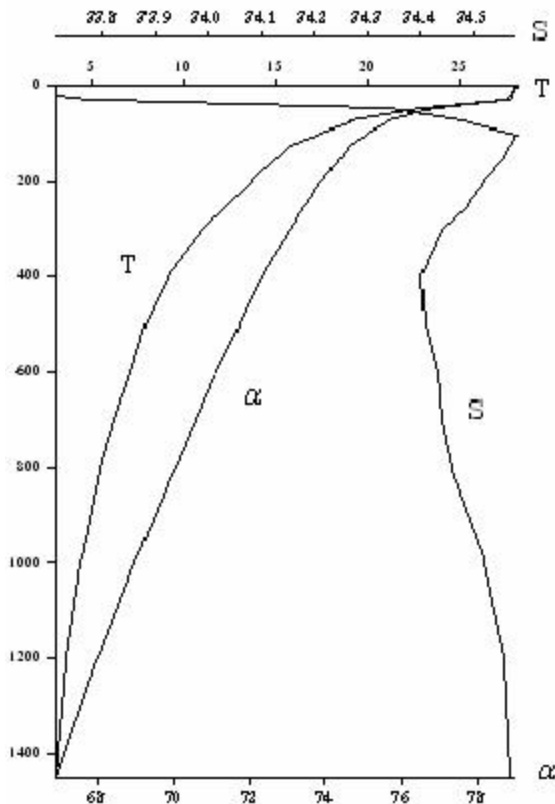
$$V_{pts} = V_t + \delta_p + \delta_{tp} + \delta_{sp} + \delta_{stp} \quad (1.5)$$

trong đó: $\delta_p = \alpha_{35,0,0} - \alpha_{35,0,P}$ – hiệu chỉnh do áp suất khi nhiệt độ $t = 0^\circ\text{C}$ và độ muối $S = 35\text{‰}$;

$$\delta_{tp} = (\alpha_{35,T,P} - \alpha_{35,0,P}) - (\alpha_{35,T,0} - \alpha_{35,0,0}),$$

$$\delta_{sp} = (\alpha_{S,0,P} - \alpha_{35,0,P}) - (\alpha_{S,0,0} - \alpha_{35,0,0}),$$

$$\delta_{stp} = [(\alpha_{S,T,P} - \alpha_{35,T,P}) - (\alpha_{S,T,0} - \alpha_{35,T,0})] - [(\alpha_{S,0,P} - \alpha_{35,0,P}) - (\alpha_{S,0,0} - \alpha_{35,0,0})].$$



Hình 1.1. Phân bố thẳng đứng của nhiệt độ, độ muối và thể tích riêng quy ước (trạm 110.00°E-14.00°N)

Các hiệu chỉnh $\delta_p, \delta_{tp}, \delta_{sp}, \delta_{stp}$ được cho trong “Bảng hải dương học” [6]. Trong phụ lục 1 (các bảng 1÷4) là trích đoạn từ “Bảng hải dương học” (các bảng 15÷18) để tiện phục vụ cho các tính toán trong sách này. Khi tra các bảng hiệu chỉnh, áp suất p trong biển lấy theo độ sâu quan trắc z với giả thiết khi tăng 1m độ sâu thì áp suất tăng 1 đêxiba (db).

Tất cả các công đoạn trên nên thực hiện theo biểu mẫu chuẩn như bảng 1.1. Trong bảng này cũng đề cập đến việc tính thể tích riêng α của nước biển và tính chính xác áp suất tại các tầng sâu quan trắc theo công thức:

$$P = 0,1 \frac{gH}{\alpha} \quad (1.6)$$

trong đó P – áp suất tính bằng đêxiba; $g = 9,8 \text{ m/s}^2$; H – độ sâu tính bằng mét; α – thể tích riêng thực của nước biển tại tầng quan trắc. Kết quả tính cho một trạm nên thể hiện thành hình vẽ như hình 1.1.

1.3. CÁC ĐẶC TRƯNG ÂM HỌC CỦA NƯỚC BIỂN

1.3.1. Tính tốc độ âm trong nước biển

Việc sử dụng rộng rãi các thiết bị thủy âm trong kỹ thuật và ngành thăm dò đánh bắt cá đòi hỏi biết chính xác sự phân bố của tốc độ âm ở các tầng sâu trong nước biển. Thí dụ khi tính toán độ sâu biển nhận được bằng các máy đo sâu hồi âm cần tính tốc độ âm trung

trình độ trung bình của độ sâu tầng nước từ mặt biển tới đáy theo công thức:

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^n c_i h_i}{\sum_{i=1}^n h_i},$$

trong đó c_i – tốc độ âm trung bình tại các tầng nước i ($i = 1, \dots, n$) và h_i – độ dày của mỗi tầng tương ứng.

Công thức lý thuyết của tốc độ âm trong chất lỏng và chất khí (công thức Newton - Laplace) có dạng

$$c = \sqrt{\frac{\alpha \gamma}{k}}, \quad (1.7)$$

trong đó α – thể tích riêng, được hiệu chỉnh bởi độ nén; $\gamma = \frac{c_p}{c_v}$ – tỷ số giữa các nhiệt dung của nước khi áp suất không đổi c_p và khi thể tích không đổi c_v ; k – hệ số nén thực của nước biển.

Thể tích riêng α và hệ số nén k của nước biển phụ thuộc vào nhiệt độ, độ muối và áp suất, do đó tốc độ âm trong nước biển cũng phụ thuộc vào những tham số này. Khi nhiệt độ tăng, thể tích riêng của nước tăng, còn hệ số nén giảm. Do đó khi tăng nhiệt độ tốc độ âm trong nước biển tăng vừa do sự tăng của thể tích riêng, vừa do sự giảm của hệ số nén. Chính vì vậy mà nhiệt độ có ảnh hưởng mạnh nhất tới tốc độ âm so với các nhân tố khác.

Độ muối biến đổi cũng làm biến đổi thể tích riêng và hệ số nén. Nhưng khi tăng độ muối, tốc độ âm một mặt sẽ giảm do thể tích riêng giảm, mặt khác vì hệ số nén giảm khi tăng độ muối nên quá trình này làm tăng tốc độ âm và hai lượng này bù trừ nhau, kết quả là tốc độ âm chỉ tăng khoảng 0,083 % khi độ muối tăng lên 1‰.

Nếu áp suất tăng, thì một mặt tốc độ âm sẽ giảm do sự giảm thể tích riêng, nhưng mặt khác tốc độ âm sẽ tăng do sự giảm của hệ số nén. Theo thực nghiệm cứ tăng mỗi mét độ sâu thì tốc độ âm tăng 0,0175 m/s.

Theo công thức lý thuyết (1.7) có thể xác định tốc độ âm trong nước biển theo nhiệt độ, độ muối và hiệu chỉnh theo độ sâu. Để tiện dùng trong thực hành người ta cũng xây dựng sẵn các bảng tính tốc độ truyền âm trong nước biển ([6], bảng 33 và 34 hoặc phụ lục 1, bảng 14 và 15).

Cũng có thể sử dụng những công thức thực nghiệm chính xác hơn của Del-Gross hay của D. Wilson để xác định tốc độ âm. Những công thức này được xây dựng theo nguyên lý khai triển đầy đủ hơn đối với những biểu thức phụ thuộc phi tuyến giữa tốc độ âm với nhiệt độ, độ muối và áp suất trong nước biển.

Công thức Del-Gross có dạng:

$$\begin{aligned} c = & 1448,6 + 4,618t - 0,0523t^2 + 0,00023t^3 \\ & + 1,25(S - 35) - 0,011(S - 35)t + 2,7 \cdot 10^{-8}(S - 35)t^4 \\ & - 2 \cdot 10^{-7}(S - 35)^4(1 + 0,577t - 0,0027t^2) \quad \text{m/s.} \end{aligned} \quad (1.8)$$

Để tính tới ảnh hưởng của áp suất lên tốc độ âm cần tính hiệu chỉnh Δc_p theo công thức:

$$\Delta c_p = 0,0175p, \quad (1.9)$$

trong đó áp suất p lấy bằng đêxiba và về trị số bằng độ sâu tính bằng mét.

Sai số tốc độ âm tính theo công thức Del-Gross không quá 0,5 m/s đối với nước có độ muối lớn hơn 15 ‰ và 0,8 m/s đối với nước có độ muối nhỏ hơn 15 ‰.

Công thức Wilson có độ chính xác cao hơn so với công thức Del-Gross do tính tới hiệu chỉnh phi tuyến của áp suất đối với nước có độ muối và nhiệt độ khác nhau:

$$c = 1449,14 + c_t + c_s + c_p + c_{pts}, \quad (1.10)$$

trong đó c tính bằng m/s; các hiệu chỉnh do nhiệt độ khác với 0°C (c_t), độ muối khác với 35 ‰ (c_s), áp suất khác với áp suất khí quyển (c_p) và hiệu chỉnh tổng hợp (c_{pts}) được xác định theo những công thức:

$$c_t = 4,5721t - 4,4532 \cdot 10^{-2}t^2 - 2,60445 \cdot 10^{-4}t^3 + 7,9851 \cdot 10^{-6}t^4;$$

$$c_s = 1,3979(S - 35) + 1,69202 \cdot 10^{-3}(S - 35)^2;$$

$$c_p = 1,60272 \cdot 10^{-3}p + 1,0268 \cdot 10^{-6}p^2 + 3,5216 \cdot 10^{-9}p^3 - 3,3603 \cdot 10^{-12}p^4;$$

$$c_{pts} = (S - 35)(-1,1244 \cdot 10^{-2}t + 7,7711 \cdot 10^{-7}t^2 + 7,7016 \cdot 10^{-5}p - 1,2943 \cdot 10^{-7}p^2 + \\ + 3,1580 \cdot 10^{-8}pt + 1,5790 \cdot 10^{-9}pt^2) + p(-1,8607 \cdot 10^{-4}t + 7,4812 \cdot 10^{-6}t^2 + \\ + 4,5283 \cdot 10^{-8}t^3) + p^2(-2,5294 \cdot 10^{-7}t + 1,8563 \cdot 10^{-9}t^2) + p^3(-1,9646 \cdot 10^{-10}t).$$

trong đó p – tính bằng kg/cm^2 . Với độ muối đến 40 ‰, nhiệt độ đến 30°C và áp suất đến 1000 kg/cm^2 sai số cực đại của tốc độ âm tính theo công thức (1.10) không vượt quá 0,1–0,2 m/s.

1.3.2. Tính toán tia âm trong biển

Hiện tượng khúc xạ âm diễn ra trong môi trường không đồng nhất về tốc độ âm. Tính chất khúc xạ được quyết định bởi gradien tốc độ âm của môi trường truyền âm. Trong biển tính không đồng nhất về tốc độ âm thường thể hiện rõ nhất theo phương thẳng đứng, ngoài ra tốc độ âm trong nước biển biến thiên theo độ sâu một cách liên tục và phức tạp tùy thuộc vào biến thiên của nhiệt độ và độ muối.

Giả sử biến thiên của nhiệt độ và độ muối tạo nên sự tăng dần của tốc độ âm theo chiều sâu biển, một tia âm từ nguồn phát đi xuống phía dưới theo một góc nhọn với phương ngang sẽ có xu hướng uốn cong và quay bề lõm lên trên. Ngược lại, nếu tốc độ âm giảm dần từ trên xuống dưới thì đường đi của tia âm đó là đường cong có bề lõm hướng xuống phía dưới (hình 1.2).

Mục này xét thủ tục xác định quỹ đạo tia âm trong biển nếu chấp nhận rằng toàn bộ bề dày nước biển có thể chia thành những lớp khác nhau và trong mỗi lớp gradien tốc độ âm không đổi. Khi đó trong mỗi lớp quỹ đạo tia âm sẽ là đường tròn với bán kính R xác định

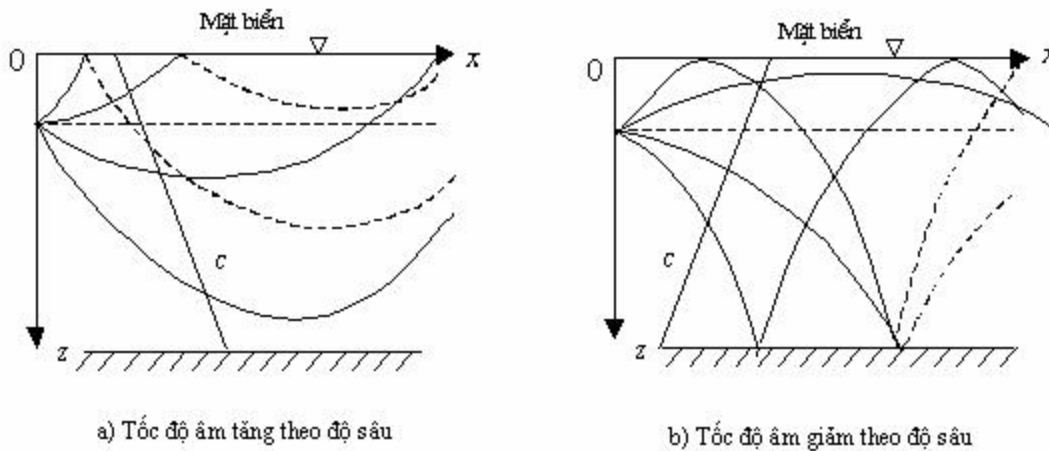
theo công thức

$$R = \frac{c_0}{\sigma_c \cos \alpha}, \quad (1.11)$$

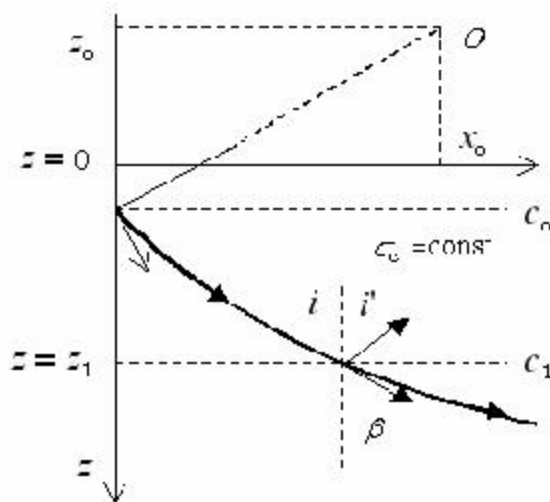
và tâm có các tọa độ:

$$x_0 = \frac{c_0}{\sigma_c} \operatorname{tg} \alpha; \quad z_0 = \frac{c_0}{\sigma_c}, \quad (1.12)$$

trong đó c_0 – tốc độ âm tại nguồn phát; σ_c – gradien tốc độ âm theo phương thẳng đứng; α – góc đi ra của tia âm so với phương ngang, tức trục x (hình 1.3).



Hình 1.2. Đường đi của các tia âm trong biển



Hình 1.3. Đường đi của tia âm trong nước biển phân lớp

Tại biên phân cách giữa hai lớp kề nhau có các tốc độ âm khác nhau tia âm sẽ quay đi theo một góc khúc xạ β có thể lớn hơn hoặc bé hơn góc tới i tùy thuộc tương quan tốc độ âm trong hai lớp. Thí dụ, khi tia âm đi từ lớp có tốc độ âm là c_0 vào lớp có tốc độ âm là c_1

ta có:

$$\frac{\sin i}{\sin \beta} = \frac{c_0}{c_1} = n_1, \quad (1.13)$$

ở đây n_1 – chỉ số khúc xạ tia âm.

Nhờ những kết quả lý thuyết trên đây suy ra quy trình dựng quỹ đạo tia âm như sau: Trước hết tính bán kính và các tọa độ tâm của đường tròn quỹ đạo theo các công thức (1.11) và (1.12). Dùng compa vẽ đường tròn tâm O bán kính R để xác định giao điểm của nó với tầng quan trắc z_1 . Tại giao điểm đó xác định góc i bằng thước đo góc. Góc β xác định theo công thức (1.13). Để tính tiếp đường đi của tia âm trong lớp từ tầng sâu z_1 tới tầng sâu z_2 thủ tục tính toán lặp lại tương tự. Bây giờ góc α được thay bởi β , tốc độ c_0 được thay bởi c_1 và σ_c được thay bởi gradien tốc độ âm lớp dưới $\frac{c_2 - c_1}{z_2 - z_1}$. Thực hiện quá trình tính tương

tự cho đến đáy biển hoặc đến tầng quan trắc sâu nhất của trạm. Trong trường hợp tia âm đạt phản xạ toàn phần tại độ sâu nào đó phía trên đáy hay trên tầng quan trắc sâu nhất, thì quá trình tính toán được thực hiện cho đoạn tia âm đi lên phía mặt biển cũng theo các công thức và các bước hoàn toàn tương tự.

Cũng có thể thực hiện quy trình tính trên bằng máy tính. Phương trình quỹ đạo đường tròn của tia âm trong lớp từ máy phát đến độ sâu z_1 sẽ có dạng:

$$(x - x_0)^2 + (z - z_0)^2 = R^2.$$

Sau khi thế các giá trị của x_0, z_0, R vào phương trình này và rút gọn ta được

$$x^2 + \left(2 \frac{c_0}{\sigma_c} \operatorname{tg} \alpha\right) x + z^2 - 2 \frac{c_0}{\sigma_c} z = 0. \quad (1.14)$$

Thế giá trị độ sâu z_1 vào tọa độ z trong phương trình trên ta nhận được phương trình đại số bậc hai đối với tọa độ x dưới dạng

$$x^2 + \left(2 \frac{c_0}{\sigma_c} \operatorname{tg} \alpha\right) x + z_1 \left(z_1 - 2 \frac{c_0}{\sigma_c}\right) = 0. \quad (1.15)$$

Muốn tìm tọa độ ngang của giao điểm của tia âm với biên phân cách hai lớp z_1 ta phải giải phương trình (1.15) đối với ẩn x . Có thể có ba trường hợp sau đây:

a) Khi phương trình có hai nghiệm riêng biệt, tức có hai giá trị của x , ta cần chọn lấy một nghiệm x_1 phù hợp: thí dụ, nếu đường tròn quỹ đạo tia âm quay bề lõm lên trên thì chọn lấy giá trị nhỏ nhất trong hai nghiệm, đó sẽ là giao điểm thứ nhất của tia âm khi đi từ trên xuống tới biên phân cách z_1 .

b) Khi phương trình có một nghiệm kép, giá trị nghiệm x_1 chính là tiếp điểm của tia âm với biên phân cách z_1 . Trong trường hợp này tia âm phản xạ toàn phần tại biên phân cách z_1 và tiếp tục đi lên phía trên.

c) Nếu phương trình vô nghiệm, điều đó có nghĩa rằng tia âm đã phản xạ toàn phần tại một độ sâu nhỏ hơn z_1 đang xét. Trong trường hợp này phải tìm một độ sâu z_1 nhỏ hơn, tại đó xảy ra phản xạ toàn phần của tia âm. Bằng giải tích điều này có thể thực hiện bằng cách khảo sát biệt số của phương trình (1.15), tức tìm giá trị z_1 sao cho thỏa mãn đẳng thức:

$$z_1^2 + 2 \frac{c_o}{\sigma_c} z - \left(\frac{c_o}{\sigma_c} \operatorname{tg} \alpha \right)^2 = 0. \quad (1.16)$$

Thấy rằng có thể có hai giá trị của z_1 thỏa mãn đẳng thức này và người ta phải chọn giá trị nào gần với độ sâu biên phân cách z_1 đã cho.

Nếu tia âm tiếp tục đi xuống lớp dưới, thì góc tới i của tia âm tại biên phân cách z_1 sẽ được xác định bằng cách tính trị số tang của góc nghiêng của tiếp tuyến với đường tròn quỹ đạo tia âm (1.14) tại điểm (x_1, z_1) .

Từ điểm có tọa độ (x_1, z_1) người ta tiếp tục tính quỹ đạo tia âm trong lớp từ tầng quan trắc z_1 đến tầng quan trắc z_2 theo quy trình hoàn toàn tương tự như trên và quá trình tính lặp lại cho đến tầng cuối cùng của trạm quan trắc.

Những bài tập mẫu chương 1

- 1) Lập các đoạn chương trình máy tính tự động tra các bảng hải dương học trong phụ lục 1.
- 2) Lập đoạn chương trình tính thể tích riêng quy ước và mật độ nước biển theo nhiệt độ, độ muối và tầng quan trắc cho trước.
- 3) Cho trước trạm hải văn với các trị số quan trắc về nhiệt độ và độ muối tại các tầng sâu. Lập chương trình tính thể tích riêng quy ước, mật độ và áp suất nước biển tại tất cả các tầng. Vẽ đồ thị phân bố thẳng đứng của nhiệt độ, độ muối, mật độ của trạm đó và nhận xét kết quả.
- 4) Tính trường mật độ tầng mặt của biển Đông, vẽ bản đồ phân bố mật độ mặt biển Đông và phân tích kết quả.
- 5) Lập các đoạn chương trình xác định tốc độ âm trong nước biển theo các phương án: tra các bảng phụ trợ tính tốc độ âm trong Bảng hải dương học, tính theo các công thức Del-Gross và tính theo công thức Wilson. Cho trước một số giá trị nhiệt độ, độ muối tại các tầng sâu gần mặt và sâu hơn 1000m. Tính tốc độ âm theo các phương án và so sánh kết quả.
- 6) Cho trước trạm hải văn tại vùng khơi biển Đông. Tính tốc độ âm tại tất cả các tầng sâu. Vẽ đồ thị phân bố thẳng đứng của nhiệt độ, độ muối và tốc độ âm của trạm và phân tích kết quả.
- 7) So sánh các phân bố thẳng đứng của tốc độ âm tại một số vùng đặc trưng của biển Đông.
- 8) Tính và xây dựng đường đi của tia âm tại một trạm quan trắc hải văn thuộc vùng khơi biển Đông.

CHƯƠNG 2 - PHÂN TÍCH CÁC TRƯỜNG VẬT LÝ TRONG BIỂN

2.1. TÍNH ĐỘ ỔN ĐỊNH CỦA CÁC LỚP NƯỚC BIỂN

Trong quá trình xáo trộn, diễn ra sự di chuyển của các hạt nước từ lớp này tới lớp khác. Nếu hạt nước di chuyển từ độ sâu nhỏ đến độ sâu lớn thì mật độ của nó tăng lên do sự tăng áp suất. Đồng thời cũng diễn ra sự giảm mật độ do tăng nhiệt độ khi bị nén (tăng nhiệt độ đoạn nhiệt). Nếu mật độ của hạt nước di chuyển lớn hơn mật độ của nước xung quanh ở tầng mới đến, thì hạt nước tiếp tục di chuyển xuống sâu hơn nữa. Ta nói rằng trạng thái của các lớp nước trong trường hợp này là bất ổn định. Ngược lại, nếu mật độ hạt nước di chuyển nhỏ hơn mật độ của nước xung quanh, thì hạt nước trở lại vị trí xuất phát (nâng lên). Trong trường hợp này trạng thái của của biển là cân bằng ổn định. Trường hợp bằng nhau giữa mật độ của hạt nước di chuyển và mật độ của môi trường xung quanh gọi là trạng thái phiếm định.

Tương tự như vậy có thể suy xét điều kiện cân bằng cho hạt nước di chuyển từ độ sâu lớn lên những độ sâu nhỏ hơn.

Như vậy để đánh giá định lượng các điều kiện cân bằng cần so sánh mật độ của các hạt nước xáo trộn tại mực mà ta quan tâm với mật độ của nước xung quanh.

Giả sử ở độ sâu z áp suất bằng p nước có độ muối S , nhiệt độ T và mật độ ρ , còn ở độ sâu $z + dz$ nước có độ muối $S + dS$ và nhiệt độ $T + dT$. Nếu di chuyển đoạn nhiệt hạt nước từ độ sâu z tới độ sâu $z + dz$ thì do biến đổi áp suất, mật độ của nó sẽ biến đổi một lượng $\frac{\partial \rho}{\partial p} dp$ do tác động trực tiếp của áp suất và một lượng $\frac{\partial \rho}{\partial T} d\xi$ do biến đổi nhiệt độ đoạn nhiệt một lượng $d\xi$ (khi nén hay khi nở). Do đó, ở độ sâu $z + dz$ mật độ của hạt nước di chuyển từ độ sâu z tới sẽ là:

$$\rho + \frac{\partial \rho}{\partial p} dp + \frac{\partial \rho}{\partial T} d\xi.$$

Nước xung quanh ở độ sâu $z + dz$ có mật độ là:

$$\rho + \frac{\partial \rho}{\partial p} dp + \frac{\partial \rho}{\partial T} dT + \frac{\partial \rho}{\partial S} dS.$$

Vậy hiệu mật độ $\delta \rho$ của nước xung quanh và của các hạt nước xáo trộn sẽ bằng:

$$\delta \rho = \frac{\partial \rho}{\partial T} (dT - d\xi) + \frac{\partial \rho}{\partial S} dS.$$

Nếu $\delta\rho > 0$ thì cân bằng ổn định, $\delta\rho < 0$ thì cân bằng bất ổn định, $\delta\rho = 0$, cân bằng phiếm định.

Đại lượng

$$E = \frac{\delta\rho}{dz} = \frac{\partial\rho}{\partial T} \left(\frac{dT}{dz} - \frac{d\xi}{dz} \right) + \frac{\partial\rho}{\partial S} \frac{dS}{dz}$$

gọi là *độ ổn định* của các lớp nước biển. Dễ thấy rằng độ ổn định khác với gradien mật độ $\frac{d\rho}{dz}$ chỉ bởi đại lượng *hiệu chỉnh đoạn nhiệt* $\frac{\partial\rho}{\partial T} \times \frac{dT}{dz}$.

Vì có trị số nhỏ, độ ổn định thường được biểu thị dưới dạng $E.10^8$. Để tính độ ổn định trong “Bảng hải dương học” hoặc trong phụ lục 1 cho sẵn các bảng để tính các đại lượng $\frac{\partial\rho}{\partial T}$, $\frac{\partial\rho}{\partial S}$ và $\frac{dT}{dz}$ đã nhân với 10^4 . Những gradien thẳng đứng của nhiệt độ $\frac{dT}{dz}$ và độ muối $\frac{dS}{dz}$ xác định theo kết quả quan trắc nhiệt độ và độ muối ở các trạm hải văn cũng cần được nhân với 10^4 để nhận được trị số độ ổn định $E.10^8$.

Tính độ ổn định thực hiện theo sơ đồ (bảng 2.1), trong đó có dẫn thí dụ và chỉ dẫn số hiệu các bảng hải dương học được dùng.

Nhiệm vụ của bài tập:

Theo số liệu phân bố nhiệt độ và độ muối ở một số trạm thủy văn tính độ ổn định của các lớp nước, dựng đồ thị phân bố độ ổn định theo chiều sâu.

Khi phân tích độ ổn định theo chiều sâu cần chú ý giải thích sự khác nhau trong phân bố độ ổn định giữa các thời kỳ mùa hè và mùa đông, chỉ ra những trường hợp độ ổn định do nhiệt độ hay độ ổn định do độ muối giữ vai trò áp đảo.

2.2. PHÂN TÍCH BIẾN TRÌNH NĂM CỦA NHIỆT ĐỘ VÀ NHIỆT LƯỢNG TRONG LỚP HOẠT ĐỘNG CỦA BIỂN

2.2.1. Khái niệm chung

Nhiệt độ nước trong toàn bề dày của biển liên tục biến đổi do các quá trình thu và mất nhiệt. Những quá trình chủ yếu làm biến đổi nhiệt độ nước (các dòng bức xạ, dòng nhiệt trao đổi với khí quyển, dòng nhiệt do bốc hơi...) tác dụng lên mặt biển và có biến trình năm. Thông thường nhiệt được truyền xuống dưới sâu (hoặc từ các tầng sâu mất qua mặt) nhờ xáo trộn rối. Vì vậy những dao động lớn nhất được quan trắc thấy ở lớp trên, gọi là *lớp hoạt động* và có biến trình năm rõ rệt. Với độ sâu tăng lên, dao động nhiệt độ giảm dần và ở sâu lớn hơn lớp hoạt động hầu như không có biến trình năm của nhiệt độ.

Cường độ xáo trộn rối biến đổi liên tục trong năm. Đặc trưng của cường độ rối là tiêu chuẩn Richardson:

Bảng 2.1. Tính đô ổn định trạm 110.00°E-14.00°N

z	T°C	S‰	T _{tb}	S _{tb}	$\frac{dT}{dz}10^4$	Tra Bảng hải dương			$\frac{d\xi}{dz}10^4$ (7+8+9)	(6-10)	Tra Bảng hải dương			$\frac{\partial \rho}{\partial T}10^4$ (12+13+14)	(11×15)	$\frac{dS}{dz}10^4$	Tra Bảng hải dương			$\frac{\partial \rho}{\partial S}10^4$ (18+19+20)	(17×21)	E. 10 ⁸ (16+22)
						Bảng 23	Bảng 24	Bảng 25			Bảng 20	Bảng 21	Bảng 22				Bảng 26	Bảng 27	Bảng 28			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0	28,04	33,71	28,04	33,71	0,0	2,4	0,0	0,0	2,4	-2,4	-3,26	-0,00	0,00	-3,26	8	0,0	7,50	-0,00	0,00	7,50	0	8
5	28,04	33,71	28,04	33,71	-20,0	2,4	0,0	0,0	2,4	-22,4	-3,26	-0,00	0,00	-3,26	73	0,0	7,50	-0,00	0,00	7,50	0	73
10	28,03	33,71	27,97	33,71	-120,0	2,4	0,0	0,0	2,4	-122,4	-3,26	-0,00	0,00	-3,26	399	0,0	7,50	-0,00	0,00	7,50	0	399
20	27,91	33,71	27,90	33,71	-100,0	2,4	0,0	0,0	2,4	-102,4	-3,25	-0,00	0,00	-3,25	333	0,0	7,50	-0,00	0,00	7,50	0	333
21	27,90	33,71	27,88	33,73	-100,0	2,4	0,0	0,0	2,4	-102,4	-3,25	-0,00	0,00	-3,25	333	75,0	7,51	-0,00	0,00	7,50	563	896
25	27,86	33,74	27,79	33,76	-350,0	2,4	0,0	0,0	2,4	-352,4	-3,24	-0,00	0,00	-3,24	1144	75,0	7,51	-0,00	0,00	7,50	563	1706
29	27,72	33,77	27,70	33,79	-400,0	2,4	0,0	0,0	2,4	-402,4	-3,24	-0,00	0,00	-3,24	1303	300,0	7,51	-0,00	0,00	7,50	2251	3554
30	27,68	33,80	25,30	34,07	-2644,4	2,2	0,0	0,0	2,2	-2646,7	-3,05	-0,00	0,00	-3,05	8084	294,4	7,53	-0,00	0,00	7,53	2217	10301
48	22,92	34,33	22,89	34,34	-350,0	2,1	0,0	0,0	2,1	-352,1	-2,86	-0,00	0,00	-2,87	1009	50,0	7,57	-0,00	0,00	7,56	378	1387
50	22,85	34,34	20,93	34,41	-1532,0	2,0	0,0	0,0	2,0	-1534,0	-2,70	-0,01	0,00	-2,71	4155	56,0	7,59	-0,01	0,00	7,59	425	4580
75	19,02	34,48	18,99	34,48	-300,0	1,8	0,0	0,0	1,8	-301,8	-2,54	-0,01	-0,00	-2,55	769	50,0	7,62	-0,01	0,00	7,62	381	1150
77	18,96	34,49	18,20	34,53	-665,2	1,8	0,0	0,0	1,8	-667,0	-2,47	-0,01	-0,00	-2,48	1655	34,8	7,64	-0,01	0,00	7,63	265	1920
100	17,43	34,57	17,39	34,58	-400,0	1,7	0,0	0,0	1,7	-401,7	-2,40	-0,01	-0,00	-2,42	971	50,0	7,65	-0,01	0,00	7,64	382	1353
102	17,35	34,58	16,59	34,58	-665,2	1,7	0,0	0,0	1,7	-666,9	-2,33	-0,02	-0,00	-2,35	1568	-4,3	7,66	-0,01	0,00	7,65	-33	1535
125	15,82	34,57	15,47	34,57	-284,0	1,6	0,0	0,0	1,6	-285,6	-2,23	-0,02	-0,00	-2,26	644	-4,0	7,68	-0,01	0,00	7,67	-31	614
150	15,11	34,56	15,08	34,56	-250,0	1,6	0,0	0,0	1,6	-251,6	-2,20	-0,03	-0,00	-2,22	559	0,0	7,69	-0,02	0,00	7,67	0	559
152	15,06	34,56	14,38	34,54	-297,8	1,5	0,0	0,0	1,5	-299,3	-2,13	-0,03	-0,00	-2,16	646	-8,7	7,70	-0,02	0,00	7,69	-67	580
198	13,69	34,52	13,66	34,52	-300,0	1,5	0,0	0,0	1,5	-301,5	-2,06	-0,03	-0,00	-2,10	632	0,0	7,72	-0,02	0,00	7,70	0	632
200	13,63	34,52	13,05	34,50	-232,0	1,4	0,0	0,0	1,4	-233,4	-2,01	-0,04	-0,00	-2,05	477	-6,0	7,73	-0,02	0,00	7,71	-46	431
250	12,47	34,49	12,41	34,49	-300,0	1,4	0,0	0,0	1,4	-301,4	-1,94	-0,04	-0,00	-1,99	600	0,0	7,74	-0,02	0,00	7,72	0	600
254	12,35	34,49	11,71	34,47	-280,4	1,3	0,0	0,0	1,3	-281,8	-1,88	-0,05	-0,00	-1,92	542	-10,9	7,76	-0,02	0,00	7,74	-84	458
300	11,06	34,44	10,09	34,42	-194,0	1,2	0,1	0,0	1,2	-195,2	-1,71	-0,06	-0,00	-1,78	347	-4,0	7,79	-0,03	0,00	7,77	-31	316
400	9,12	34,40	9,11	34,40	-100,0	1,1	0,1	0,0	1,2	-101,2	-1,61	-0,08	-0,00	-1,69	171	0,0	7,81	-0,03	0,00	7,78	0	171
402	9,10	34,40	8,55	34,41	-120,9	1,1	0,1	0,0	1,1	-122,0	-1,55	-0,09	-0,00	-1,64	200	1,1	7,83	-0,03	0,00	7,79	9	209
493	8,00	34,41	7,96	34,41	-114,3	1,0	0,1	0,0	1,1	-115,4	-1,49	-0,10	-0,00	-1,59	183	0,0	7,84	-0,04	0,00	7,80	0	183
500	7,92	34,41	7,51	34,42	-82,0	1,0	0,1	0,0	1,1	-83,1	-1,44	-0,11	-0,00	-1,56	129	2,0	7,85	-0,04	0,00	7,81	16	145
600	7,10	34,43	6,67	34,44	-87,0	0,9	0,1	0,0	1,0	-88,0	-1,35	-0,14	-0,00	-1,49	131	1,0	7,87	-0,05	0,00	7,83	8	139
700	6,23	34,44	5,87	34,45	-73,0	0,8	0,1	0,0	1,0	-74,0	-1,26	-0,17	-0,00	-1,43	106	2,0	7,89	-0,06	0,00	7,84	16	121
800	5,50	34,46	5,49	34,46	-33,3	0,8	0,1	0,0	0,9	-34,3	-1,21	-0,19	-0,00	-1,40	48	0,0	7,90	-0,06	0,00	7,84	0	48
806	5,48	34,46	4,97	34,49	-56,0	0,8	0,2	0,0	0,9	-57,0	-1,15	-0,21	-0,00	-1,36	78	3,3	7,92	-0,07	0,00	7,85	26	104
988	4,46	34,52	4,42	34,52	-66,7	0,7	0,2	0,0	0,9	-67,6	-1,09	-0,24	-0,00	-1,33	90	0,0	7,93	-0,08	0,00	7,85	0	90
1000	4,38	34,52	3,99	34,54	-39,5	0,7	0,2	0,0	0,9	-40,4	-1,04	-0,27	-0,00	-1,31	53	2,0	7,94	-0,09	0,00	7,86	16	69
1200	3,59	34,56	3,57	34,56	-66,7	0,7	0,2	0,0	0,9	-67,5	-0,99	-0,30	-0,00	-1,29	87	0,0	7,95	-0,10	0,00	7,86	0	87
1206	3,55	34,56	3,29	34,57	-21,7	0,6	0,2	0,0	0,9	-22,5	-0,95	-0,33	-0,00	-1,29	29	0,4	7,96	-0,11	0,00	7,86	3	32
1446	3,03	34,57																				

$$Ri = \frac{g}{\rho} \frac{\frac{\partial \rho}{\partial z}}{\left(\frac{\partial u}{\partial z} \right)^2},$$

trong đó ρ – mật độ nước, u – tốc độ dòng chảy, z – độ sâu, g – gia tốc trọng lực.

Nếu xem gradien thẳng đứng của tốc độ trong năm không đổi thì cường độ xáo trộn sẽ biến đổi tùy thuộc vào biến đổi gradien thẳng đứng của mật độ, tức sẽ lớn hơn vào thời kỳ mặt biển bị nguội lạnh và nhỏ hơn vào thời kỳ biển bị nung nóng. Dao động cường độ xáo trộn ảnh hưởng tới sự truyền nhiệt xuống sâu và tạo nên những đặc điểm nhất định trong biến trình năm của nhiệt độ ở các độ sâu của lớp hoạt động trong biển.

2.2.2. Nhiệm vụ phân tích nhiệt trong lớp hoạt động

Theo quan trắc hàng tháng về nhiệt độ tại những độ sâu khác nhau tại một điểm của biển (bảng 2.2) thực hiện:

- 1) Phân tích biến trình năm của nhiệt độ nước tại những độ sâu khác nhau.
- 2) Xác định độ sâu lớp hoạt động.
- 3) Xác định quy luật phân bố thẳng đứng của nhiệt độ nước vào những mùa khác nhau.
- 4) Xác định gradien thẳng đứng của nhiệt độ nước vào những mùa khác nhau.
- 5) Tính trữ lượng nhiệt của lớp hoạt động trong từng tháng.

Thứ tự thực hiện bài tập:

1) Biến trình năm của nhiệt độ nước tại các tầng có thể phân tích trên đồ thị, trong đó vẽ các đường biến trình nhiệt độ trong năm ứng với từng tầng sâu bằng những đường cong và là trơn cho lượn đều đặn (xem hình 2.1). Từ đồ thị đã dựng lấy ra những đặc trưng chủ yếu của biến trình năm và ghi vào bảng (xem thí dụ ở bảng 2.3).

2) Xác định độ sâu lớp hoạt động của biển: Lớp hoạt động là lớp mà ở đó quan trắc thấy biến trình năm của nhiệt độ nước. Biên dưới của nó là độ sâu nơi biên độ năm của nhiệt độ gần như không đáng kể. Để xác định độ sâu biên dưới lớp hoạt động cần dựng đồ thị biến đổi của biên độ năm của nhiệt độ nước với độ sâu dựa vào số liệu từ bảng 2.2. Độ sâu ở đó biên độ của nhiệt độ nước gần bằng không sẽ là biên dưới của lớp hoạt động.

3) Phân bố thẳng đứng của nhiệt độ trong các tháng đặc trưng: Những tháng đặc trưng về phân bố thẳng đứng của nhiệt độ là tháng mặt biển bị nung nóng mạnh nhất (thường là tháng 7-9), tháng mặt biển bị nguội lạnh mạnh nhất (tháng 1-3) và các tháng chuyển tiếp (chọn theo đồ thị đã thực hiện ở mục 2.1. Dựng đồ thị phân bố thẳng đứng của nhiệt độ nước trong bốn tháng đó.

4) Xác định gradien thẳng đứng của nhiệt độ nước và ghi lại theo mẫu bảng 2.4 trong những tháng nung nóng và nguội lạnh cực đại. Dựng các đường cong biến đổi của gradien với độ sâu.

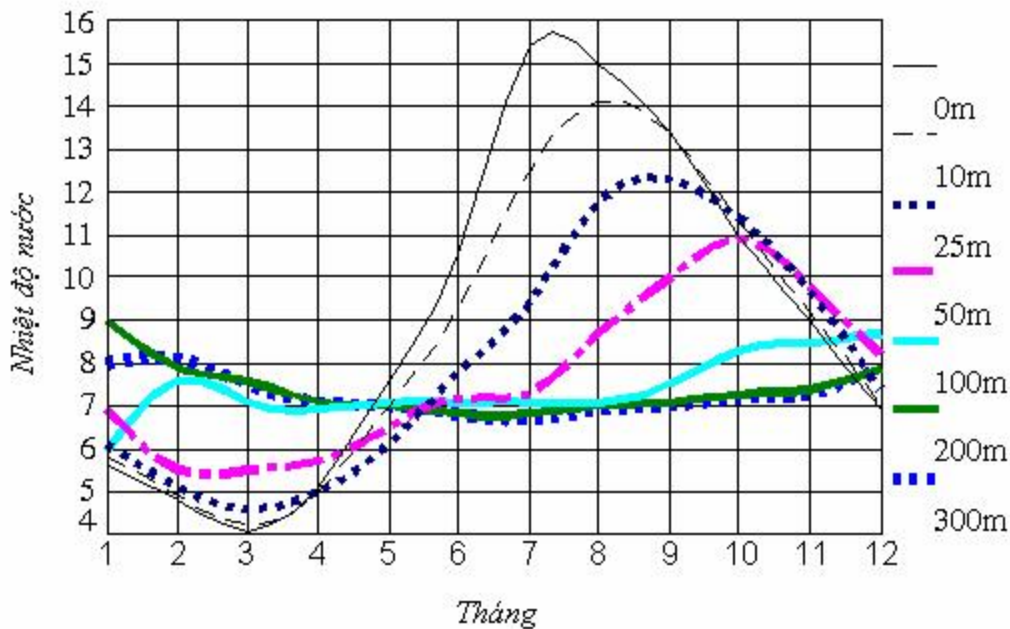
5) Tính nhiệt lượng của lớp hoạt động: Nhiệt lượng tính cho cột nước của lớp hoạt

động có thiết diện đáy 1 cm². Nếu xấp xỉ cho mật độ nước và nhiệt dung bằng 1 thì lượng nhiệt của một cột nước như vậy (so với nhiệt lượng ở nhiệt độ 0° C) bằng:

$$Q = 0,1HT, \text{ Kcal}$$

trong đó H – độ sâu lớp hoạt động tính bằng mét, T – nhiệt độ trung bình của lớp H .

Vẽ đồ thị biến trình năm của trữ lượng nhiệt. Trên cùng hình vẽ hãy biểu thị những giá trị thu, mất nhiệt trong từng tháng. Đại lượng này tính bằng cách lấy trữ lượng nhiệt vào cuối tháng trừ đi trữ lượng nhiệt vào đầu tháng.



Hình 2.1. Biến trình năm của nhiệt độ trong lớp hoạt động
(vĩ độ 61° N , kinh độ 4°50' E)

Bảng 2.2. Biến trình năm của nhiệt độ nước biển tại điểm
($\varphi = 61^\circ \text{ N}$, $\lambda = 4^\circ 50' \text{ E}$)

Tầng (m)	Tháng											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	5,6	4,8	4,1	5,1	7,6	10,6	15,4	15,0	13,4	11,0	9,0	6,9
10	5,8	4,9	4,2	5,0	7,0	9,3	12,5	14,1	13,4	11,3	9,2	7,1
25	6,1	5,1	4,6	5,0	6,1	7,8	9,4	11,8	12,3	11,4	9,7	7,4
50	6,9	5,5	5,5	5,7	6,5	7,2	7,3	8,7	10,0	10,9	9,8	8,2
100	6,0	7,6	7,1	6,9	7,1	7,1	7,1	7,1	7,5	8,3	8,5	8,7
200	9,0	7,9	7,6	7,1	7,0	6,8	6,8	7,0	7,1	7,3	7,4	7,9
300	8,0	8,1	7,5	7,1	7,0	6,8	6,7	6,9	7,0	7,2	7,3	7,9

Bảng 2.3. Những đặc trưng biến trình năm của nhiệt độ nước tại các tầng

Độ sâu, m	Nhiệt độ cực đại $T_{\max}$	Thời gian xuất hiện của $T_{\max}$	Nhiệt độ cực đại $T_{\min}$	Thời gian xuất hiện của $T_{\min}$	Biên độ nhiệt độ năm	Muộn so với mặt của $T_{\max}$	Muộn so với mặt của $T_{\min}$
1	2	3	4	5	6	7	8
0	15,4	15/07	4,1	15/03	11,3	–	–
10	14,1	15/08	4,2	–	9,9	31	–
25	12,3	04/09	4,6	–	7,7	45	–
50	10,9	15/10	5,5	–	5,4	62	–
100	8,7	01/12	6,0	15/06	2,7	93	91
200	9,0	01/01	6,8	30/06	2,2	123	112
300	8,1	01/02	6,7	15/07	1,4	153	130

Bảng 2.4. Biểu mẫu tính gradien thẳng đứng của nhiệt độ nước

Độ sâu, m	Nhiệt độ $^{\circ}\text{C}$	$\Delta t, ^{\circ}\text{C}$	$\Delta z, \text{m}$	Gradien, $\frac{\Delta t}{\Delta z}$
0				
10				
25				
50				
100				
200				
300				

Phân tích kết quả:

Bản tổng kết bài tập chứa các biểu bảng và hình vẽ đã dựng. Khi phân tích kết quả cần chú ý tới mối liên hệ giữa những đặc điểm của biến trình năm của nhiệt độ nước và phân bố thẳng đứng của nó với cường độ xáo trộn rối vào các thời kỳ thu nhiệt và mất nhiệt ở biển.

2.3. XÁC ĐỊNH HỆ SỐ TRUYỀN NHIỆT RỐI TRONG BIỂN

2.3.1. Nghiệm giải tích của phương trình truyền nhiệt

Trong trường hợp hệ số truyền nhiệt độ của biển là hằng số thì phương trình truyền nhiệt theo phương thẳng đứng trong biển sẽ có dạng

$$\frac{\partial T}{\partial t} = K \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}, \quad (2.1)$$

trong đó T – nhiệt độ, t – thời gian, z – độ sâu, K – hệ số truyền nhiệt độ.

Nếu biến trình năm nhiệt độ mặt biển là đường cong hình sin

$$T_0 = A_0 \cos \omega t, \quad (2.2)$$

trong đó T_0 – nhiệt độ mặt biển, A_0 – biên độ của biến trình năm nhiệt độ mặt biển, $\omega = \frac{2\pi}{\tau_0}$ – tần số góc, τ_0 – chu kỳ của dao động bằng một năm, thì phương trình (2.1) có nghiệm

$$T(z) = A_0 e^{-\sqrt{\frac{\omega}{2K}} z} \cos\left(\sqrt{\frac{\omega}{2K}} z - \omega t\right). \quad (2.3)$$

Từ đây thấy rằng biên độ dao động ở độ sâu z bằng

$$A(z) = A_0 e^{-\sqrt{\frac{\omega}{2K}} z}. \quad (2.4)$$

Như vậy nếu quan trắc được biên độ nhiệt độ ở hai tầng sâu khác nhau thì có thể xác định được hệ số truyền nhiệt độ K . Thí dụ nếu biết A_0 và A_z thì có thể xác định hệ số truyền nhiệt độ K trung bình trong lớp nước từ mặt tới độ sâu z theo công thức sau:

$$K = \frac{\omega z^2}{2 \ln^2 \frac{A_0}{A_z}} = \frac{\pi}{\tau_0} \frac{z^2}{\ln^2 \frac{A_0}{A_z}}. \quad (2.5)$$

Theo (2.2) và (2.3) thấy rằng dao động nhiệt độ ở hai tầng sâu lệch pha nhau. Thí dụ dao động ở tầng mặt và tầng sâu z lệch pha nhau một lượng

$$\varphi = \sqrt{\frac{\omega}{2K}} z.$$

Vậy nếu biết φ có thể xác định K theo công thức

$$K = \frac{\omega z^2}{2\varphi^2},$$

hay nếu cho $\varphi = \omega \Delta t$, Δt – khoảng thời gian giữa cực đại của đường cong nhiệt độ trên mặt và cực đại của đường cong nhiệt độ tại tầng z , thì

$$K = \frac{z^2}{2(\Delta t)^2}. \quad (2.6)$$

2.3.2. Tính hệ số truyền nhiệt độ K

Theo số liệu về biến trình năm của nhiệt độ tại những độ sâu khác nhau dùng các công thức (2.5) và (2.6) xác định trị số của hệ số truyền nhiệt độ rồi của các lớp nước 0 – 50 m, 0 – 100 m, 0 – 200 m.

Thứ tự thực hiện bài tập:

Để thực hiện bài tập dùng những quan trắc như trong bài tập mục 2.3 và những số liệu trong bảng 2.2 của bài tập đó ghi lại vào biểu mẫu như trên bảng 2.5 dưới đây và thực hiện các bước tính theo các công thức.

Phân tích kết quả:

So sánh các kết quả tính bằng các cách khác nhau: theo biến đổi biên độ và theo biến đổi pha, trường hợp tính trung bình cho những lớp khác nhau. Giải thích sự khác nhau của K ở các lớp và chỉ ra những trị số khả dĩ nhất của hệ số truyền nhiệt độ rồi tại trạm đã cho. Thông thường những trị số ổn định nhất của hệ số truyền nhiệt độ K nhận được bằng cách tính theo chênh lệch biên độ dao động và lấy trung bình theo các lớp 0-100 hoặc 0-200 m.

Bảng 2.5. Xác định hệ số truyền nhiệt độ K

a) Xác định hệ số K theo chênh lệch biên độ

Tầng sâu (m)	Biên độ (°C)	A_0 / A_z	$\ln^2 (A_0 / A_z)$	z^2 (cm ²)	$\frac{\pi}{\tau_0}$	K (cm/s ²)
0	11,3				10^{-7}	
50	5,4	5,1	0,6	$0,25 \times 10^8$		4,2
100	2,7	4,2	2,1	$1,00 \times 10^8$		4,8
200	2,2	5,1	2,7	$4,00 \times 10^8$		14,8

b) Xác định hệ số K theo lệch pha

Tầng sâu (m)	$\tau_{\max}$ (ngày)	$\tau_{\min}$ (ngày)	$\Delta \tau_{\max}$ (giờ)	$\Delta \tau_{\min}$ (giờ)	z^2 (cm ²)	K theo max	K theo min
0	15/07	—					không tính
50	15/10	—	$0,54 \times 10^7$	—	$0,25 \times 10^8$	2,2	—
100	01/12	—	$0,80 \times 10^7$	—	$1,00 \times 10^8$	3,9	—
200	01/01	—	$1,08 \times 10^7$	—	$4,00 \times 10^8$	8,4	—

2.4. TÍNH DÒNG CHẢY MẬT ĐỘ BẰNG PHƯƠNG PHÁP ĐỘNG LỰC

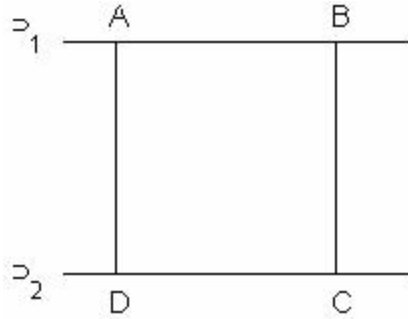
2.4.1. Công thức cơ bản của sơ đồ tính dòng chảy bằng phương pháp động lực

Trong biển luôn tồn tại phân bố không đồng nhất các yếu tố hải văn, trong đó có mật độ nước. Bất đồng nhất theo chiều ngang của mật độ nước tạo nên gradien ngang của áp suất, làm xuất hiện dòng chảy gradien.

Mặt khác, nếu như thậm chí trong biển đồng nhất (về phân bố ngang của các yếu tố hải văn) mà có một nguyên nhân bên ngoài nào đó làm xuất hiện dòng chảy, thì dòng chảy này sẽ tạo nên độ nghiêng giữa các đường đẳng áp và đẳng thể tích, tức là sẽ tạo nên phân bố không đồng đều của mật độ theo chiều ngang.

Như vậy dòng chảy và trường mật độ trong biển liên quan lẫn nhau, không phụ thuộc vào cái gì trong đó là nguyên nhân, cái gì là hệ quả. Quy luật này là cơ sở của phương pháp động lực tính dòng chảy theo trường nhiệt độ và độ muối.

Dưới đây xét sơ đồ đơn giản xử lý trường nhiệt độ và độ muối quan trắc của nước biển để nhận trường dòng chảy mật độ.



Hình 2.2. Sơ đồ cặp trạm hải văn

Xét hai trạm hải văn A và B trên hai đường đẳng áp P_1 và P_2 (hình 2.2). Dưới tác động của một nguyên nhân bên ngoài nào đó mật độ trên đường thẳng đứng AD nhỏ hơn mật độ trên đường thẳng đứng BC . Xuất hiện gradien ngang của áp suất hướng từ A đến B và xu hướng chuyển động của nước cũng theo hướng đó. Tuy nhiên, lực Coriolis xuất hiện trong khi đó sẽ làm lệch chuyển động về phía bên phải cho đến khi gradien áp suất theo hướng AB cân bằng với lực Coriolis tác động theo hướng ngược lại. Điều này xảy ra vào thời điểm hướng của dòng chảy vuông góc với mặt phẳng mặt cắt và đi từ phía trong của hình vẽ tới chúng ta.

Trong chuyển động ổn định như vậy công của lực áp suất và công của lực Coriolis theo đường khép kín $ABCD$ bằng nhau:

$$\oint_{ABCD} \alpha dp = - \oint_{ABCD} 2\omega v \sin \varphi dL, \quad (2.6)$$

trong đó ω – tốc độ góc quay của trái đất; φ – vĩ độ địa lý; dL – phần tử của đường vòng $ABCD$; α – thể tích riêng của nước biển, v – vận tốc dòng chảy.

Theo hình 2.2 ta có

$$\oint_{ABCD} \alpha dp = \alpha_A(p_2 - p_1) - \alpha_B(p_2 - p_1) = D_A - D_B, \quad (2.7)$$

trong đó D_A, D_B – các độ sâu động lực.

$$\oint_{ABCD} 2\omega v \sin \varphi dL = 2\omega L \sin \varphi (v_1 - v_2), \quad (2.8)$$

trong đó v_1, v_2 – các tốc độ dòng chảy trung bình trên các đường đẳng áp p_1, p_2 ; L – khoảng cách giữa hai trạm A và B (các tích phân dọc theo BC và DA triệt tiêu lẫn nhau).

Thế (2.7) và (2.8) vào (2.6) ta nhận được công thức cơ bản của phương pháp động lực

$$v_1 - v_2 = \frac{D_A - D_B}{2\omega L \sin \varphi}. \quad (2.9)$$

Nếu đường đẳng áp dưới lấy ở đáy biển hoặc ở độ sâu mà ở đó tốc độ dòng chảy nhỏ có thể bỏ qua được thì công thức sẽ đơn giản hơn:

$$v_1 = \frac{D_A - D_B}{2\omega L \sin \varphi} . \quad (2.10)$$

2.4.2. Tính độ sâu (hay độ cao) động lực của trạm hải văn và dụng bản đồ động lực

Trong công thức (2.7) nếu các đại lượng D tính tương đối so với mặt biển thì gọi là độ sâu động lực, còn nếu tính từ đáy hoặc từ một đường đẳng áp nào đó tới mặt thì gọi là độ cao động lực của trạm.

Khi tính các độ cao động lực người ta không dùng thể tích riêng thực α mà dùng thể tích riêng quy ước V . Trong trường hợp này có thể viết:

$$D = \int_p^{p_0} \alpha dp = \sum_p^{p_0} \alpha \Delta p = \sum_p^{p_0} V_{pts} \cdot 10^{-3} \Delta p + \sum_p^{p_0} 0,9 \Delta p , \quad (2.11)$$

trong đó V_{pts} – thể tích riêng quy ước của nước biển tại nhiệt độ t , độ muối S và áp suất p .

Vì khi tính dòng chảy ta xác định hiệu các độ cao động lực giữa các mặt đẳng áp cho trước, nên số hạng thứ hai trong công thức (2.11) có thể không cần tính đến và công thức (2.11) sẽ có dạng đơn giản

$$D = \sum_p^{p_0} V_{pts} \cdot 10^{-3} \Delta p . \quad (2.12)$$

Nếu áp suất p biểu thị bằng đêxiba, thì về trị số nó bằng ngay độ sâu biểu thị bằng mét, làm cho việc tính toán đơn giản rất nhiều. Khi sử dụng công thức (2.12) vào tính độ cao động lực nếu p tính bằng đêxiba và bỏ qua số nhân 10^{-3} thì ta nhận được ngay độ cao động lực tính bằng milimét động lực.

Sau khi tính được độ cao động lực của tất cả các trạm, người ta ghi những giá trị nhận được lên bản đồ vùng biển nghiên cứu và vẽ các đường đồng mức động lực (thông thường cách nhau 5 milimét động lực).

Về thực chất, bản đồ động lực là địa hình của một mặt đẳng áp nào đó so với một mặt đẳng áp “không”, còn những đường đẳng trị động lực sẽ là những đường dòng của dòng chảy ổn định. Hướng của dòng chảy được chỉ ra trên những đường đồng mức bằng những mũi tên sao cho ở bắc bán cầu địa hình cao hơn sẽ ở phía bên phải của dòng chảy.

Theo bản đồ động lực cũng có thể xác định tốc độ dòng chảy tại điểm bất kỳ. Muốn vậy cần xác định hiệu các độ cao động lực tại hai điểm và tốc độ dòng chảy (tính bằng cm/s) xác định theo công thức

$$v = M \Delta D . \quad (2.13)$$

trong đó $M = \frac{3,7}{L \sin \varphi}$ (L – khoảng cách giữa hai điểm tính bằng hải lý, φ – vĩ độ trung bình của hai điểm đó). Hệ số M cũng có thể tra theo một bảng lập sẵn trên cơ sở công thức này trong Bảng hải dương học.

Nếu những đường đồng mức được vẽ qua những khoảng độ cao bằng nhau (5 mm động lực) thì có thể dùng giản đồ để xác định tốc độ dòng chảy. Để lập giản đồ này ta dựng một thanh ngang với tỷ lệ bất kỳ và đặt các giá trị tốc độ. Bằng compa đo những khoảng cách giữa các đường đồng mức (lớn nhất, nhỏ nhất và một số khoảng cách trung gian) trên bản đồ, tính giá trị tốc độ dòng chảy và vẽ đường cong đều ứng với những giá trị đó. Nếu vùng biển tương đối rộng về mặt địa lý, thì nên vẽ một số giản đồ cho những vùng với giá trị vĩ độ trung bình khác nhau.

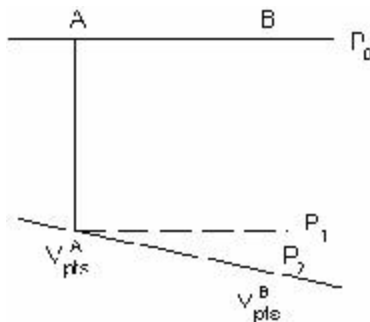
2.4.3. Tính độ cao động lực của các trạm có độ sâu khác nhau

Trong thực tế tính toán theo phương pháp động lực có thể gặp hai trường hợp đặc trưng:

- Có một mặt đẳng áp “không” để từ đó thực hiện tính các độ cao động lực hay các trạm có cùng độ sâu.
- Độ sâu của các trạm khác nhau, nhưng cần phải tính từ đáy.

Trong trường hợp thứ nhất các độ cao động lực tính tương đối so với mặt đẳng áp “không” hoặc so với đáy.

Trong trường hợp thứ hai cần phải tính một lượng “bổ sung” cho độ cao động lực của trạm có độ sâu nhỏ hơn, thì hai độ cao động lực của hai trạm mới có thể so sánh được với nhau.



Hình 2.3. Hai trạm độ sâu khác nhau

Nếu hiệu độ sâu của hai trạm là $p_2 - p_1$ (hình 2.3), còn các thể tích riêng quy ước ở đáy thứ tự bằng V_{pts}^A và V_{pts}^B thì phải thêm vào độ cao động lực của trạm nông hơn một lượng hiệu chỉnh:

$$\Delta = \frac{V_{pts}^A + V_{pts}^B}{2} (p_2 - p_1). \quad (2.14)$$

Nhiệm vụ của bài tập:

Theo những quan trắc thủy văn (nhiệt độ và độ muối) cho trước ở một số trạm thực hiện tính:

- Trên một mặt cắt tính các tốc độ dòng chảy so với đáy và dựng các đường đẳng vận tốc trong mặt cắt.

- Dựng bản đồ động lực của mặt biển so với mặt đẳng áp 100 đêxiba cho toàn biển.

Theo vĩ độ trung bình của bản đồ dựng giản đồ để xác định tốc độ dòng chảy.

Bảng 2.6. Tính độ cao động lực của trạm hải văn

p	T	S	V_t	δ_p	δ_{tp}	δ_{sp}	δ_{pts}	$\Sigma \delta$	V_{pts}	$\bar{V}_{pts}$	$\bar{V}_{pts} \times \Delta p$	D
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	28.04	33.71	79.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.01	—	—	102424
5	28.04	33.71	79.01	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.02	79.00	79.00	395	102029
10	28.03	33.71	79.01	-0.04	0.00	0.00	0.00	-0.03	78.97	78.99	395	101634
20	27.91	33.71	78.97	-0.09	0.01	0.00	0.00	-0.08	78.89	78.93	789	100845
21	27.90	33.71	78.97	-0.09	0.01	0.00	0.00	-0.08	78.89	78.89	79	100766
25	27.86	33.74	78.94	-0.11	0.01	0.00	0.00	-0.10	78.84	78.86	315	100451
29	27.72	33.77	78.87	-0.13	0.01	0.00	0.00	-0.11	78.76	78.80	315	100135
30	27.68	33.80	78.84	-0.13	0.01	0.00	0.00	-0.11	78.72	78.74	79	100057
48	22.92	34.33	77.07	-0.21	0.02	0.00	0.00	-0.19	76.88	77.80	1400	98656
50	22.85	34.34	77.04	-0.22	0.02	0.00	0.00	-0.20	76.84	76.86	154	98503
75	19.02	34.48	75.95	-0.34	0.03	0.00	0.00	-0.31	75.64	76.24	1906	96597
77	18.96	34.49	75.93	-0.35	0.03	0.00	0.00	-0.32	75.61	75.62	151	96445
100	17.43	34.57	75.51	-0.45	0.03	0.00	0.00	-0.42	75.09	75.35	1733	94712
102	17.35	34.58	75.49	-0.46	0.03	0.00	0.00	-0.43	75.06	75.08	150	94562
125	15.82	34.57	75.15	-0.56	0.04	0.00	0.00	-0.52	74.63	74.85	1721	92841
150	15.11	34.56	75.01	-0.67	0.05	0.00	0.00	-0.62	74.39	74.51	1863	90978
152	15.06	34.56	75.00	-0.68	0.05	0.00	0.00	-0.63	74.37	74.38	149	90829
198	13.69	34.52	74.75	-0.89	0.05	0.00	0.00	-0.84	73.91	74.14	3410	87419
200	13.63	34.52	74.74	-0.90	0.05	0.00	0.00	-0.85	73.89	73.90	148	87271
250	12.47	34.49	74.54	-1.12	0.07	0.00	0.00	-1.05	73.49	73.69	3684	83586
254	12.35	34.49	74.52	-1.14	0.07	0.00	0.00	-1.07	73.45	73.47	294	83292
300	11.06	34.44	74.33	-1.35	0.07	0.00	0.00	-1.28	73.05	73.25	3369	79923
400	9.12	34.40	74.04	-1.80	0.08	-0.01	0.00	-1.72	72.31	72.68	7268	72655
402	9.10	34.40	74.04	-1.81	0.08	-0.01	0.00	-1.73	72.30	72.31	145	72510
493	8.00	34.41	73.87	-2.21	0.09	-0.01	0.00	-2.13	71.74	72.02	6554	65957
500	7.92	34.41	73.86	-2.24	0.09	-0.01	0.00	-2.16	71.70	71.72	502	65454
600	7.10	34.43	73.73	-2.69	0.10	-0.01	0.00	-2.59	71.13	71.42	7142	58313
700	6.23	34.44	73.61	-3.13	0.11	-0.01	0.00	-3.03	70.58	70.86	7086	51227
800	5.50	34.46	73.51	-3.57	0.11	-0.01	0.00	-3.47	70.04	70.31	7031	44196
806	5.48	34.46	73.51	-3.60	0.11	-0.01	0.00	-3.50	70.01	70.02	420	43776
988	4.46	34.52	73.35	-4.40	0.11	-0.00	0.00	-4.29	69.06	69.53	12655	31121
1000	4.38	34.52	73.34	-4.45	0.11	-0.00	0.00	-4.35	68.99	69.02	828	30292
1200	3.59	34.56	73.23	-5.32	0.11	-0.01	0.00	-5.22	68.01	68.50	13701	16592
1206	3.55	34.56	73.23	-5.35	0.11	-0.01	0.00	-5.25	67.98	68.00	408	16184
1446	3.03	34.57	73.18	-6.39	0.11	-0.01	0.00	-6.29	66.88	67.43	16184	0

Thứ tự thực hiện bài tập:

a) Trước hết theo mẫu bảng 2.6 tính những độ cao động lực của tất cả các trạm của mặt cắt cần nghiên cứu, tính từ đáy hoặc từ tầng quan trắc sâu nhất. Sau đó, đối với các trạm đo sâu không có quan trắc tới đáy tính vận tốc dòng chảy theo công thức (2.9) hoặc (2.10); đối với những trạm có quan trắc tới đáy - tính dòng chảy có tính tới lượng “bổ sung” độ cao động lực theo công thức (2.14).

b) Những giá trị tốc độ có kẻ tới hướng ghi lên mặt cắt và vẽ các đường đẳng vận tốc.

c) Đối với tất cả các trạm còn lại cần tính các độ cao động lực theo mẫu bảng 2.6 kẻ từ tầng 100 đêxiba. Ghi kết quả lên bản đồ và vẽ các đường đẳng mức động lực, trên đó dùng mũi tên để chỉ ra hướng dòng chảy.

d) Lập giản đồ để xác định tốc độ và vẽ lên góc bản đồ động lực.

2.5. TÍNH LƯỢNG NƯỚC DO DÒNG CHẢY VẬN CHUYỂN

2.5.1. Giải thích chung

Trong trường hợp giá trị vận tốc dòng chảy trên mặt cắt vuông góc với dòng chảy đã được biết nhờ quan trắc hoặc tính toán, thì lượng tải nước do dòng chảy (tiêu hao nước) qua mặt cắt có thể tính được nhờ một phương pháp thủy trắc đặc bất kỳ. Một trong những phương pháp đơn giản và tiện lợi nhất là phương pháp các đường đẳng tốc, vì trong hải dương học vận tốc trong mặt cắt thường được biểu diễn bằng các đường đẳng tốc. Phương pháp này đặc biệt thuận tiện trong những trường hợp dòng chảy có biên giới biểu hiện rõ rệt, thí dụ ở các eo biển, ở các vùng bờ...

Để tính lượng nước tải do các dòng chảy lớn ở đại dương mang đi người ta sử dụng phương pháp tính toán động lực của Acheln dựa trên các sơ đồ của phương pháp động lực tính dòng chảy. Trong trường hợp này trực tiếp nhận được lượng nước tải giữa hai trạm cạnh nhau không thông qua việc xác định vận tốc dòng chảy.

2.5.2. Phương pháp các đường đẳng tốc tính lượng tải nước

Nếu trên mặt phẳng của mặt cắt vẽ các đường đẳng tốc (hình 2.4) và dòng chảy được giới hạn bởi đường đẳng tốc không hoặc các bờ và đáy, thì lượng tải nước bởi dòng chảy trong thời gian một giây qua diện tích giới hạn bởi đường đẳng tốc không sẽ được tính như sau:

Gọi diện tích trên mặt cắt giới hạn bởi các đường đẳng tốc $0, V_1, V_2, \dots, V_n$ tuần tự là $F_0, F_1, F_2, \dots, F_n$. Khi đó thể tích nước tải qua mặt cắt trong một giây sẽ xấp xỉ bằng

$$Q = (F_0 - F_1) \left(\frac{0 + V_1}{2} \right) + (F_1 - F_2) \left(\frac{V_1 + V_2}{2} \right) + \dots + (F_{n-1} - F_n) \left(\frac{V_{n-1} + V_n}{2} \right) \\ = \frac{F_0 + F_1}{2} (V_1 - 0) + \frac{F_1 + F_2}{2} (V_2 - V_1) + \dots + \frac{F_n + F_{n-1}}{2} (V_n - V_{n-1}) + q,$$

trong đó q – thể tích của hình chóp có diện tích đáy bằng F_n chiều cao bằng $\frac{V_{\max} + V_n}{2}$.

Nếu các đường đẳng tốc được vẽ cách đều nhau thì ta có

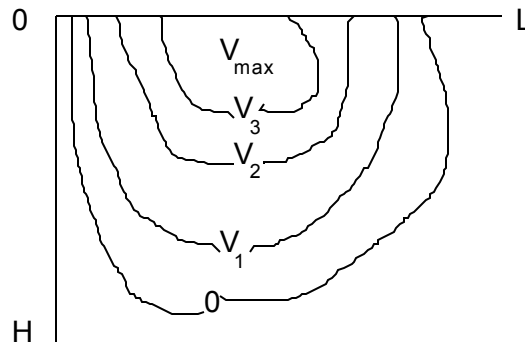
$$V_1 - 0 = V_2 - V_1 = \dots = V_n - V_{n-1} = \Delta V$$

và lượng nước tải qua Q sẽ được tính theo công thức

$$Q = \Delta V \left(\frac{F_0}{2} + F_1 + F_2 + \dots + \frac{F_n}{2} \right) + q, \quad (2.15)$$

đại lượng q bằng

$$q = \frac{1}{3} F_n (V_{\max} + V_n). \quad (2.16)$$



Hình 2.4

Các công thức (2.15) và (2.16) được dùng để tính lượng nước tải. Những diện tích giới hạn bởi các đường đẳng tốc được tính bằng phương pháp trắc địa hoặc nếu mặt cắt được vẽ trên giấy kẻ ly thì bằng cách đếm số ô vuông (cm^2 hay mm^2) trong phạm vi các đường đẳng tốc.

Nếu diện tích biểu diễn bằng m^2 , còn ΔV bằng m/s thì lượng tải nước nhận được sẽ biểu diễn bằng m^3/s .

2.5.3. Tính lượng nước tải qua mặt cắt bằng phương pháp động lực

Giả sử hai trạm A và B (hình 2.2) nằm trên mặt cắt theo hướng ngang với dòng chảy gradient. Giả thiết rằng ở trên đường đẳng áp P_z dòng chảy rất nhỏ, có thể coi là bằng không. Khi đó lượng nước tải giữa các đường đẳng áp P_0 và P_z sẽ bằng

$$Q = L \int_0^z V dz, \quad (2.17)$$

trong đó V – tốc độ dòng chảy; L – khoảng cách giữa hai trạm.

Vận tốc dòng chảy ở trên đường đẳng áp bất kỳ P_n so với đường đẳng áp P_z theo phương pháp động lực được xác định theo công thức

$$V_n - V_z = \frac{D_A - D_B}{2\omega L \sin \varphi}, \quad (2.18)$$

ở đây ω – tốc độ góc quay của trái đất, φ – vĩ độ địa lý của các trạm. Nếu cho tốc độ dòng chảy ở P_z là V_z bằng không, thì tốc độ dòng chảy ở trên đường đẳng áp bất kỳ P_n là V_n sẽ bằng

$$V_n = \frac{D_A - D_B}{2\omega L \sin \varphi}, \quad (2.19)$$

trong đó D_A và D_B là các độ cao động lực tại các trạm A và B tính theo công thức

$$D = \int_{P_n}^{P_z} \alpha dP. \quad (2.20)$$

Thế (2.19) và (2.20) vào (2.17) ta được biểu thức để tính lượng tải nước giữa hai đường đẳng áp P_0 và P_z :

$$Q = \frac{1}{2\omega \sin \varphi} \left(\int_{P_0}^{P_z} \alpha_A dP dz - \int_{P_0}^{P_z} \alpha_B dP dz \right). \quad (2.21)$$

Ký hiệu

$$\frac{1}{2\omega \sin \varphi} = M, \quad \int_{P_0}^{P_z} \alpha_A dP dz = H_A, \quad \int_{P_0}^{P_z} \alpha_B dP dz = H_B,$$

ta viết công thức (2.21) dưới dạng ngắn gọn hơn:

$$Q = M(H_A - H_B). \quad (2.22)$$

Công thức (2.21) gọi là công thức Acheln được dùng để tính lượng nước tải do dòng chảy gradien trong trường hợp cho trước độ cao động lực của các trạm hải dương.

Trong công thức (2.21) nếu thực hiện tính toán theo hệ đơn vị MTS, thì vận tốc góc quay sẽ lấy thứ nguyên là s^{-1} ; mật độ nước lấy bằng tấn/m³; gia tốc trọng lực m/s², độ sâu m, vậy áp suất sẽ có thứ nguyên tấn/m.s²; thể tích riêng của nước biển lấy bằng m³/tấn. Khi đó đại lượng Q sẽ có đơn vị là m³/s. Tuy nhiên, khi tính toán thông qua độ cao động lực, thì vì thể tích riêng quy ước là đại lượng nhân lên một nghìn lần so với thể tích riêng, còn áp suất dùng đơn vị là đêxiba giảm đi 10 lần so với giá trị của nó theo hệ MTS, nên muốn nhận được giá trị lượng nước tải bằng m³/s phải lấy kết quả tính theo công thức (2.22) chia cho 100.

Nhiệm vụ của bài tập:

Tính lượng tải nước giữa hai trạm với số liệu nhiệt độ và độ muối cho trước từ mặt biển tới đường đẳng áp 1200 đêxiba theo công thức Acheln.

Thứ tự thực hiện bài tập:

Tính lượng tải nước giữa hai trạm bằng công thức Acheln thực hiện theo mẫu biểu

dưới đây (bảng 2.7).

Bảng 2.7. Tính lượng nước tải qua giữa hai trạm hải văn

Vĩ độ trung bình $\varphi = 17^\circ \text{ N}$ $M = \frac{1}{2\omega \sin \varphi} = 12,655$

z	Trạm A				Trạm B				ΔH (5-9)	m^3/s
	D	D_{tb}	$D_{\text{tb}} \cdot \Delta z$	H_A	D	D_{tb}	$D_{\text{tb}} \cdot \Delta z$	H_A		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	72206	71818	718179	35442493	72200	71812	718118	35441725	768	9715
10	71430	71042	710415	34724314	71423	71035	710352	34723607	707	8941
20	70654	70266	702657	34013898	70647	70259	702591	34013255	643	8138
30	69878	69103	1382068	33311241	69871	69097	1381930	33310664	577	7305
50	68329	67365	1684115	31929173	68322	67358	1683942	31928734	440	5562
75	66400	65444	1636093	30245059	66394	65438	1635943	30244792	267	3378
100	64487	63540	1588498	28608966	64482	63536	1588391	28608849	117	1486
125	62593	61653	1541326	27020468	62589	61651	1541264	27020458	10	130
150	60713	58850	2942520	25479142	60712	58850	2942494	25479194	-52	-654
200	56987	55141	2757070	22536622	56988	55142	2757114	22536701	-78	-991
250	53295	51462	2573086	19779552	53297	51463	2573158	19779587	-34	-435
300	49628	45991	4599092	17206466	49630	45992	4599232	17206429	37	470
400	42354	38751	3875080	12607374	42355	38752	3875153	12607197	178	2250
500	35148	31577	3157683	8732295	35148	31577	3157682	8732043	251	3181
600	28006	24465	2446496	5574611	28005	24464	2446424	5574361	251	3171
700	20924	17410	1741039	3128115	20923	17409	1740944	3127936	179	2262
800	13897	10410	1040954	1387077	13896	10409	1040893	1386993	84	1062
900	6922	3461	346122	346122	6922	3461	346100	346100	22	283
1000	0			0	0			0		55252

Trước tiên phải tính các độ cao động lực của từng tầng sâu (xem mục 2.4 về tính dòng chảy mật độ bằng phương pháp động lực).

Trong bảng 2.7 cột 1 chỉ các độ sâu tính bằng mét tương ứng với áp suất tính bằng đêxiba. Cột 2 ghi các độ cao động lực tính bằng milimét động lực kể từ mặt đẳng áp “không”, trong thí dụ này là độ sâu 1000 m. Cột 3 ghi các độ cao động lực trung bình của từng lớp:

$$D_{\text{tb}} = \frac{D_z + D_{z+1}}{2}.$$

Cột 4 ghi các tích của D_{tb} với độ dày z của lớp tương ứng. Cột 5 ghi các đại lượng nhận được bằng cách cộng tuần tự các số của cột 4 từ dưới lên trên, tức các giá trị H . Các cột 6–9 dùng để tính toán cho trạm thứ hai, tương tự như các cột 2–5. Cột 10 ghi các hiệu giữa cột 5 và cột 9. Cột 11 ghi các giá trị lượng nước tải kể từ mặt đẳng áp không cho đến tầng sâu tương ứng.

Hướng của nước tải được xác định theo dấu của $H_A - H_B$ đúng như hướng của dòng

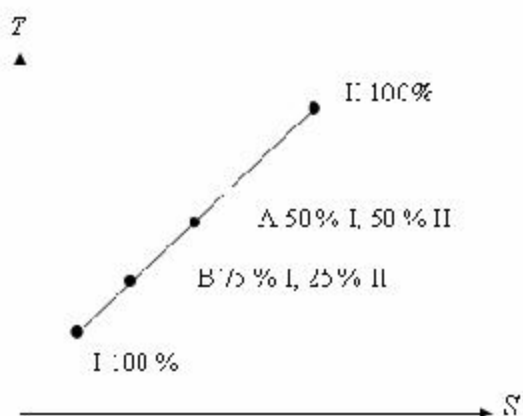
chảy trong phương pháp động lực.

2.6. PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH TỔNG QUÁT CÁC KHỐI NƯỚC

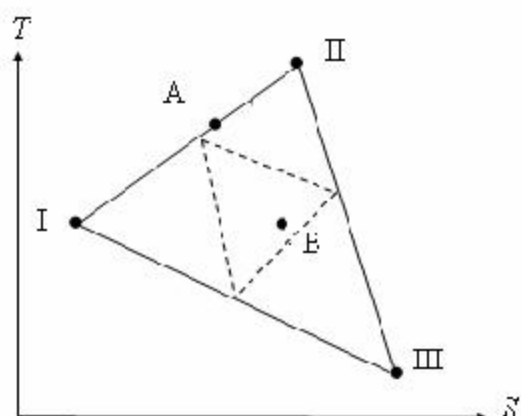
2.6.1. Tương quan TS

Nếu trong vùng nghiên cứu đã phân tách được những khối nước, thì trong mỗi khối nước ấy có thể phân ra được khu vực mà ở đó có thể xem rằng không có sự pha trộn của những khối nước khác, tức là giá trị của nhiệt độ và độ muối trong nhân đó sẽ đặc trưng cho khối nước đã cho.

Rõ ràng trong khoảng không gian giữa các nhân như thế sẽ quan trắc thấy sự pha trộn các khối nước với tỷ lệ khác nhau. Các giá trị của nhiệt độ và độ muối trong các nước trộn lẫn được quy định bởi tương quan TS .



Hình 2.5. Đoạn thẳng xáo trộn hai khối nước I và II



Hình 2.6. Tam giác xáo trộn ba khối nước

Trên đồ thị với các trục tọa độ T, S mỗi nhân được biểu thị bằng một điểm, còn phần hai khối nước bị pha trộn được quy định bởi tương quan TS , và sẽ được biểu thị như là một điểm trên đoạn thẳng nối các khối nước đang xét - đoạn thẳng xáo trộn. Vị trí của điểm xác định phần nước bị pha trộn trên đoạn thẳng xáo trộn phụ thuộc vào tỷ lệ phần trăm của các khối nước tham gia xáo trộn. Thí dụ biên giới giữa hai khối nước I và II là điểm A (hình 2.5), tại đó mỗi khối nước chiếm 50 % của hỗn hợp. Rõ ràng điểm đó nằm ở giữa của đoạn thẳng xáo trộn. Cũng có thể dễ dàng xác định theo vị trí của điểm B, ở đó trộn lẫn 75 % khối nước I và 25 % khối nước II.

Nếu đồng thời có sự tương tác của ba khối nước, thì lượng phần trăm của mỗi khối nước tại một điểm đã cho sẽ được xác định theo tam giác xáo trộn như thí dụ trên hình 2.6.

Trên hình này trình bày một cách trực quan rằng tại điểm A chứa 45 % khối nước I và 55 % khối nước II, khối nước loại III vắng mặt ở điểm này. Tại điểm B trộn lẫn ba khối nước với tỷ lệ: loại I 20 %, loại II 35 %, loại III 45 %.

Phương pháp phân tích tổng quát các khối nước chấp nhận những đặc trưng T và S của vùng nước ít xáo trộn là 100 % của loại nước đã cho. Lượng phần trăm của các khối nước tại mỗi điểm quan trắc trong không gian của vùng nghiên cứu được xác định theo đoạn

thẳng xáo trộn hoặc theo tam giác xáo trộn.

2.6.2. Quy trình phân tích các khối nước

Nhiệm vụ của bài tập là phân tích các khối nước bằng phương pháp tổng quát tại một vùng biển (qua thí dụ phần tây nam của biển Okhot theo tài liệu quan trắc ở bảng 2.8).

Đối với ba khối nước cần thực hiện:

- 1) Xác định các đặc trưng T và S của các nhân.
- 2) Xác định lượng phần trăm của mỗi khối nước trên mặt cắt tại mọi điểm quan trắc.
- 3) Xác định lượng phần trăm của các khối nước trong không gian toàn vùng đối với hai tầng quan trắc - tầng mặt và một trong những tầng sâu trong phạm vi 25-200 m.
- 4) Nhận xét về hướng chuyển động của các khối nước và cường độ xáo trộn của chúng.

Thứ tự thực hiện bài tập:

1) Chọn loại nước và các đặc trưng của chúng tại các nhân. Trong khi chọn các giá trị T và S đặc trưng cho từng loại nước có thể theo chỉ dẫn sau đây: Nước biển Nhật Bản đi vào biển Ôkhốt qua eo biển Laperusa là loại nước ấm nhất trong vùng với nhiệt độ đến $19,0^\circ$ hoặc $19,5^\circ$ và độ muối cao tới 34,00 ‰. Loại nước mặt của biển Ôkhốt có độ muối thấp hơn nhiều (31,40-31,50 ‰) và lạnh hơn ($15,0^\circ$ - $16,0^\circ$). Tầng nước lạnh trung gian đi vào vùng nghiên cứu có nhiệt độ $1,7^\circ$ và độ muối 33,30 ‰.

2) Xác định thành phần phần trăm của các khối nước. Dựa theo những đặc trưng đã chọn ở mục trước dựng tam giác xáo trộn. Sau đó xác định thành phần phần trăm của các khối nước tại tất cả các điểm quan trắc của mặt cắt 1, còn đối với tất cả các trạm khác cho tầng mặt và một trong những tầng sâu. Những số liệu nhận được viết theo mẫu bảng 2.9.

3) Dựng các mặt cắt và các bản đồ. Trên các mặt cắt và các bản đồ theo hàm lượng phần trăm vẽ các đường đẳng trị biểu diễn hàm lượng phần trăm của từng khối nước trên không gian mặt cắt hoặc bản đồ. Những diện tích do mỗi khối nước chiếm (trong phạm vi từ 100 % đến 50 %) được tô màu khác nhau để phản ánh vùng ngự trị của mỗi khối nước.

Phân tích kết quả:

Trong báo cáo tổng kết phải trình bày cơ sở của việc chọn loại nước và các đặc trưng của chúng dựa vào những kiến thức thủy văn về vùng biển nghiên cứu, thứ tự thực hiện công việc và những đặc điểm trong phân bố các khối nước và sự xáo trộn của chúng trên mặt cắt và bản đồ (kèm theo các biểu bảng và hình vẽ đã dựng được).

Những bài tập mẫu chương 2

1) Lập các đoạn chương trình máy tính tính độ ổn định thẳng đứng tại trạm hải văn nước sâu. Tính và vẽ đồ thị phân bố độ ổn định thẳng đứng của nước biển tại các vùng khác nhau ở biển Đông.

2) Cho trước trạm hải văn với các trị số trung bình tháng về nhiệt độ và độ muối tại các tầng sâu. Vẽ đồ thị và phân tích biến trình năm của nhiệt độ, độ muối, mật độ của trạm đó và nhận xét kết quả. So sánh biến trình năm của các đặc trưng ở những vùng khác nhau

của biển Đông.

3) Cho trước các mặt cắt nhiệt độ và độ muối trên biển Đông. Tính dòng chảy mật độ ổn định và vẽ phân bố tốc độ dòng tại từng mặt cắt.

4) Thực hiện tính lượng tải nước qua các mặt cắt ở biển Đông bằng phương pháp các đường đẳng tốc và phương pháp động lực.

Bảng 2.8. Số liệu nhiệt độ và độ muối trong biển Ôkhốt

(trên: nhiệt độ, dưới: độ muối)

Tầng m	Mặt cắt 3 tháng 8 năm 1937				Mặt cắt 4 tháng 8 năm 1937			
	Trạm 1	Trạm 2	Trạm 3	Trạm 4	Trạm 5	Trạm 6	Trạm 7	Trạm 8
	145°32'E 46°32'N	143°51'E 46°03'3N	144°50'E 45°31'N	145°38'E 45°03'5N	146°33'E 44°37'N	146°46'2E 44°03'N	147°01'E 43°46'7N	147°42'E 44°45'N
0	14.80 32.34	14.70 32.12	14.80 32.21	14.80 32.65	17.60 33.62	16.40 33.68	16.60 33.56	9.20 32.81
10	14.82 32.36	14.69 32.14	14.36 32.20	14.90 32.65	17.65 33.64	16.42 33.69	16.47 33.55	9.09 32.80
25	9.47 32.81	9.81 32.48	12.28 32.30	1.98 32.95	15.87 33.80	15.63 33.59	12.96 33.44	7.03 32.92
50	0.28 32.99	1.15 32.90	4.11 33.17	1.27 33.28	12.30 33.58	14.46 33.51	11.27 33.44	4.26 33.01
100	-1.10 33.13	-1.19 33.15	1.00 33.26	-0.32 33.22	5.89 33.66	8.45 33.39	5.64 33.33	2.32 33.21
150	-0.54 33.40	-1.83 33.16	1.21 33.33	0.56 33.40				1.91 33.30
200	-0.48 33.40	-1.13 33.16	1.12 33.33	0.79 33.39				1.72 33.37
300	0.18 33.40		0.57 33.44	0.99 33.48				
400	0.62 33.57		0.89 33.49	1.60 33.58				
500	1.35 33.73		2.11 33.66	1.42 33.64				
600	1.68 33.90		2.21 33.68	1.58 33.82				
800			2.20 34.02					
1000			2.20 34.14					
Độ sâu m	—	—	—	—	134	121	131	—

Bảng 2.9. Thành phần phần trăm của các loại nước

Tầng m	Trạm 1			Trạm 2			Trạm 3			Trạm 4		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0												
10												
25												
50												
100												
150												
200												
300												
400												
500												
600												
800												
1000												

Bảng 2.9 (tiếp)

Tầng m	Trạm 5			Trạm 6			Trạm 7			Trạm 8		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
0												
10												
25												
50												
100												
150												
200												

CHƯƠNG 3 - PHÂN TÍCH QUAN TRẮC DÒNG CHẢY VÀ THỦY TRIỀU

3.1. PHÂN TÍCH CHUỖI QUAN TRẮC DÒNG CHẢY THEO PHƯƠNG PHÁP MAXIMOV

Phương pháp Maximov phân tích chuỗi dòng chảy triều bán nhật hoặc toàn nhật dựa trên giả thiết về sự không đổi của dòng chảy dư trong chu kỳ quan trắc.

Biến thiên của dòng chảy dư có thể là đáng kể, đặc biệt khi hướng gió thay đổi. Do đó xuất hiện sai số trong khi tính dòng triều.

Vì phân triều cơ bản trong nhóm các phân triều bán nhật là phân triều mặt trăng chính M_2 , ngày sóng bằng 24,84 giờ (24 giờ 50 ph), còn phân triều toàn nhật cơ bản là K_1 , chu kỳ bằng 23,93 giờ (23 giờ 56 ph), nên dòng toàn nhật sẽ xô dịch so với dòng bán nhật 54 phút sau một ngày. Sau hai ngày hiệu này bằng 1 giờ 40 phút, sau ba ngày - 2 giờ 30 phút; sau 7 ngày triều mặt trăng chậm so với triều mặt trời khoảng 6 giờ và vào thời điểm này cực đại của triều mặt trăng sẽ trùng với cực tiểu của triều mặt trời vì khoảng thời gian 6 giờ bằng một nửa chu kỳ của phân triều chính mặt trời. Sau khoảng 7 ngày nữa sự tương ứng giữa các cực đại của triều mặt trăng và mặt trời sẽ lại được khôi phục.

Tại các vùng với thành phần toàn nhật nhỏ, dòng triều thực tế gần như đồng nhất với dòng triều bán nhật. Khi thành phần toàn nhật đáng kể triều thực sẽ khác với triều bán nhật một lượng bằng độ lớn của dòng triều toàn nhật.

Từ đó rút ra kết luận thực tế quan trọng là khoảng thời gian quan trắc và phương pháp tính các dòng chảy tuần hoàn từ dòng chảy tổng cộng phải được quy định bởi đặc điểm của sự tương quan giữa các dòng bán nhật và toàn nhật làm thành triều thực.

Trong các vùng có thành phần toàn nhật đáng kể thì chuỗi quan trắc phải dài 25 giờ.

Để thuận tiện phân tích các vectơ dòng chảy tổng cộng quan trắc được phân thành các thành phần hướng theo kinh tuyến (hướng lên bắc) U và thành phần theo vĩ tuyến (hướng sang đông) V .

Một dao động tuần hoàn bất kỳ có thể có thể khai triển thành một số hữu hạn hoặc vô hạn những dao động hình sin đơn giản với chu kỳ 1, 2, 3 và k – bội số và với dịch pha ban đầu φ_k . Mỗi thành phần của dòng tổng cộng có thể biểu diễn dưới dạng

$$S = \frac{1}{2} A_0 + \sum_{k=1}^{k=\infty} R_k \cos(kt - \varphi_k), \quad (3.1)$$

trong đó: $\frac{1}{2}A_0$ – phần không đổi của đường cong dao động, tức thành phần dòng dư; R_k – nửa biên độ, φ_k – pha, k – tốc độ góc của mỗi dao động đơn thành phần, t – thời gian.

Áp dụng công thức cosin của hiệu, (3.1) viết thành:

$$S = \frac{1}{2}A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} R_k (\cos kt \cos \varphi_k + \sin kt \sin \varphi_k). \quad (3.2)$$

Nếu ký hiệu:

$$R_k \sin \varphi_k = A_k, \quad R_k \cos \varphi_k = B_k,$$

ta có

$$S = \frac{1}{2}A_0 + \sum_{k=1}^{\infty} A_k \sin kt + \sum_{k=1}^{\infty} B_k \cos kt. \quad (3.3)$$

Công thức để xác định những hệ số A_k và B_k theo phương pháp phân tích điều hòa có dạng:

$$A_k = \frac{1}{12} \sum_{t=0}^{23} S_t \sin \left(k \frac{2\pi}{24} t \right), \quad B_k = \frac{1}{12} \sum_{t=0}^{23} S_t \cos \left(k \frac{2\pi}{24} t \right), \quad (3.4)$$

trong đó t – các giờ nguyên trong một ngày sóng từ 0 giờ đến 23 giờ của thang giờ quy ước; S – những giá trị của một thành phần hoặc của dòng chảy tổng cộng theo kinh U hoặc vĩ tuyến V tương ứng những giờ đó.

Thang giờ quy ước thường dùng là thang giờ mặt trăng và thang giờ con nước. Gốc 0 của thang giờ mặt trăng là thời điểm thượng đỉnh trên hoặc dưới của mặt trăng tại kinh tuyến Greenwich trong ngày quan trắc. Trường hợp dùng thang giờ con nước thì gốc 0 được lấy bằng thời điểm nước lớn xảy ra ở vùng quan trắc. Mỗi giờ trên thang giờ quy ước bằng 1 giờ 2 phút giờ mặt trời trung bình. Muốn chuyển từ thời gian mặt trời trung bình sang thời gian thang giờ quy ước và xác định những trị số mực nước ứng với những giờ nguyên của thang giờ quy ước ta có thể dựng đồ thị biến trình của các thành phần dòng chảy quan trắc trên đó các trục ngang đồng thời biểu diễn thời gian mặt trời trung bình và thời gian quy ước. Trên đồ thị này cũng có thể thực hiện các chỉnh lý sơ bộ như loại trừ sai số ngẫu nhiên, làm trơn các đường cong... (xem hình 3.1).

Vận tốc góc của dao động toàn nhật bằng $2\pi/24 = 15^\circ$ khi $k=1$, vận tốc góc của dao động bán nhật bằng $2\pi/12 = 30^\circ$ khi $k=2$ và vận tốc góc của dao động một phần tư ngày bằng $2\pi/6 = 60^\circ$ khi $k=4$.

Khi các trị số A_k và B_k đã biết, các nửa biên độ và pha được tính theo những công thức:

$$\operatorname{tg} \varphi_k = \frac{A_k}{B_k}, \quad R_k = \sqrt{A_k^2 + B_k^2}. \quad (3.5)$$

ở đây góc φ_k được xác định có tính tới quy tắc dấu như sau:

A_k	B_k	Góc phần tư	Công thức
+	+	1	$0^\circ + \varphi$
+	-	2	$180^\circ - \varphi$
-	-	3	$180^\circ + \varphi$
-	+	4	$360^\circ - \varphi$

Như vậy nhiệm vụ cơ bản của phân tích điều hòa dòng triều là:

- Tính các nửa biên độ R_u và R_v của các thành phần kinh tuyến và vĩ tuyến của dòng triều toàn nhật ($k=1$), bán nhật ($k=2$) và khi cần thiết có thể cả dòng triều chu kỳ 1/4 ngày ($k=4$);
- Tính các pha φ_u và φ_v .

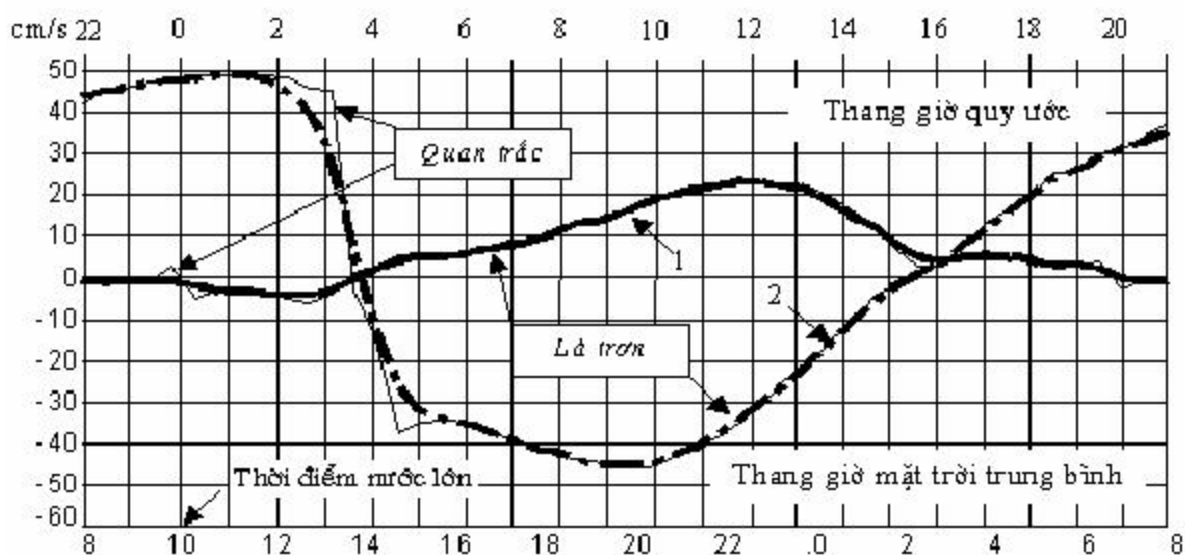
Những đại lượng R và φ cho phép tìm các thành phần theo kinh tuyến và vĩ tuyến riêng biệt của các phân triều toàn nhật, bán nhật và chu kỳ 1/4 ngày.

Đối với dòng triều toàn nhật các phương trình tương ứng với thành phần kinh tuyến và vĩ tuyến tuần tự là:

$$\begin{aligned} u_1 &= R'_u \cos(t - \varphi'_u), \\ v_1 &= R'_v \cos(t - \varphi'_v). \end{aligned} \quad (3.6)$$

Đối với dòng triều bán nhật:

$$\begin{aligned} u_2 &= R''_u \cos(t - \varphi''_u), \\ v_2 &= R''_v \cos(t - \varphi''_v). \end{aligned} \quad (3.7)$$



Quan trắc từ 8 giờ ngày 30 đến 8 giờ ngày 31/12/94, tọa độ $108^\circ 59' 86''\text{E}$ - $16^\circ 39' 75''\text{N}$, tầng 30 m

Hình 3.1. Biến trình thành phần kinh tuyến (1) và vĩ tuyến (2) của dòng chảy

- Hướng của dòng triều lên hoặc xuống cực đại được xác định bằng biểu thức:

$$\operatorname{tg} 2\gamma = \operatorname{tg} 2\mu \cos(\varphi_u - \varphi_v). \quad (3.9)$$

- Tốc độ của dòng triều lên hoặc xuống cực đại:

$$V_{\max} = \sqrt{X^2 + Y^2}, \quad (3.10)$$

trong đó: $X = R_v \cos(\tau - \varphi_v)$; $Y = R_u \cos(\tau - \varphi_u)$; τ và γ tuần tự là pha và hướng của triều lên cực đại hoặc triều xuống cực đại. Muốn nhận được đại lượng này hoặc đại lượng kia cần thêm 180° vào τ và γ . Giá trị nào trong số những giá trị tìm được ứng với dòng triều lên, còn giá trị nào ứng với triều xuống được xác định tùy thuộc vào hướng truyền sóng thủy triều tại vùng quan trắc.

Dựa vào các thành phần kinh và vĩ tuyến của dòng triều có thể tính được những trị số từng giờ của dòng dư theo các công thức:

$$\begin{aligned} U_R &= U - (U_1 + U_2 + U_4), \\ V_R &= V - (V_1 + V_2 + V_4). \end{aligned} \quad (3.11)$$

Tính toán các dòng triều và dòng dư theo phương pháp Maximov nên thực hiện theo những sơ đồ chuyên dụng như các sơ đồ 1÷4 trong bảng 3.1.

Việc tính pha, hướng và tốc độ các dòng triều cực đại phải đồng thời với việc dựng các elip dòng triều. Các elip dòng triều được dựng dựa theo các số liệu đã tính được trong các cột 4, 7, 11, 14, 18, 21 trong sơ đồ 3. Các elip giúp biểu thị trực quan các dòng triều đã tính được và kiểm tra các kết quả tính. Cần nhớ rằng hướng của dòng triều cực đại tương ứng với hướng của trục lớn của elip dòng chảy, tốc độ dòng cực đại nhân đôi thì bằng độ dài của trục lớn của elip (trong tỷ lệ của đồ thị), pha của dòng triều lên hay xuống cực đại tương ứng với các thời điểm của giao điểm giữa trục lớn của elip với đường elip (đường bao của nó). Hướng và độ lớn của trục nhỏ của elip biểu diễn các yếu tố của dòng triều tại thời điểm đổi dòng.

Bảng 3.1. Phân tích chuỗi dòng chảy theo phương pháp Maximov

Sơ đồ 1 - Tính các thành phần dòng chảy ứng với thang giờ quy ước

Trạm: DT21 $\lambda = 108^{\circ}59'86E$ $\varphi = 16^{\circ}39'75N$ Tầng: 30 m Độ sâu: ... Ngày: 30-31/12/94

Thời điểm thượng đỉnh mặt trăng ở kinh tuyến Greenwich: 10 giờ 00 phút

Dòng chảy tổng cộng (quan trắc)								Giờ nguyên so với TĐMT	Thành phần	
Thời gian quan trắc				Dòng chảy		Các thành phần			Kinh (u)	Vĩ (v)
Múi giờ		Greenwich		Hướng	Tốc độ	Kinh	Vĩ			
Giờ	Phút	Giờ	Phút							
1		2		3		4		5	6	7
8	00	15	00	90	42	-0.0	42,3	0	0,4	47,6
9	00	16	00	91	46	-0.9	45,9	1	-1,4	48,7
10	00	17	00	87	48	2.7	47,6	2	-3,6	47,2
11	00	18	00	93	49	-2.7	49,4	3	-3,5	31,0
12	00	19	00	93	49	-2.7	48,5	4	0,3	-2,9
13	00	20	00	98	46	-6.3	45,9	5	4,3	-29,0
14	00	21	00	270	3	0.0	-2,7	6	5,9	-35,8
15	00	22	00	278	37	5.4	-36,9	7	7,3	-37,9
16	00	23	00	279	35	5.4	-34,2	8	10,1	-41,3
17	00	24	00	280	37	6.3	-36,9	9	13,6	-44,0
18	00	1	00	283	42	9.0	-40,5	10	17,3	-44,3
19	00	2	00	286	46	12.5	-44,0	11	20,5	-41,3
20	00	3	00	289	49	16.1	-45,8	12	22,3	-34,9
21	00	4	00	294	48	19.8	-44,1	13	21,8	-26,4
22	00	5	00	300	45	22.5	-38,6	14	18,2	-16,5
23	00	6	00	307	38	23.4	-30,6	15	11,8	-7,0
0	00	7	00	315	30	21.6	-21,6	16	6,4	1,1
1	00	8	00	326	20	16.2	-10,8	17	5,0	8,8
2	00	9	00	346	7	7.2	-1,8	18	5,0	16,6
3	00	10	00	53	5	2.7	3,6	19	3,1	23,5
4	00	11	00	63	14	6.3	12,6	20	-0,1	29,6
5	00	12	00	75	20	5.4	19,8	21	-1,4	35,3
6	00	13	00	84	26	2,7	26,1	22	-0,8	41,3
7	00	14	00	95	32	-2,7	31,5	23	0,2	45,2
8	00	15	00	93	37	-1,8	36,9			
Dòng dư: Hướng 5 ° Tốc độ 7 cm/s						Σ ₂₄			162,8	14,7
						Σ ₂₄ / 24			6,8	0,6

Bảng 3.1 (tiếp)*Sơ đồ 2 - Tính biên độ và pha của các thành phần dòng triêu*

t	u	v	Kinh tuyến (u)						Vĩ tuyến (v)					
			$u \cos(15^\circ kt)$			$u \sin(15^\circ kt)$			$v \cos(15^\circ kt)$			$v \sin(15^\circ kt)$		
			$k=1$	$k=2$	$k=4$	$k=1$	$k=2$	$k=4$	$k=1$	$k=2$	$k=4$	$k=1$	$k=2$	$k=4$
1	2	3	4			5			6			7		
0	0,4	47,6	0,4	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	47,6	47,6	47,6	0,0	0,0	0,0
1	-1,4	48,7	-1,4	-1,2	-0,7	-0,4	-0,7	-1,2	47,1	42,2	24,4	12,6	24,4	42,2
2	-3,6	47,2	-3,1	-1,8	1,8	-1,8	-3,1	-3,1	40,9	23,6	-23,6	23,6	40,9	40,9
3	-3,5	31,0	-2,4	0,0	3,5	-2,4	-3,5	0,0	21,9	0,0	-31,0	21,9	31,0	0,0
4	0,3	-2,9	0,2	-0,2	-0,2	0,3	0,3	-0,3	-1,5	1,5	1,5	-2,5	-2,5	2,5
5	4,3	-29,0	1,1	-3,7	2,2	4,2	2,2	-3,7	-7,5	25,1	-14,5	-28,0	-14,5	25,1
6	5,9	-35,8	0,0	-5,9	5,9	5,9	0,0	0,0	0,0	35,8	-35,8	-35,8	0,0	0,0
7	7,3	-37,9	-1,9	-6,3	3,7	7,1	-3,7	6,3	9,8	32,8	-18,9	-36,6	18,9	-32,8
8	10,1	-41,3	-5,0	-5,0	-5,0	8,7	-8,7	8,7	20,7	20,7	20,7	-35,8	35,8	-35,8
9	13,6	-44,0	-9,6	0,0	-13,6	9,6	-13,6	0,0	31,1	-0,0	44,0	-31,1	44,0	0,0
10	17,3	-44,3	-15,0	8,6	-8,6	8,6	-15,0	-15,0	38,4	-22,2	22,2	-22,2	38,4	38,4
11	20,5	-41,3	-19,8	17,7	10,2	5,3	-10,2	-17,7	39,8	-35,7	-20,6	-10,7	20,6	35,7
12	22,3	-34,9	-22,3	22,3	22,3	0,0	0,0	0,0	34,9	-34,9	-34,9	0,0	0,0	0,0
13	21,8	-26,4	-21,1	18,9	10,9	-5,6	10,9	18,9	25,5	-22,8	-13,2	6,8	-13,2	-22,8
14	18,2	-16,5	-15,7	9,1	-9,1	-9,1	15,7	15,7	14,3	-8,3	8,3	8,3	-14,3	-14,3
15	11,8	-7,0	-8,4	0,0	-11,8	-8,4	11,8	0,0	4,9	0,0	7,0	4,9	-7,0	0,0
16	6,4	1,1	-3,2	-3,2	-3,2	-5,5	5,5	-5,5	-0,6	-0,6	-0,6	-1,0	1,0	-1,0
17	5,0	8,8	-1,3	-4,3	2,5	-4,8	2,5	-4,3	-2,3	-7,7	4,4	-8,5	4,4	-7,7
18	5,0	16,6	0,0	-5,0	5,0	-5,0	0,0	0,0	0,0	-16,6	16,6	-16,6	0,0	0,0
19	3,1	23,5	0,8	-2,7	1,5	-3,0	-1,5	2,7	6,1	-20,4	11,8	-22,7	-11,8	20,4
20	-0,1	29,6	-0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	-0,1	14,8	-14,8	-14,8	-25,6	-25,6	25,6
21	-1,4	35,3	-1,0	0,0	1,4	1,0	1,4	0,0	24,9	0,0	-35,3	-24,9	-35,3	0,0
22	-0,8	41,3	-0,7	-0,4	0,4	0,4	0,7	0,7	35,7	20,6	-20,6	-20,6	-35,7	-35,7
23	0,2	45,2	0,2	0,1	0,1	-0,0	-0,1	-0,1	43,7	39,1	22,6	-11,7	-22,6	-39,1
			12B			12A			12B			12A		
			-129,3	37,5	19,6	5,0	-9,1	1,9	490,4	105,2	-33,0	-256,3	77,0	41,6
			B			A			B			A		
			-10,8	3,1	1,6	0,4	-0,8	0,2	40,9	8,8	-2,7	-21,4	6,4	3,5

Bảng 3.1 (tiếp)

Sơ đồ 3 - Tính các elip dòng triều

Dòng triều toàn nhật							Dòng triều bán nhật						
t	Kinh tuyến (u)			Vĩ tuyến (v)			t	Kinh tuyến (u)			Vĩ tuyến (v)		
	$t-\varphi_u$	$\cos(t-\varphi_u)$	$R_u\cos(t-\varphi_u)$	$t-\varphi_v$	$\cos(t-\varphi_v)$	$R_v\cos(t-\varphi_v)$		$t-\varphi_u$	$\cos(t-\varphi_u)$	$R_u\cos(t-\varphi_u)$	$t-\varphi_v$	$\cos(t-\varphi_v)$	$R_v\cos(t-\varphi_v)$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0 (0)	-3	0,999	11	-6	0,995	46	0(0)	-6	0,994	3	-1	1,000	11
1 (15)	12	0,979	11	9	0,987	46	1(30)	24	0,914	3	29	0,871	9
2 (30)	27	0,892	10	24	0,912	42	2(60)	54	0,588	2	59	0,510	6
3 (45)	42	0,744	8	39	0,775	36	3(90)	84	0,105	0	89	0,011	0
4 (60)	57	0,546	6	54	0,585	27	4(120)	114	-0,406	-1	119	-0,490	-5
5 (75)	72	0,311	3	69	0,355	16	5(150)	144	-0,809	-3	149	-0,860	-9
6 (90)	87	0,054	1	84	0,101	5	6(180)	174	-0,994	-3	179	-1,000	-11
7 (105)	102	-0,206	-2	99	-0,160	-7	7(210)	204	-0,914	-3	209	-0,871	-9
8 (120)	117	-0,452	-5	114	-0,410	-19	8(240)	234	-0,588	-2	239	-0,510	-6
9 (135)	132	-0,668	-7	129	-0,632	-29	9(270)	264	-0,105	-0	269	-0,011	-0
10 (150)	147	-0,838	-9	144	-0,811	-37	10(300)	294	0,406	1	299	0,490	5
11 (165)	162	-0,951	-10	159	-0,935	-43	11(330)	324	0,809	3	329	0,860	9
12 (180)	177	-0,999	-11	174	-0,995	-46		$\varphi_u = 346 \quad R_u = 3.2$			$\varphi_v = 36 \quad R_v = 10.9$		
13 (195)	192	-0,979	-11	189	-0,987	-46	Dòng triều một phần tư ngày						
14 (210)	207	-0,892	-10	204	-0,912	-42	t	Kinh tuyến (u)			Vĩ tuyến (v)		
15 (225)	222	-0,744	-8	219	-0,775	-36							
16 (240)	237	-0,546	-6	234	-0,585	-27		(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)
17 (255)	252	-0,311	-3	249	-0,355	-16	15	16	17	18	19	20	21
18 (270)	267	-0,054	-1	264	-0,101	-5	0(0)	-0	1,000	2	-2	0,999	4
19 (285)	282	0,206	2	279	0,160	7	1(60)	60	0,501	1	58	0,533	2
20 (300)	297	0,452	5	294	0,410	19	2(120)	120	-0,499	-1	118	-0,466	-2
21 (315)	312	0,668	7	309	0,632	29	3(180)	180	-1,000	-2	178	-0,999	-4
22 (330)	327	0,838	9	324	0,811	37	4(240)	240	-0,501	-1	238	-0,533	-2
23 (345)	342	0,951	10	339	0,935	43	5(300)	300	0,499	1	298	0,466	2
	$\varphi_u = 178 \quad R_u = 10,8$			$\varphi_v = 332 \quad R_v = 46,1$				$\varphi_u = 6 \quad R_u = 1,6$			$\varphi_v = 128 \quad R_v = 4,4$		

Bảng 3.1 (tiếp)

Sơ đồ 4 - Tính các yếu tố của dòng triều cực đại

Dòng triều	Toàn nhật	Bán nhật	1/4 ngày	Dòng triều	Toàn nhật	Bán nhật	1/4 ngày
TÍNH PHA				TÍNH HƯỚNG			
R_u	10,8	3,2	1,6	$C' = \operatorname{tg} 2\mu$	1,948	1,918	1,876
R_v	46,1	10,9	4,4	$D' = \cos(\varphi_u - \varphi_v)$	-0,904	0,646	-0,542
R_u^2	116,3	10,3	2,7	$\operatorname{tg} 2\gamma = C' D'$	-1,760	1,238	-1,016
R_v^2	2126,0	118,0	19,6	$2\gamma^\circ$	-60,4	51,1	-45,5
$R_u^2 + R_v^2$	2242,3	128,3	22,3	$\gamma^\circ; \gamma^\circ + 180^\circ$	284	66	302
$m = \sqrt{R_u^2 + R_v^2}$	47,3	11,3	5,0				
$\cos \mu = \frac{R_u}{m}$	0,228	0,284	0,347				
$\sin \mu = \frac{R_v}{m}$	0,974	0,959	0,938				
μ	76,8	73,5	69,7	Dòng triều	Toàn nhật	Bán nhật	1/4 ngày
2μ	153,7	147,1	139,4	TÍNH TỐC ĐỘ			
$C = \cos 2\mu$	-0,896	-0,839	-0,759	$\tau - \varphi_u$	-30,2	-132,7	-53,4
φ_u	177,8	346,4	5,6	$\cos(\tau - \varphi_u)$	0,912	-0,678	0,596
φ_v	332,4	36,2	128,4	$\tau - \varphi_v$	-178,8	177,5	-176,2
$\varphi_u - \varphi_v$	-154,6	310,2	-122,8	$\cos(\tau - \varphi_v)$	-1,000	-0,999	-0,998
$D = \operatorname{tg}(\varphi_u - \varphi_v)$	0,474	-1,182	1,551	$Y = R_u \cos(\tau - \varphi_u)$	9,8	-2,2	1,0
$\operatorname{tg} N = C.D$	-0,425	0,992	-1,177	$X = R_v \cos(\tau - \varphi_v)$	-46,1	-10,8	-4,4
N	-23,0	45,0	-50,0	Y^2	96,7	4,7	1,0
$2\tau = N + (\varphi_u + \varphi_v)$	307	427	-96	X^2	2125,1	117,8	19,5
$\tau^\circ; \tau^\circ + 180^\circ$	154	214	-48	$X^2 + Y^2$	2221,9	122,5	20,5
τ^h	10,24	7,12	23,20	$V_{\max} = \sqrt{X^2 + Y^2}$	47,1	11,1	4,5

3.2. PHÂN TÍCH ĐIỀU HÒA CHUỖI QUAN TRẮC NGÀY THEO PHƯƠNG PHÁP HÀNG HẢI

3.2.1. Giới thiệu lý thuyết của phương pháp hàng hải

Doodson và Warburg cho rằng những đặc điểm chính của thủy triều được quy định bởi bốn sóng chính M_2, S_2, K_1, O_1 . Những hằng số điều hòa của chúng chịu ảnh hưởng của các điều kiện địa lý mạnh hơn so với những sóng khác. Những sóng N_2, P_1, K_2, Q_1 ít chịu ảnh hưởng của các điều kiện địa phương và chúng có thể được xác định một cách gần đúng theo bốn sóng chính nhờ những hệ thức rút ra từ lý thuyết phân tích điều hòa thủy triều. Do đó, nếu gộp các sóng N_2, P_1, K_2, Q_1 vào các sóng M_2, S_2, K_1, O_1 thì công thức độ cao mực nước thủy triều sẽ có dạng

$$\begin{aligned} z = z_0 &+ H_{S_2} B_S C_S \cos[q_{S_2} t - (b_S + c_S + g_{S_2})] + \\ &H_{M_2} B_M C_M \cos[q_{M_2} t - (b_M + c_M + g_{M_2})] + \\ &H_{K_1} B_K C_K \cos[q_{K_1} t - (b_K + c_K + g_{K_1})] + \\ &H_{O_1} B_O C_O \cos[q_{O_1} t - (b_O + c_O + g_{O_1})]. \end{aligned} \quad (3.12)$$

Trong công thức trên những hiệu chỉnh B, C và b, c thực chất là những hệ số suy thoái và những phần pha thiên văn để tính tới sự cộng gộp các sóng N_2, P_1, K_2, Q_1 vào các sóng chính M_2, S_2, K_1, O_1 . Hiệu chỉnh B, b phụ thuộc vào năm và ngày quan trắc; C phụ thuộc vào thị sai ngang của mặt trăng và c phụ thuộc vào thời điểm thượng đỉnh mặt trăng tại kinh tuyến Greenwich. Doodson đã lập những bảng chuyên dụng để tra những hiệu chỉnh này trong khi phân tích điều hòa và dự tính thủy triều theo phương pháp của mình (phụ lục 1).

Để tính các hằng số điều hòa công thức (3.12) được rút gọn hơn nữa bằng cách gộp bốn sóng vào thành hai: sóng chu kỳ nửa ngày q_2 và sóng chu kỳ ngày q_1 . Được biết khi gộp các sóng có cùng chu kỳ nhưng khác biên độ và pha ta cần đưa vào những hiệu chỉnh cho biên độ và pha. Giả sử cần gộp hai sóng $M \cos(nt - m)$ và $S \cos(nt - s)$ thành một sóng, ta viết:

$$M \cos(nt - m) + S \cos(nt - s) = ES \cos[nt - (s + e)],$$

trong đó E và e là những hiệu chỉnh tuần tự cho biên độ và pha. Biến đổi tiếp hệ thức này để xác định các hiệu chỉnh E và e :

$$S \left[\cos(nt - s) + \frac{M}{S} \cos(nt - m - s + s) \right] = ES \cos[nt - (s + e)].$$

Nếu dùng ký hiệu

$$nt' = nt - s; \quad D = \frac{M}{S}; \quad d = m - s$$

ta có

$$S [\cos nt' + D \cos(nt' - d)] = ES \cos(nt' - e)$$

hay

$$\begin{aligned}\cos nt' + D \cos(nt' - d) &= E \cos(nt' - e) \Rightarrow \\ \cos nt' + D \cos nt' \cos d + D \sin nt' \sin d &= E \cos nt' \cos e + E \sin nt' \sin e \Rightarrow \\ \cos nt'(1 + D \cos d - E \cos e) &= \sin nt'(E \sin e - D \sin d).\end{aligned}$$

Muốn đẳng thức này luôn thực hiện cần điều kiện:

$$\left. \begin{aligned}1 + D \cos d - E \cos e &= 0 \\ E \sin e - D \sin d &= 0\end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned}1 + D \cos d &= E \cos e \\ D \sin d &= E \sin e\end{aligned} \right\}.$$

Từ đó có các biểu thức xác định các hiệu chỉnh pha và biên độ của sóng gộp:

$$\begin{aligned}\operatorname{tge} &= \frac{D \sin d}{1 + D \cos d}; \\ E &= \sqrt{(1 + D \cos d)^2 + (D \sin d)^2}.\end{aligned}\quad (3.13)$$

Áp dụng phương pháp gộp sóng như vậy, công thức (3.12) có thể viết thành

$$\begin{aligned}z &= z_0 + H_{S_2} B_S C_S E_2 \cos[q_2 t - (b_S + c_S + e_2 + g_{S_2})] + \\ &H_{K_1} B_K C_K E_1 \cos[q_{K_1} t - (b_K + c_K + e_1 + g_{K_1})].\end{aligned}\quad (3.14)$$

trong đó E_2, e_2 – các hiệu chỉnh cho sóng gộp chu kỳ nửa ngày và E_1, e_1 – các hiệu chỉnh cho sóng gộp chu kỳ ngày được xác định theo các công thức (3.13). Cụ thể:

- Đối với sóng chu kỳ nửa ngày:

$$D_2 = \frac{H_{M_2} B_M C_M}{H_{S_2} B_S C_S}; \quad d_2 = (b_M + c_M + g_{M_2}) - (b_S + c_S + g_{S_2}); \quad (3.15)$$

- Đối với sóng chu kỳ ngày:

$$D_1 = \frac{H_{O_1} B_O C_O}{H_{K_1} B_K C_K}; \quad d_1 = (b_O + c_O + g_{O_1}) - (b_K + c_K + g_{K_1}); \quad (3.16)$$

Như vậy nếu biết tương quan biên độ và hiệu pha của hai cặp sóng chu kỳ bán nhật và toàn nhật thì có thể xác định các hiệu chỉnh D và e theo các biểu thức (3.15) và (3.16) và độ cao mực nước thủy triều được biểu diễn qua hai sóng S_2 và K_1 bằng phương trình (3.14). Ta tiếp tục biến đổi phương trình này để dẫn tới dạng thuận tiện cho việc xác định các hằng số điều hòa. Nếu dùng các ký hiệu:

$$\begin{aligned}B_S C_S E_2 &= F_2; \quad b_S + c_S + e_2 = f_2; \\ B_K C_K E_1 &= F_1; \quad b_K + c_K + e_1 = f_1;\end{aligned}\quad (3.17)$$

phương trình (3.14) có thể viết lại thành

$$z = Z_0 + H_{S_2} F_2 \cos[q_2 t - (f_2 + g_{S_2})] + H_{K_1} F_1 \cos[q_1 t - (f_1 + g_{K_1})] \quad (3.18)$$

hay

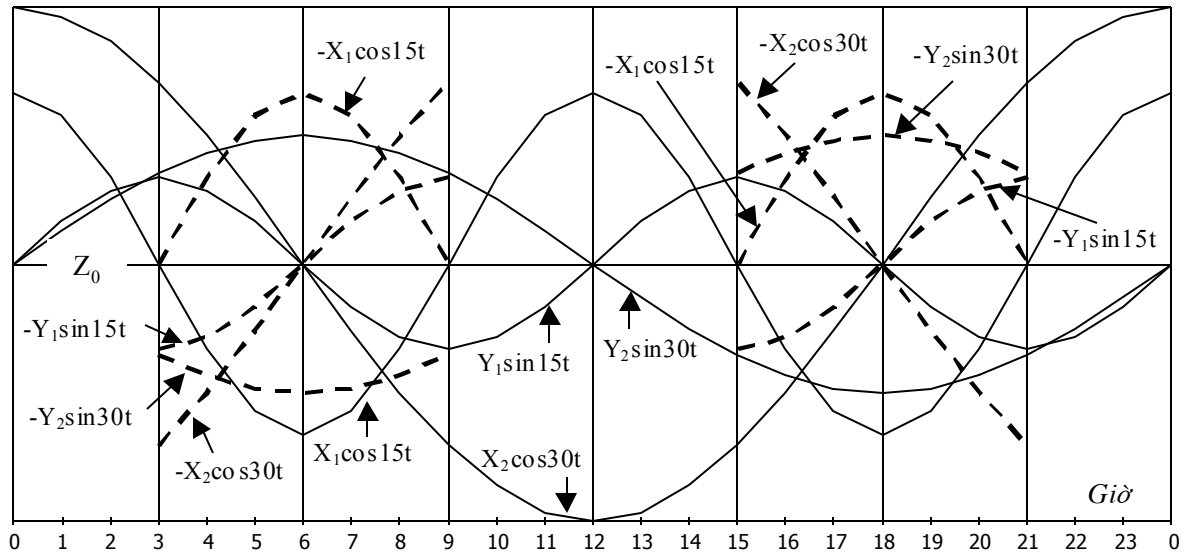
$$z = Z_0 + R_2 \cos r_2 \cos q_2 t + R_2 \sin r_2 \sin q_2 t + R_1 \cos r_1 \cos q_1 t + R_1 \sin r_1 \sin q_1 t ,$$

trong đó

$$R_2 = F_2 H_{S_2}; \quad R_1 = F_1 H_{K_1}; \quad r_2 = f_2 + g_{S_2}; \quad r_1 = f_1 + g_{K_1}. \quad (3.19)$$

Bảng 3.2. Các nhân tử Doodson dùng để tổ hợp sóng

Đại lượng cần tìm	Giờ trong ngày																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Z_0	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
X_1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Y_1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1
X_2	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1
Y_2	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	-1



Hình 3.2. Giải thích nguyên lý tổ hợp sóng của Doodson

Cho gần đúng trị số tốc độ góc của sóng bán nhật bằng $q_2 = 30^\circ/\text{giờ}$, sóng toàn nhật bằng $q_1 = 15^\circ/\text{giờ}$, và ký hiệu

$$R_2 \cos r_2 = X_2; \quad R_2 \sin r_2 = Y_2; \quad R_1 \cos r_1 = X_1; \quad R_1 \sin r_1 = Y_1, \quad (3.20)$$

phương trình độ cao mực nước thủy triều có dạng rút gọn

$$z = Z_0 + X_2 \cos 30t + Y_2 \sin 30t + X_1 \cos 15t + Y_1 \sin 15t. \quad (3.21)$$

Nếu biết độ cao mực nước từng giờ thì trong phương trình (3.21) các ẩn số sẽ là

Z_0, X_2, Y_2, X_1, Y_1 . Trị số mực nước trung bình Z_0 xác định bằng cách lấy trung bình cộng của 24 độ cao mực nước trong ngày. Để xác định các đại lượng X_2, Y_2, X_1, Y_1 Doodson đề xuất một phương pháp cộng 24 độ cao mực nước từng giờ với những dấu khác nhau của các độ cao đó, sao cho sau khi thực hiện phép cộng (tổ hợp sóng) thì các tổng độ cao của ba sóng triệt tiêu, chỉ còn lại một tổng, tức biên độ của một sóng. Thí dụ, nếu lấy các độ cao mực nước từ 0 đến 2 giờ, từ 9 đến 14 giờ và từ 21 đến 23 giờ với dấu dương, còn các độ cao mực nước từ 3 đến 8 giờ và từ 15 đến 20 giờ với dấu âm, rồi cộng các độ cao đó trong 24 giờ của ngày thì các tổng của sóng thứ nhất, thứ hai và thứ tư trong phương trình (3.21) bằng không, còn tổng của sóng thứ ba sẽ bằng X_1 (hình 3.2). Trên hình này những đoạn đường cong gạch nổi biểu thị những độ cao mực nước của các sóng triều lấy với dấu ngược lại, tức nhân với -1 . Tương tự, có thể chọn ra những hệ số $+1$ hoặc -1 dùng để nhân với mỗi độ cao mực nước quan trắc trước khi cộng 24 độ cao để nhận được biên độ của tất cả các sóng khác trong phương trình (3.21). Những hệ số đó gọi là nhân tử Doodson (xem bảng 3.2).

Vậy ta viết công thức để tính đại lượng X_1 dưới dạng:

$$\begin{aligned} X_1 \sum \cos 15t &= \sum z_t; \\ X_2 \sum \cos 30t &= \sum z_t; \\ Y_1 \sum \sin 15t &= \sum z_t; \\ Y_2 \sum \sin 30t &= \sum z_t. \end{aligned} \quad (3.22)$$

trong đó dấu $\sum$ biểu thị cách lấy tổng theo quy tắc đã nêu.

3.2.2. Quy trình tính toán theo phương pháp hàng hải

Các thủ tục phân tích chuỗi dòng chảy ngày theo phương pháp hàng hải được thực hiện theo các sơ đồ chuyên dụng, trong đó có chỉ dẫn từng bước tính theo các công thức của phương pháp. Trong bảng 3.3 biểu thị một dạng của sơ đồ với thí dụ tính cụ thể.

a) Điền những thông tin về địa điểm, thời gian quan trắc vào phần đầu của sơ đồ 1 bảng 3.3. Những dữ liệu về các đại lượng tương đối lấy theo các hằng số điều hòa dòng triều của trạm gần nhất có tính chất triều giống với trạm đang xét. Trường hợp không có thông tin về dòng triều thì có thể lấy các đại lượng tương đối theo các hằng số điều hòa mực nước. Xác định những hiệu chỉnh thiên văn B, C, b, c bằng cách tra các bảng tương ứng trong phụ lục 2 và tính các hiệu chỉnh gộp sóng theo các công thức (3.13), (3.15), (3.16). Trong sơ đồ này cũng đòi hỏi tìm các hiệu chỉnh cho kỳ vì thực tế các chu kỳ của các sóng toàn nhật và bán nhật không chính xác bằng 24 giờ và 12 giờ.

b) Dòng chảy quan trắc theo thời gian múi giờ được tách thành các hình chiếu lên kinh tuyến và vĩ tuyến, có thể vẽ lên đồ thị để sơ bộ làm trơn và loại những sai số ngẫu nhiên. Cuối cùng ghi lấy những trị số từng giờ nguyên (thời điểm đầu quan trắc được xem là 0 giờ) của các thành phần dòng chảy theo phương kinh tuyến và vĩ tuyến vào khối thứ nhất của sơ

đồ 2. Những đại lượng X_0, X_2, Y_2, X_1, Y_1 được xác định bằng cách nhân các trị số từng giờ của các thành phần với bảng nhân tử Doodson và cộng theo 24 giờ; kết quả ghi vào khối thứ hai của sơ đồ 2. Trong khối này sự ảnh hưởng của các hiệu chỉnh chu kỳ được xác định dưới dạng các nhân tử $PR \cos r$ và $PR \sin r$. Các giá trị X_0, X_2, Y_2, X_1, Y_1 được hiệu chỉnh lại theo những nhân tử ấy rồi lập các tổng:

$$P_2 R_2 \cos r_2 (\Sigma \text{ cột 9}).$$

c) Khối thứ ba của sơ đồ 2 tuân tự hoá việc tính các hằng số điều hòa theo các công thức (3.17) và (3.19) và dòng dư khi đã biết Z_0, X_2, Y_2, X_1, Y_1

Phương pháp hàng hải và những sơ đồ kèm theo cũng dùng để phân tích điều hòa thủy triều trong trường hợp chuỗi quan trắc mực nước dài một ngày để nhận những hằng số điều hòa thủy triều và thủ tục tính toán hoàn toàn tương tự.

Bảng 3.3. Phân tích chuỗi dòng chảy ngày theo phương pháp hằng hải

Sơ đồ 1A - Xác định các hiệu chỉnh cho thành phần kinh tuyến

Vùng biển: Thái Bình

Trạm liên tục ngày N^o: 28

Vĩ độ: Kinh độ:

Tầng quan trắc:

Ngày 8 tháng 11 năm 1982

Thời gian bắt đầu quan trắc: 15 giờ Múi giờ: 7

Thời gian giữa quan trắc: 2 giờ 30 phút

Dẫn liệu về các đại lượng tương đối:

Thành phần kinh tuyến

$$g'_{M_2} = g_{M_2} - g_{S_2} = 19^\circ - 67^\circ = -48^\circ$$

$$U'_{M_2} = U_{M_2} : U_{S_2} = 6 : 3 = 2,00$$

$$g'_{O_1} = g_{O_1} - g_{K_1} = 328^\circ - 357^\circ = -29^\circ$$

$$U'_{O_1} = U_{O_1} : U_{K_1} = 21 : 24 = 0,88$$

		M_2		S_2		K_1		O_1	
g'	U'	-48	2,00	0	1	0	1	-29	0,88
b	B	2	1,01	-16	1,13	32	1,03	307	0,99
c	C	180	1,11				1,07	180	1,11
$g' + b + c ; U'BC$		134	2,04	-16	1,19	32	1,11	98	0,97
		m	M	s	S	k	K	o	O
		Bán nhật				Toàn nhật			
		d_2	D_2	150	1,96	64	0,89	d_1	D_1
		e_2	E_2	125	1,20	30	1,66	e_1	E_1
		f_2	F_2	109	1,37	63	1,81	f_1	F_1

Các hiệu chỉnh chu kỳ: $S_2 = \dots 3,1$

$K_1 = \dots 1,9$

Các đại lượng b và B tra theo ngày bắt đầu quan trắc

Đại lượng c tra theo thời gian thượng đỉnh mặt trăng đã hiệu chỉnh

Đại lượng C tra theo thị sai ngang của mặt trăng

Các đại lượng e và E tra theo các đối số d_2 và D_2 cho dòng bán nhật,

theo d_1 và D_1 cho dòng toàn nhật

Các hiệu chỉnh chu kỳ S_2 tra theo các đối số d_2 và D_2 , K_1 theo d_1 và D_1

$$d_2 = m - s; D_2 = M : S$$

$$d_1 = o - k; D_1 = O : K$$

$$f_2 = e_2 + s; F_2 = E_2 \cdot S$$

$$f_1 = e_1 + k; F_1 = E_1 \cdot K$$

Bảng 3.3 (tiếp)
Sơ đồ 1B - Xác định các hiệu chỉnh cho thành phần vĩ tuyến

Thời gian thượng đỉnh lần thứ nhất của mặt trăng trong ngày ứng với giữa quan trắc:

6 giờ 06 phút giây

Hiệu chỉnh bằng 2 phút cho mỗi giờ kể từ đầu ngày cho tới giữa quan trắc:

$2,5 \times 2 \text{ phút} = 5 \text{ phút}$

Thời gian thượng đỉnh mặt trăng đã hiệu chỉnh: 6 giờ 11 phút . . . giây

Thị sai ngang của mặt trăng: $59^{\circ}00'$

Dẫn liệu về các đại lượng tương đối:

Thành phần vĩ tuyến

$$g'_{M_2} = g_{M_2} - g_{S_2} = 58^{\circ} - 135^{\circ} = -77^{\circ}$$

$$V'_{M_2} = V_{M_2} : V_{S_2} = 6 : 3 = 2$$

$$g'_{O_1} = g_{O_1} - g_{K_1} = 131^{\circ} - 192^{\circ} = -61^{\circ}$$

$$V'_{O_1} = V_{O_1} : V_{K_1} = 8 : 9 = 0,89$$

		M_2		S_2		K_1		O_1	
g'	V'	-77	2,00	0	1,00	0	1,00	-61	0,89
b	B	2	1,01	-16	1,14	33	1,02	306	0,94
c	C	180	1,11				1,07	180	1,11
$g' + b + c; \quad V'BC$		105	2,24	-16	1,14	33	1,09	65	0,98
		m	M	s	S	k	K	o	O
Bán nhật						Toàn nhật			
d_2	D_2	121	1,86	32	0,90	d_1	D_1		
e_2	E_2	90	1,69	15	1,80	e_1	E_1		
f_2	F_2	74	1,93	48	1,96	f_1	F_1		

Các hiệu chỉnh chu kỳ: $S_2 = \dots\dots 2,0$

$K_1 = \dots\dots 2,2$

Các đại lượng b và B tra theo ngày bắt đầu quan trắc

Đại lượng c tra theo thời gian thượng đỉnh mặt trăng đã hiệu chỉnh

Đại lượng C tra theo thị sai ngang của mặt trăng

Các đại lượng e và E tra theo các đối số d_2 và D_2 cho dòng bán nhật,

theo d_1 và D_1 cho dòng toàn nhật

Các hiệu chỉnh chu kỳ S_2 tra theo các đối số d_2 và D_2 , K_1 theo d_1 và D_1

$$d_2 = m - s; D_2 = M : S$$

$$d_1 = o - k; D_1 = O : K$$

$$f_2 = e_2 + s; F_2 = E_2 . S$$

$$f_1 = e_1 + k; F_1 = E_1 . K$$

Bảng 3.3 (tiếp)

Sơ đồ 2A - Tính các hằng số điều hòa của thành phần kinh tuyến

..... giờ được xem là 0 giờ

Thành phần kinh tuyến

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
-52	-35	-24	5	24	16	19	18	3	-1	-9	11
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
20	22	20	23	12	-11	-42	-71	-85	-96	-88	-70

Hiệu chỉnh chu kỳ: $K_1 = \dots\dots 1,9$ $S_2 = \dots\dots 3,1$

	Bán nhật		Toàn nhật		T.bình	Bán nhật		Toàn nhật		T.bình
(3) (1)+(2)	(4) PRcosr	(5) PRsinr	(6) PRcosr	(7) PRsinr	(8) PR	(9) (3).(4)	(10) (3).(5)	(11) (3).(6)	(12) (3).(7)	(13) (3).(8)
$X_0 = -391$					1,00					-341
$X_1 = 645$	0,02		1,00		0,05	13		645		-32
$Y_1 = -341$		0,05		0,95			-17		-324	
$X_2 = -213$	1,01		-0,16		0,08	-215		34		-17
$Y_2 = 431$		0,94		0,01			405		-4	
					$\Sigma =$	-202	388	679	-328	-440

Ghi chú: 1) Các nhân tử Prcosr và Prsinr tra từ các bảng theo các hiệu chỉnh chu kỳ:

K_1 cho X_1 và Y_1 và S_2 cho X_2 và Y_2

	Bán nhật	Toàn nhật		Bán nhật		Toàn nhật	
(14) = $\Sigma 10, \Sigma 12$	388	−328		M ₂	S ₂	K ₁	O ₁
(15) = $\Sigma 9, \Sigma 11$	−202	679	(29) F ₂ , F ₁ từ sơ đồ 1		1,37	1,81	
(16) = (14) : (15) = tgr	−1,92 1	−0,48 3	(30) = (28):(29) = A		21	28	
(17)	180	360	U' từ sơ đồ 1	2,00	1	1	0,88
(18) α	−63	−26	U'.A = U	42	21	28	24
(19) = (17)+(18) = r	117	334	g' từ sơ đồ 1	−48	0	0	−295
(20) p	75	38	g' + a = g	35	83	309	280
(21) r + p	192	12	Kết quả tính cho thành phần kinh tuyến				
(22) f ₂ , f ₁ từ sơ đồ 1	109	63					
(23) r+p−f = a	83	309	Hằng số g _u	35	83	309	280
(24) cosecr	1,122	−2,28 3	điều hòa U	42	21	28	24
(25)=(14).(24) = PR	435	749	U _o = $\Sigma 13 : 24 = -18$				
(26)=(15).(27) = PR	444	755					
(27) secr	−2203	1,112					
(28) 1/15 PR	29	50					

Ghi chú: 2) Muốn nhận đại lượng “p” hãy nhân số giờ kể từ đầu ngày đến giữa quan trắc với 30° đối với dòng bán nhật và với 15° với dòng toàn nhật

Bảng 3.3 (tiếp)

Sơ đồ 2B - Tính các hằng số điều hòa của thành phần vĩ tuyến

..... giờ được xem là 0 giờ

Thành phần vĩ tuyến

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
-15	-18	-5	10	23	30	29	20	2	-21	6	20
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
29	36	38	31	31	16	-8	-30	-43	-47	-41	-30

Hiệu chỉnh chu kỳ:

$$K_1 = \dots 2,2$$

$$S_2 = \dots 2,0$$

	Bán nhật		Toàn nhật		T.bình	Bán nhật		Toàn nhật		T.bình
(3) (1)+(2)	(4) Pr cos r	(5) PR sin r	(6) PR cos r	(7) PR sin r	(8) PR	(9) (3).(4)	(10) (3).(5)	(11) (3).(6)	(12) (3).(7)	(13) (3).(8)
$X_0 = 63$					1,00					63
$X_1 = 411$	0,02		1,00		-0,05	8		411		-21
$Y_1 = -99$		0,05		0,95			-5		-94	
$X_2 = -154$	1,00		-0,11		0,05	-159		17		-8
$Y_2 = 344$		0,95		-0,01			332		-3	
					$\Sigma =$	-151	327	428	-97	34

Ghi chú: 1) Các nhân tử Pr cos r và Pr sin r tra từ các bảng theo các hiệu chỉnh chu kỳ:

K_1 cho X_1 và Y_1 và S_2 cho X_2 và Y_2

	Bán nhật	Toàn nhật		Bán nhật	Toàn nhật
(14) = $\Sigma 10, \Sigma 12$	327	-97		M_2	S_2
(15) = $\Sigma 9, \Sigma 11$	-151	428	(29) F_2, F_1 từ sơ đồ 1	1,93	1,96
(16) = (14):(15) = tgr	-2,16 6	-0,22 7	(30) = (28):(29) = A	12	15
(17)	180	360	V' từ sơ đồ 1	2,00	1
(18) α	-65	-13	V'.A = V	24	12
(19) = (17)+(18) = r	115	347	g' từ sơ đồ 1	-77	0
(20) p	75	38	g' + a = g	39	116
(21) r + p	190	25			
(22) f_2, f_1 từ sơ đồ 1	74	48	Kết quả tính cho thành phần vĩ tuyến		
(23) r+p-f=a	116	337	Hằng số g_v	39	116
(24) cosecr	1,104	-4,44 4	điều hòa V	24	12
(25) = (14).(24) = PR	361	431	$V_0 = \Sigma 13 : 24 = 1$		
(26) = (15).(27) = PR	357	439	Dòng dư: hướng 177° tốc độ 18 cm/s		
(27) secr	-2,364	1,027			
(28) 1/15 PR	24	29			

Ghi chú: 2) Muốn nhận đại lượng “p” hãy nhân số giờ kể từ đầu ngày đến giữa quan trắc với 30° đối với dòng bán nhật và với 15° với dòng toàn nhật.

3.3. PHÂN TÍCH ĐIỀU HÒA CHUỖI MỰC NƯỚC QUAN TRẮC NỬA THÁNG HOẶC MỘT THÁNG

Phương pháp phân tích điều hòa của Darwin áp dụng đối với các chuỗi mực nước hoặc dòng chảy dài nửa tháng hoặc một tháng. Đây là phương pháp cơ bản để nhận các hằng số điều hòa thủy triều và dòng triều chính xác phục vụ dự báo.

3.3.1. Giới thiệu phương pháp loại sóng của Darwin

Nhiệm vụ của phân tích điều hòa đối với chuỗi quan trắc mực nước thủy triều là xác định trong công thức thủy triều

$$z_t = A_0 + \sum f_i H_i \cos[q_i t + (V_0 + u)_i - g_i] \quad (3.23)$$

các hằng số điều hòa H và g .

Viết lại (3.23) dưới dạng

$$z_t = A_0 + \sum R_i \cos(q_i t - \zeta_i), \quad (3.24)$$

trong đó

$$R = fH; \quad -\zeta = (V_0 + u) - g. \quad (3.25)$$

Như vậy ta cần xác định R và ζ trong công thức (3.24) và sau đó tính H và g theo các biểu thức (3.25), cụ thể là

$$H = \frac{R}{f}; \quad g = \zeta + (V_0 + u). \quad (3.26)$$

Mỗi phân triều (sóng thành phần) trong (3.24) có thể biểu thị như sau:

$$R \cos(qt - \zeta) = R \cos qt \cos \zeta + R \sin qt \sin \zeta. \quad (3.27)$$

Nếu quy ước

$$R \cos \zeta = A; \quad R \sin \zeta = B, \quad (3.28)$$

ta có

$$R \cos(qt - \zeta) = A \cos qt + B \sin qt, \quad (3.29)$$

trong đó A và B là những đại lượng chưa biết chứa R và ζ . Việc tìm những đại lượng chưa biết ζ và R quy về việc xác định các đại lượng A và B cho tất cả các sóng triều. Khi đã biết A và B , tìm ζ và R theo các công thức

$$\operatorname{tg} \zeta = \frac{B}{A}; \quad R = \sqrt{A^2 + B^2} = A \sec \zeta = B \operatorname{cosec} \zeta. \quad (3.30)$$

Nếu xem xét chu kỳ của các sóng thủy triều có thể nhận thấy rằng chỉ có một số ít các sóng, thí dụ như $M_2, M_4, M_6, K_1, K_2, \dots$ có chu kỳ là bội số của nhau. Mặt khác có những *loạt sóng* có chu kỳ rất gần nhau và hầu như trùng với các chu kỳ một ngày, nửa ngày, một phần tư ngày. Việc tách từng sóng riêng rẽ ra khỏi một loạt sóng đó là một việc khó. Darwin

đã đề xuất một phương pháp loại sóng đặc biệt cho phép loại trừ tất cả những sóng khác có chu kỳ gần với chu kỳ của sóng cần quan tâm từ đường cong biến trình mực nước.

Người ta giải thích nguyên lý của phương pháp Darwin như sau:

Quy ước gọi khoảng thời gian bằng $1/24$ ngày sóng là một *giờ sóng*. Khi đó *ngày sóng* đối với các sóng triều toàn nhật sẽ bằng chu kỳ của chúng, đối với các sóng triều bán nhật sẽ bằng chu kỳ nhân đôi, đối với các sóng một phần tư ngày sẽ bằng chu kỳ nhân bốn... Vì chu kỳ các sóng triều khác nhau, nên giờ sóng cũng không giống nhau. Thí dụ, sóng triều S_2 có chu kỳ bằng 12 giờ, ngày sóng của nó sẽ là 24 giờ, còn giờ sóng của nó sẽ bằng 1 giờ trung bình. Sóng M_2 có chu kỳ bằng 12,42 giờ, ngày sóng sẽ bằng 24,84 giờ và giờ sóng sẽ bằng 1,035 giờ trung bình.

Có thể viết lại phương trình độ cao mực nước (3.24) dưới dạng:

$$z_t = A_0 + R_{M_2} \cos(q_{M_2} t - \zeta_{M_2}) + R_{S_2} \cos(q_{S_2} t - \zeta_{S_2}) + \dots$$

hoặc

$$z_t = A_0 + R_q \cos(qt - \zeta_q) + R_{2q} \cos(2qt - \zeta_{2q}) + \dots$$

Giả sử tốc độ góc của sóng triều mà ta cần xét là q . Số hạng đầu của chuỗi trên đây ứng với sóng này. Số hạng thứ hai là những sóng có tốc độ góc là bội số của q , thí dụ mq , và số hạng thứ ba là sóng với tốc độ góc khác q và không là bội số của q , ta ký hiệu tốc độ góc đó bằng q' . Khi đó độ cao mực nước thủy triều ứng với thời điểm t biểu diễn bằng tổng

$$R_q \cos(qt - \zeta_q) + R_{mq} \cos(mqt - \zeta_{mq}) + R_{q'} \cos(q't - \zeta_{q'}).$$

Nếu từ đường cong độ cao mực nước trong n ngày sóng, bắt đầu từ giờ t tùy ý nào đó thuộc ngày sóng thứ nhất, ta lấy các tung độ ứng với những thời điểm

$$t, \quad t + \frac{360}{q}, \quad t + 2\frac{360}{q}, \quad \dots, \quad t + (n-1)\frac{360}{q}$$

cách nhau đúng một chu kỳ sóng, thì trị số của các tung độ ấy được biểu thị tuần tự như sau:

$$R_q \cos(qt - \zeta_q) + R_{mq} \cos(mqt - \zeta_{mq}) + R_{q'} \cos(q't - \zeta_{q'}),$$

$$R_q \cos(qt - \zeta_q) + R_{mq} \cos(mqt - \zeta_{mq}) + R_{q'} \cos(q't + q' \frac{360}{q} - \zeta_{q'}),$$

$$R_q \cos(qt - \zeta_q) + R_{mq} \cos(mqt - \zeta_{mq}) + R_{q'} \cos(q't + 2q' \frac{360}{q} - \zeta_{q'}),$$

.....

Cộng các tung độ này trong n ngày sóng, ta sẽ được:

$$nR_q \cos(qt - \zeta_q) + nR_{mq} \cos(mqt - \zeta_{mq}) + \sum_{n=0}^{n=n-1} R_{q'} \cos\left(q't + n \frac{360}{q} q' - \zeta_{q'}\right) =$$

$$nR_q \cos(qt - \zeta_q) + nR_{mq} \cos(mqt - \zeta_{mq}) +$$

$$R_{q'} \cos(q't - \zeta_{q'}) \sum_{n=0}^{n=n-1} \cos nq' \frac{360}{q} - R_{q'} \sin(q't - \zeta_{q'}) \sum_{n=0}^{n=n-1} \sin nq' \frac{360}{q}.$$

Những biểu thức trong dấu Σ ở hai số hạng cuối cùng về phải là tổng của các cosin và sin của các góc trong cấp số cộng, và được biết rằng các tổng này sẽ bằng không nếu $\frac{nq'}{q}$ bằng số nguyên. Do đó, nếu ta chọn số n ngày sóng sao cho $\frac{nq'}{q}$ là số nguyên, thì số hạng cuối cùng này sẽ bằng không. Trung bình của tất cả các tung độ đã lấy bằng

$$R_q \cos(qt - \zeta_q) + R_{mq} \cos(mqt - \zeta_{mq}),$$

sẽ là tung độ trung bình của sóng triều đang xét với tốc độ góc q cộng với các tung độ của các sóng với tốc độ góc là bội số của q . Tập hợp những sóng này gọi là loạt sóng (thí dụ loạt M , loạt S v.v...).

Bằng cách đã nêu trên đây, ta đã loại trừ được một sóng triều có tốc độ góc khác với q , nhưng trong biểu thức của độ cao thủy triều z có một chuỗi các sóng triều khác nhau, có tốc độ khác với tốc độ q , vậy là ứng với mỗi q' sẽ có một giá trị n riêng biệt, được xác định bằng điều kiện $\frac{nq'}{q}$ là số nguyên. Vì vậy, không thể chọn được n sao cho trong tung độ trung bình loại trừ ảnh hưởng của tất cả các sóng. Trong thực hành, người ta hạn chế ở việc loại trừ sóng nào có biên độ lớn nhất. Về điều này có thể nhận định dựa theo trị số của các hệ số các sóng triều riêng biệt. Như vậy thu được tung độ của sóng triều cần tìm có cộng thêm với các tung độ của những sóng triều với tốc độ góc là bội số, hoặc như người ta nói, tung độ của *loạt sóng triều* tại thời điểm t .

Chia ngày sóng của từng sóng triều cho 24, người ta nhận được một đại lượng gọi là giờ sóng:

$$\frac{360}{24q} = \frac{15}{q}.$$

Trong tính toán thủy triều người ta coi gốc thời gian của *ngày trung bình* và ngày sóng bất kỳ là *nửa đêm trung bình* của ngày quan trắc đầu tiên; vào thời điểm này $t = 0$ giờ. Bây giờ cho t những giá trị

$$0; \quad \frac{15}{q}, \quad \frac{2 \times 15}{q}, \quad \dots, \quad \frac{23 \times 15}{q},$$

ta có thể lấy từ đường cong những tung độ ứng với từng giờ sóng trong vòng n ngày sóng.

Bây giờ ta xét cách chọn số ngày n khi xác định tung độ của các sóng triều chính nhằm mục đích loại trừ ảnh hưởng của các sóng khác.

Sau một chu kỳ ($\frac{360^\circ}{q}$ giờ) sóng cần tìm dịch chuyển về pha $q \frac{360^\circ}{q}$, còn sóng bị loại dịch chuyển pha $q' \frac{360^\circ}{q}$, do đó, trong thời gian này các sóng dịch chuyển tương đối so với nhau một khoảng $(q - q') \frac{360^\circ}{q}$. Khi khoảng dịch chuyển đạt 360° , sóng có tốc độ góc q' đi qua tất cả các vị trí có thể có so với sóng có tốc độ góc q . Nếu điều này diễn ra trong n ngày (hay chu kỳ) của sóng có tốc độ góc q , thì

$$n(q - q') \frac{360^\circ}{q} = 360^\circ,$$

từ đó

$$n = \frac{q}{q - q'}. \quad (3.31)$$

Đại lượng n nhận được theo công thức này sẽ cho số chu kỳ sóng tối thiểu cần tìm của sóng với tốc độ q , nhưng để loại trừ tốt hơn sự ảnh hưởng của các sóng khác (tốc độ q'' , q''' ...) người ta cần lấy n lớn hơn nếu có thể, chỉ cần là bội của giá trị n nhỏ nhất. Vì vậy nếu ký hiệu r là số nguyên bất kỳ, nhận được

$$n = \frac{q}{q - q'} r,$$

hay đối với các sóng triều toàn nhật

$$(q - q')n = qr$$

và đối với các sóng triều bán nhật

$$(q - q')n = \frac{qr}{2}.$$

Cũng có thể lý giải phương pháp trên đây của Darwin theo cách hình học như sau. Giả sử độ cao mực nước thủy triều z_t chỉ gồm hai sóng triều (M_2 và S_2) có chu kỳ gần bằng nhau và có biên độ H và g khác nhau, ta viết

$$z_t = z_t^{M_2} + z_t^{S_2} = H_{M_2} \cos(q_{M_2} t - g_{M_2}) + H_{S_2} \cos(q_{S_2} t - g_{S_2}).$$

Do sự chênh lệch về chu kỳ dao động, hiệu pha giữa hai sóng triều bất kỳ sẽ tăng dần từ ngày triều này sang ngày triều khác. Nếu ở ngày thứ nhất hiệu pha giữa sóng S_2 và M_2 là φ_1 (xem hình 3.3), thì ở ngày thứ hai hiệu đó sẽ bằng φ_2 , ngày thứ ba - φ_3 ... Sau một số ngày nhất định hiệu pha đạt 360° , tức hai sóng lại trùng nhau về pha. Khi khoảng dịch chuyển đạt 360° , sóng có tốc độ góc S_2 đi qua tất cả các vị trí có thể có so với sóng có tốc độ góc M_2 .

Ta sẽ sử dụng những khái niệm trên đây để tách từ độ cao mực nước tổng cộng

$$z_t = z_t^{M_2} + z_t^{S_2} = H_{M_2} \cos(q_{M_2} t - g_{M_2}) + H_{S_2} \cos(q_{S_2} t - g_{S_2})$$

những sóng triều

$$z_t^{M_2} = H_{M_2} \cos(q_{M_2} t - g_{M_2}),$$

$$z_t^{S_2} = H_{S_2} \cos(q_{S_2} t - g_{S_2}).$$

Muốn vậy phải cộng các độ cao từng giờ z_t lấy ở cùng một giờ sóng M_2 ở mỗi ngày sóng trong n ngày. Trên hình 3.3 thấy rằng các tung độ của sóng triều M_2 tại cùng một giờ sóng ở tất cả các ngày đều như nhau. Trong khi đó tại chính những giờ đó tung độ của sóng triều S_2 khác nhau cả về trị số lẫn dấu. Để nhận thấy rằng tổng của tất cả các tung độ của sóng triều S_2 trong n ngày sóng sẽ bằng không.

Như vậy đối với một giờ bất kỳ của sóng M_2 đẳng thức

$$\sum_1^n z_t = \sum_1^n z_t^{M_2} + \sum_1^n z_t^{S_2}$$

sẽ trở thành

$$\sum_1^n z_t = \sum_1^n z_t^{M_2} = n z_t^{M_2}$$

vì $\sum_1^n z_t^{S_2} = 0$ và tung độ sóng triều M_2 không đổi. Từ đó ta có công thức tính độ cao mực nước của sóng triều M_2 :

$$z_t^{M_2} = \frac{1}{n} \sum_1^n z_t.$$

Công thức trên đúng cho bất kỳ giờ sóng nào của sóng triều M_2 , vậy nó cho phép tách 24 tung độ của sóng triều M_2 ra khỏi tung độ tổng cộng của đường cong mực nước tổng cộng z_t .

Nếu thực hiện cộng các tung độ z_t theo các ngày sóng của sóng triều S_2 thì sóng triều M_2 sẽ bị loại và ta cũng được 24 trị số tung độ của sóng triều S_2 .

Kết quả là cho mỗi sóng triều ta có 24 phương trình dạng:

$$z_t^{M_2} = H_{M_2} \cos(q_{M_2} t - g_{M_2}).$$

Biến đổi cosin hiệu hai góc và quy ước ký hiệu

$$H_{M_2} \cos g_{M_2} = A_{M_2}; \quad H_{M_2} \sin g_{M_2} = B_{M_2},$$

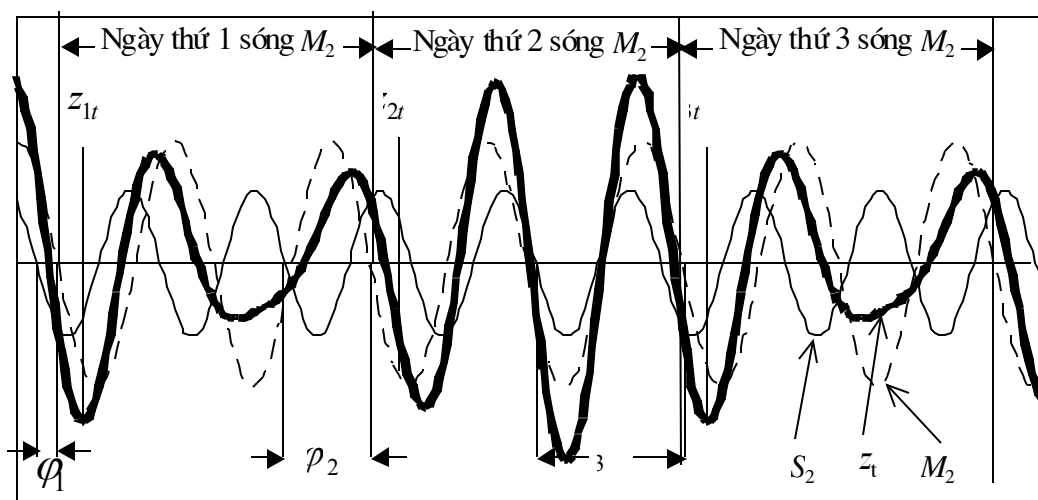
ta có 24 phương trình (cho từng giờ nguyên từ 0 đến 23 giờ) dạng

$$z_t^{M_2} = A_{M_2} \cos q_{M_2} t + B_{M_2} \sin q_{M_2} t.$$

để xác định hai ẩn số A và B theo phương pháp bình phương nhỏ nhất:

$$A_{M_2} = \frac{1}{12} \sum_0^{23} z_i^{M_2} \cos q_{M_2} t, \quad (3.32)$$

$$B_{M_2} = \frac{1}{12} \sum_0^{23} z_i^{M_2} \sin q_{M_2} t.$$



Hình 3.3. Giải thích phương pháp phân tích thủy triều của Darwin

Bảng 3.4. Số ngày triều cần thiết để áp dụng sơ đồ Darwin

Sóng triều				Số ngày cần quan trắc	
Được tính		Bị loại		Chuỗi nửa tháng	Chuỗi một tháng
Ký hiệu	q (°/giờ)	Ký hiệu	q (°/giờ)		
S_2	30,000000	M_2	28,984104	15	30
M_2	28,984104	S_2	30,000000	14	29
K_2	30,082137	M_2	28,984104	14	27
N_2	28,439730	M_2	28,984104	—	26
O_1	13,943036	K_1	15,041069	13	25
P_1	14,958931	O_1	13,943036	15	29
Q_1	13,398661	K_1	15,041069	13	25
K_1	15,041069	O_1	13,943036	14	27
MS_4	58,984104	M_4	57,968208	—	29

Để xác định A và B cho mỗi sóng triều có thể chỉ cần hai phương trình cũng đủ nếu như tung độ tách ra hoàn toàn “tinh khiết”. Tuy nhiên, độ cao thủy triều tổng cộng không phải chỉ gồm hai, mà nhiều sóng triều. Khi thực hiện cộng các tung độ của đường cong mực nước theo phương pháp Darwin, rõ ràng ta chỉ loại trừ một cách hoàn toàn được một sóng triều, các sóng triều khác chưa loại hết, ảnh hưởng đến sóng triều cần tách ra, mục đích sử dụng các công thức (3.32) của phương pháp bình phương nhỏ nhất là để giảm bớt sai số khi sóng tích triều.

Bằng cách tương tự ta xác định các hệ số A và B cho những sóng triều khác. Theo nguyên tắc trên, người ta xây dựng những *biểu mẫu chuyên dụng* để tiện lợi trong khi phân tích thủy triều.

Các công thức (3.31) xác định số ngày triều tối thiểu cần thiết n phải quan trắc để thực hiện phân tích thủy triều theo sơ đồ Darwin. Trong bảng 3.4 dẫn số ngày triều tối thiểu phải quan trắc ứng với một số cặp sóng triều chính. Số ngày triều tối thiểu cần thiết là 15 ngày, tức cần chuỗi nửa tháng. Muốn xác định độc lập các hằng số điều hòa của các cặp sóng triều $N_2 - K_2$, $P_1 - Q_1$ người ta lấy chuỗi quan trắc triều dài gấp đôi, bằng 30 ngày.

3.3.2. Quy trình phân tích theo phương pháp Darwin

Công việc phân tích điều hòa thủy triều thường phức tạp và tỉ mỉ, vì vậy tất cả những tính toán gồm cả các bước trung gian được thực hiện theo một sơ đồ chuyên dụng xây dựng sẵn. Các bảng 3.5÷3.14 là dạng giản ước của sơ đồ phân tích theo phương pháp Darwin, trong đó dẫn thí dụ phân tích điều hòa chuỗi mực nước một tháng cho trạm Hòn Dấu.

1) Tính tung độ từng giờ trung bình của các sóng liên kết $S_2 + K_2$ và $K_1 + P_1$ (biểu S)

Theo số liệu từ sổ quan trắc (độ cao từng giờ của mực nước biển) dựng đường cong biến trình mực nước trong suốt thời kỳ quan trắc.

Sau đó chuẩn bị *biểu S* (bảng 3.5). Chia nó thành 24 cột, đánh dấu bằng các số từ 0 giờ đến 23 giờ tương ứng với các giờ của ngày mặt trời trung bình. Trên biểu kẻ những đường ngang, từ phía bên trái đánh dấu từ 1 đến 14 tương ứng với số hiệu của các ngày từ trên xuống dưới. Dưới dòng có ký hiệu 14 người ta bỏ trống hai dòng không đánh dấu và dòng tiếp theo sau đó đánh dấu 15. Đó là cách làm cho trường hợp quan trắc 15 ngày. Với chuỗi quan trắc một tháng người ta đánh dấu từ 1 đến dòng 27, sau đó bỏ qua hai dòng rồi mới đánh dấu tiếp các dòng 28, 29, 30. Trong biểu S , 14 hay 27 dòng đầu là để tính các tung độ trung bình của các sóng toàn nhật $K_1 + P_1$, còn với chuỗi dài hơn, 15 hay 30 ngày - để tính các sóng bán nhật $S_2 + K_2$.

Cũng có thể xây dựng biểu với các dòng liên tục và bốn dòng trống dưới cùng bảng này để xác định các tung độ trung bình của các sóng $K_1 + P_1$ và $S_2 + K_2$.

Tốc độ góc của sóng bán nhật mặt trời S_2 bằng 30° trong một giờ thời gian trung bình. Ngày của sóng này tương đương với ngày trung bình. Cũng có thể nói như vậy với sóng K_2 với một sự chậm trước nào đó vì tốc độ góc của nó xấp xỉ bằng $30,082^\circ$. Các sóng K_1 và P_1 - toàn nhật, tốc độ góc của chúng tuần tự bằng $15,041^\circ$ và $14,959^\circ$. Vì vậy ta lấy từ đường cong mực nước những tung độ ứng với từng giờ của ngày trung bình rồi ghi thẳng vào *biểu S*. Độ cao mực nước quan trắc được vào nửa đêm ngày quan trắc đầu tiên ghi vào ô tương ứng 0 giờ của ngày đầu (dòng thứ nhất), độ cao quan trắc vào 1 giờ đêm - ghi vào ô 1 giờ của dòng thứ nhất v.v...

Trong biểu S các tung độ ghi đến cm (nếu biên độ nhỏ có thể ghi đến phần mười cm). Khi đã ghi xong tất cả các tung độ, cộng chúng theo cột dọc sẽ nhận được các tổng $\sum_{27}, \sum_{30}$ (đối với chuỗi quan trắc 15 ngày tính $\sum_{14}, \sum_{15}$). Có thể kiểm tra tính toán bằng hệ thức $\sum \sum_{24} = \sum \sum_{30}$ hay $\sum \sum_{24} = \sum \sum_{15}$.

Mỗi tổng ở cuối các cột thẳng đứng đem chia cho số số hạng, tức với chuỗi nửa tháng tính $\frac{1}{14} \sum_{14}$ và $\frac{1}{15} \sum_{15}$, với chuỗi một tháng tính $\frac{1}{27} \sum_{27}$ và $\frac{1}{30} \sum_{30}$, ta nhận được các tung độ từng giờ trung bình và ghi vào các cột tương ứng. Như vậy ta nhận được tung độ trung bình từng giờ của sóng hỗn hợp bán nhật $S_2 + K_2$ ($\frac{1}{15} \sum_{15}$ hay $\frac{1}{30} \sum_{30}$) và sóng liên kết toàn nhật $K_1 + P_1$ ($\frac{1}{14} \sum_{14}$ hay $\frac{1}{27} \sum_{27}$).

2) Tính tung độ từng giờ trung bình của sóng bán nhật mặt trăng chính M_2 (biểu M)

Để tính các tung độ trung bình của sóng này cũng dùng chính những tung độ từng giờ mà trước đây đã ghi vào *biểu S*, cho rằng mỗi giờ của sóng này ứng với mỗi tung độ thẳng hàng với giờ nguyên của ngày trung bình gần nhất với giờ sóng đang xét.

Darwin giải thích cách làm này như sau: Giả sử chúng ta có hai chiếc đồng hồ, mặt số của chúng chia thành 24 giờ. Một chiếc đồng hồ chạy theo thời gian trung bình (với tốc độ sóng $S_1 = 15^\circ$ trong 1 giờ trung bình), còn đồng hồ thứ hai với tốc độ chậm hơn (thí dụ, với tốc độ góc M_1 bằng $14,492^\circ$ trong một giờ trung bình). Giả sử các đồng hồ đó cùng bắt đầu chạy khi cả hai cùng chỉ 0 giờ. Ta sẽ ghi các thời điểm các thời điểm khi mà đồng hồ M_1 chỉ 1, 2, 3... giờ. Rõ ràng rằng lúc đầu sự chênh lệch của các đồng hồ sẽ không lớn và đối với 1, 2, 3... giờ của M_1 thì các giờ nguyên gần nhất của S_1 cũng sẽ là 1, 2, 3... Nhưng vì đồng hồ M_1 chậm hơn, nên sẽ đến một giờ n nào đó đồng hồ S_1 vượt trước gần nửa giờ, tức sẽ chỉ gần $n + \frac{1}{2}$. Qua một giờ nữa và đồng hồ M_1 chỉ $n + 1$ giờ, còn đồng hồ S_1 sẽ chỉ hơn $n + 1 + \frac{1}{2}$ một chút, tức giờ nguyên gần nhất của nó sẽ là $n + 2$. Vậy khi ghi vào các cột 1, 2, 3... giờ của đồng hồ M_1 các tung độ lấy theo cũng những giờ ấy của đồng hồ S_1 , ta phải viết vào cột $n + 1$ tung độ lấy tại giờ $n + 2$ của thời gian trung bình, nói cách khác, ta bỏ qua một tung độ.

Vì sự bỏ qua một giờ xảy ra vào thời gian khi mà giờ của M_1 trùng vào khoảng giữa hai giờ của S_1 , nên để chính xác hơn người ta ghi vào ô tương ứng cả hai tung độ đứng ở hai bên của giờ M_1 hoặc ghi trị số trung bình của hai tung độ, khi đó không có một tung độ nào bị bỏ qua. Biểu để tính các tung độ từng giờ trung bình của sóng M_2 được kẻ giống như biểu *S*, chỉ khác là số dòng ngang sẽ là 14 cho chuỗi quan trắc nửa tháng hoặc 28 cho chuỗi tháng. Những ô của biểu *M*, tại đó phải ghi hai tung độ (hay trung bình của hai tung độ) được đánh dấu bằng dấu hai chấm (:) (bảng 3.6). Berezkin (1947) trình bày cách tính giờ n của ngày r tại đó phải ghi kép hay ghi trị số trung bình của hai tung độ.

Những ngày ghi kép đối với sóng M_2 (tốc độ bằng $28,9841^\circ$) được tính trước và cho trước dưới dạng các sơ đồ chuẩn bị sẵn, *biểu M* (bảng 3.5). Số liệu để ghi vào biểu *M* được lấy từ biểu *S*, bắt đầu từ độ cao mực nước thứ nhất được ghi vào ô 0 giờ dòng thứ nhất. Khi trên biểu *M* ghi đến ô có dấu hai chấm thì ghi hai độ cao liên tiếp: một ở trên, một ở dưới, hoặc trị số trung bình. Sau đó lần lượt ghi tiếp đến ô có dấu hai chấm tiếp theo và ở đó cũng lặp lại công việc như trên.

Để khỏi nhầm khi ghi biểu *M* ở bên phải biểu này có thể thêm một cột kiểm tra. Trong cột này ghi ngày và giờ thời gian trung bình của biểu *S* mà độ cao mực nước ứng với nó phải được ghi vào cột 23 của biểu *M*. Cũng với mục đích kiểm tra, trên một số biểu *M*

bằng những dấu gạch đậm thẳng đứng người ta đánh dấu những ô tại đó phải ghi vừa hết các tung độ của một ngày trung bình bên biểu S .

Nếu lấy tổng các số trong mỗi cột của biểu M chia cho số số hạng, ta tìm được các tung độ từng giờ trung bình của sóng M_2 .

3. Tính tung độ từng giờ trung bình của sóng toàn nhật mặt trăng chính O_1 (biểu O)

Biểu O điền hoàn toàn tương tự nhờ những số liệu từ biểu S . Những ô có dấu hai chấm ứng với ghi kép. Những tung độ từng giờ trung bình của sóng O_1 bằng trung bình số học của các số trong từng cột. Các số hiệu của các dòng ở bên trái ứng với các ngày của sóng O_1 (bảng 3.7).

4. Tính tung độ từng giờ trung bình của sóng elliptic lớn mặt trăng N_2 (biểu N)

Với chuỗi quan trắc nửa tháng các hằng số điều hòa của sóng N_2 được tính gần đúng theo các hằng số điều hòa của sóng M_2 . Phải làm như vậy vì thời hạn ngắn nhất để xác định sóng này bằng 27,5 ngày trung bình. Với chuỗi quan trắc tháng, để xác định các tung độ từng giờ trung bình của sóng N_2 người ta lập biểu N (bảng 3.8), điền nó cũng theo những quy tắc như với sóng M_2 và O_1 .

5. Khi xử lý chuỗi quan trắc tháng có thể tính thêm các hằng số điều hòa của sóng hỗn hợp MS_4 nhờ lập biểu MS (bảng 3.9) theo cách tương tự.

Khi đã điền những biểu trên đây và tính được những tung độ từng giờ trung bình của các sóng $M_2, O_1, K_1 + P_1$ và $S_2 + K_2$, còn với chuỗi quan trắc tháng thêm N_2 và sóng nước nông hỗn hợp MS_4 , người ta tiến tới tính các hằng số điều hòa của chúng. Công việc này gồm hai bước: đầu tiên xác định những đại lượng R và ζ , tiếp sau tính biên độ H và góc vị của từng sóng.

6. Tính R và ζ

24 tung độ từng giờ trung bình đã nhận được không phải là tung độ của riêng sóng cần tìm (với tốc độ q) mà bao gồm cả các tung độ của tất cả những sóng có tốc độ $2q, 3q...$ Do đó, tung độ ứng với giờ t nào đó là biểu thức dạng tổng quát

$$z_t = A_0 + R_1 \cos(qt - \zeta_1) + R_2 \cos(2qt - \zeta_2) + \dots + R_r \cos(rqt - \zeta_r).$$

Nếu ký hiệu

$$\begin{aligned} R_1 \cos \zeta_1 &= A_1; & R_2 \cos \zeta_2 &= A_2; & R_r \cos \zeta_r &= A_r; \\ R_1 \sin \zeta_1 &= B_1; & R_2 \sin \zeta_2 &= B_2; & R_r \sin \zeta_r &= B_r \end{aligned}$$

ta có

$$\begin{aligned} z_t &= A_0 + A_1 \cos qt + B_1 \sin qt + A_2 \cos 2qt + B_2 \sin 2qt + \dots \\ &\quad + A_r \cos rqt + B_r \sin rqt + \dots \end{aligned} \quad (3.33)$$

Tuần tự cho t bằng 0, 1, 2, ..., 23 giờ và thế vào z_t những tung độ trung bình tương ứng, ta nhận được 24 phương trình, từ đó xác định các hệ số $A_0, A_1, B_1, A_2, B_2, \dots$

Theo phương pháp bình phương nhỏ nhất các hệ số này được tính như sau:

$$A_0 = \frac{1}{24} \sum_{t=0}^{23} z_t . \quad (3.34)$$

Muốn xác định hệ số A_r nào đó cần nhân từng tung độ z_t với $\cos rqt$, cộng các tích nhận được và tổng chia cho nửa số lượng tung độ (tức 12). Trong trường hợp này phương trình (11) sẽ cho ta một đẳng thức mà vế trái sẽ là $\sum_{t=0}^{23} z_t \cos rqt$, còn ở vế phải có hai nhóm số hạng. Một nhóm có dạng

$$\begin{aligned} A_{r'} \sum \cos r'qt \cos rqt + A_{r'} \sum \cos r'qt \cos rqt = \\ \frac{1}{2} A_{r'} \sum \cos \frac{r+r'}{2} qt + \frac{1}{2} A_{r'} \sum \cos \frac{r-r'}{2} qt + \\ \frac{1}{2} B_{r'} \sum \sin \frac{r+r'}{2} qt + \frac{1}{2} B_{r'} \sum \sin \frac{r-r'}{2} qt = 0 \end{aligned}$$

(vì mỗi số hạng trong nhóm này bằng tổng các cosin hay sin của các cung trong cặp số cộng).

Nhóm khác có dạng

$$\begin{aligned} A_r \sum \cos^2 rqt + B_r \sum \sin rqt \cos rqt = \\ A_r \sum \left(\frac{1}{2} + \frac{\cos 2rqt}{2} \right) + \frac{1}{2} B_r \sum \sin 2rqt = \\ 12A_r + \frac{1}{2} A_r \sum \cos 2rqt + \frac{1}{2} B_r \sum \sin 2rqt = 12A_r, \end{aligned}$$

do đó

$$A_r = \frac{1}{12} \sum_{t=0}^{23} z_t \cos rqt . \quad (3.35)$$

Để tính B_r ta nhân từng tung độ z_t của biểu thức (3.33) với $\sin rqt$ và cộng các tích nhận được. Cũng biến đổi tương tự như với A_r ta nhận được công thức

$$B_r = \frac{1}{12} \sum_{t=0}^{23} z_t \sin rqt . \quad (3.36)$$

Trong thực tế các tung độ z_t ứng với những giờ nguyên của sóng nên các số nhân $\cos rqt$ và $\sin rqt$ có thể chỉ nhận những giá trị dưới đây:

$$0, \quad \pm \sin 15^\circ, \quad \pm \sin 30^\circ, \quad \pm \sin 45^\circ, \quad \pm \sin 60^\circ, \quad \pm \sin 75^\circ .$$

Trong các bảng 3.10 dẫn những sơ đồ được xây dựng thuận tiện cho việc tính toán theo các công thức (3.34÷3.36). Những tung độ từng giờ trung bình của các sóng được lấy từ các biểu $S, M, 0$ (khi có chuỗi quan trắc tháng thì thêm các biểu N và MS) và ghi vào các cột tương ứng trong những sơ đồ tính những hệ số A_1 và B_1 của các sóng toàn nhật, A_2

và B_2 của các sóng bán nhật đối diện với các giờ tương ứng của chúng. Các tính toán tiếp sau thực hiện như chỉ dẫn trong sơ đồ.

Để tính các hệ số A và B của các sóng phụ mặt trăng M_4 và M_6 người ta dùng các tung độ của sóng M_2 , cũng ghi vào các cột tương ứng trong các sơ đồ tính những hệ số các sóng M_4 và M_6 .

Tổng các số của cột tung độ của sơ đồ tính A, B của các sóng S_2 và K_2 đem chia cho 24 sẽ cho độ cao mực nước trung bình A_0 trên số không thước đo nước, vì trong sơ đồ này có các tung độ trung bình lấy từ tổng số các ngày trung bình (với chuỗi quan trắc nửa tháng đại lượng A_0 nên xác định theo sơ đồ tính của sóng M_2 sẽ chính xác hơn).

Sau khi xác định các hệ số A và B cho từng sóng, thực hiện tính những đại lượng ζ và R : Tính ζ theo công thức

$$\operatorname{tg} \zeta = \frac{B}{A} \quad (3.37)$$

và tuân theo quy tắc:

<i>Cung phần tư</i>	I	II	III	IV
B	+	+	–	–
A	+	–	–	+
<i>Tìm theo</i>	tg	ctg	tg	ctg
<i>Cộng thêm</i>	0	90	180	270

Đại lượng R tính theo một trong những công thức sau:

$$\begin{aligned} R &= \sqrt{A^2 + B^2} = A \sec \zeta \quad \text{khi} \quad \operatorname{tg} \zeta < 1 \\ R &= B \operatorname{cosec} \zeta \quad \text{khi} \quad \operatorname{tg} \zeta \geq 1. \end{aligned} \quad (3.38)$$

Các tung độ trung bình của những sóng M_2, O_1, N_2, MS_4 từ đó ta xác định những hệ số tương ứng A, B không ứng với các giờ nguyên của những sóng đó mà với những giờ nguyên của thời gian trung bình. Những giờ nguyên của thời gian trung bình có thể khác với những giờ nguyên của các sóng khoảng nửa giờ, vì vậy khi tính đại lượng R của các sóng này người ta đưa ra một hiệu chỉnh dưới dạng *hệ số tăng* bằng 1,00286 cho R_1 – các sóng toàn nhật; 1,01152 cho R_2 – các sóng bán nhật; 1,0472 cho R_4 và 1,11072 cho R_6 (bảng 3.11).

7. Tính H và g

a) Tính các hệ số suy thoái f

Trên đây đã quy ước rằng $R = fH$, trong đó H – giá trị trung bình của biên độ R của sóng, còn f – *hệ số suy thoái* bằng số nói chung biến đổi, vì nó là hàm của những tham số thiên văn biến thiên với thời gian. Hệ số nhân f bằng tỷ số giữa giá trị của hệ số sóng vào thời điểm quan trắc và giá trị trung bình của nó. Đại lượng H được xác định theo công thức $H = R/f$. Các hệ số suy thoái f đối với tất cả các sóng mặt trời bằng 1, vì các hệ số của các

sóng này chỉ chứa những đại lượng ω và e_1 (góc nghiêng của hoàng đạo so với xích đạo và độ lệch tâm của quỹ đạo trái đất) biến thiên rất chậm và vì vậy có thể xem chúng là các hằng số. Trong các hệ số của các sóng mặt trăng có thể bỏ qua sự biến thiên của e – độ lệch tâm quỹ đạo mặt trăng có mặt trong đó dưới dấu mũ bậc hai và có thể coi các hệ số này cũng như các hệ số suy thoái chỉ phụ thuộc vào một biến I – góc nghiêng của quỹ đạo mặt trăng so với xích đạo. Darwin đã đề xuất biểu thức gần đúng cho I dưới dạng một hàm của một biến N (kinh độ tiết điểm lên của quỹ đạo mặt trăng), đối với n khi tính toán phải dùng giá trị ứng với thời điểm giữa của khoảng thời gian quan trắc. Vì I là hàm của N nên các hệ số f cũng đã được biểu thị thành hàm của biến N dưới dạng:

$$f = B_0 + B_1 \cos N + B_2 \cos 2N + B_3 \cos 3N.$$

Darwin tìm bằng thực nghiệm các giá trị của những hệ số B trong bảng dưới đây:

Sóng	B_0	B_1	B_2	B_3
M_2, N_2, MS_4	1,00035	-0,03753	0,00017	0,00001
K_2	1,0241	0,2863	0,0083	-0,0015
K_1	1,0060	0,1160	-0,0088	0,0006
O_1, Q_1	1,0080	0,1871	-0,0147	0,0014

Để tính các hệ số suy thoái f người ta tra N từ các bảng xây dựng sẵn (chọn N cho điểm giữa khoảng thời gian quan trắc). Những bảng như vậy có trong các sách chuyên khảo về tính toán thủy triều. Một phần những bảng này được dẫn trong phụ lục 3 (bảng 1÷10).

Theo N , tính các hệ số suy thoái f :

$$f_{S_2} = f_{P_1} = 1,000$$

$$f_{M_2} = f_{MS_4} = 1,000 - 0,037 \cos N$$

$$f_{K_1} = 1,006 + 0,115 \cos N - 0,009 \cos 2N$$

$$f_{K_2} = 1,024 + 0,286 \cos N + 0,008 \cos 2N$$

$$f_{O_1} = 1,009 + 0,187 \cos N - 0,015 \cos 2N$$

Đối với các sóng triều phụ và hỗn hợp các hệ số suy thoái bằng lũy thừa tương ứng và các tích của những hệ số suy thoái của các sóng cơ bản.

Trong thực hành người ta cũng xây dựng bảng tính sẵn f tùy thuộc thời gian quan trắc (bảng 1 phụ lục 3).

b) Tính các góc phụ trợ

Để tính các góc phụ trợ người ta dùng những biểu thức thực nghiệm của Darwin:

$$\text{Các góc dương hoặc âm} \quad \begin{cases} \xi = 11,87^\circ \sin N - 1,34^\circ \sin 2N \\ \gamma = 12,94^\circ \sin N - 1,34^\circ \sin 2N \\ \gamma' = 8,86^\circ \sin N - 0,68^\circ \sin 2N \\ 2\gamma'' = 17,74^\circ \sin N - 0,68^\circ \sin 2N \end{cases}$$

Các góc này sẽ dương khi N nhỏ hơn 180° và âm khi N lớn hơn 180° . Cũng có thể tìm các góc phụ và f bằng cách tra bảng theo N .

Các góc vị g của từng sóng tính theo công thức

$$g = \zeta + (V_0 + u),$$

trong đó $(V_0 + u)$ là *đổi số thiên văn ban đầu* của sóng được tính cho thời điểm quan trắc đầu tiên. Những đổi số ban đầu của các sóng khác nhau phụ thuộc vào các đại lượng $h, s, p, p', \gamma, \xi, \gamma', 2\gamma''$. Những giá trị của h, s, p được xác định cho thời điểm đầu quan trắc, tức cho 0 giờ ngày quan trắc đầu tiên. Ta quy ước gọi các giá trị này là h_0, s_0, p_0 . Ngoài ra

người ta xác định đại lượng $p' = \left(\frac{1}{\rho}\right)^3$ – lập phương của tỉ số thị sai mặt trời trên giá trị trung bình của nó (cần cho việc tính góc phụ trợ ψ khi xác định các hằng số điều hòa của sóng liên kết $S_2 + K_2$).

Những công thức tính đổi số ban đầu của các sóng:

$$(V_0 + u)_{M_2} = 2(h_0 - \gamma) - 2(s_0 - \xi);$$

$$(V_0 + u)_{S_2} = 360^\circ;$$

$$(V_0 + u)_{N_2} = 2(h_0 - \gamma) - 2(s_0 - \xi_0) - (s_0 - p_0) = (V_0 + u)_{M_2} - (s_0 - p_0);$$

$$(V_0 + u)_{K_2} = 2h_0 - 2\gamma'';$$

$$(V_0 + u)_{K_1} = h_0 - \gamma' + 90^\circ;$$

$$(V_0 + u)_{O_1} = (h_0 - \gamma) - 2(s_0 - \xi) - 90^\circ;$$

$$(V_0 + u)_{P_1} = 270^\circ - h_0;$$

$$(V_0 + u)_{Q_1} = (V_0 + u)_{O_1} - (s_0 - p_0);$$

$$(V_0 + u)_{M_4} = 2(V_0 + u)_{M_2};$$

$$(V_0 + u)_{MS_4} = (V_0 + u)_{M_2};$$

$$(V_0 + u)_{M_6} = 3(V_0 + u)_{M_2}.$$

Những giá trị $(V_0 + u)$ của các sóng khác nhau cũng có thể tra theo các bảng tính sẵn (bảng 2÷5 phụ lục 3). Các tham số thiên văn và những góc phụ trợ có thể tra theo các bảng 6÷10 trong phụ lục 3.

c) Tính các hằng số điều hòa

Thủy triều S_2 và K_2 :

Để xác định H và g của thủy triều mặt trời chính S_2 và thủy triều mặt trăng - mặt trời K_2 người ta tính góc phụ ψ (dương hoặc âm) trong trường hợp quan trắc nửa tháng theo công thức

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{f_{K_2} \sin 2(h - \gamma'')}{3,71 p' + f_{K_2} \cos 2(h - \gamma'')}$$

với $p' = \left(\frac{1}{\rho}\right)^3$, và khi đó

$$H_{S_2} = \frac{3,71 \cos \psi}{3,71 p' + f_{K_2} \cos 2(h - \gamma'')} R_{S_2}$$

trong đó $2(h - \gamma'') = (V_0 + u)_{K_2} + 14,8^\circ$.

$$H_{K_2} = \frac{H_{S_2}}{3,67}; \quad g_{S_2} = g_{K_2} = \zeta_{S_2} + \psi.$$

Với chuỗi quan trắc tháng trong các công thức này những trị số 3,71 và $14,8^\circ$ được thay tương ứng bằng 3,84 và $29,6^\circ$. (Ghi chú: $29,6^\circ$ cho chuỗi tháng và $14,8^\circ$ cho chuỗi nửa tháng là lượng biến đổi $2(h - \gamma'')$ để dẫn tới giữa kỳ quan trắc).

Thủy triều K_1 và P_1 :

Để xác định H và g của thủy triều mặt trăng - mặt trời K_1 và thủy triều mặt trời toàn nhật P_1 người ta tìm trước góc phụ dương hoặc âm φ theo công thức

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sin(2h - \gamma')}{3f_{K_1} - \cos(2h - \gamma')},$$

trong đó

$$(2h - \gamma') = (V_0 + u)_{K_1} - (V_0 + u)_{P_1} + 180^\circ + 13,8^\circ$$

và khi đó với chuỗi quan trắc nửa tháng

$$H_{K_1} = \frac{3,007 \cos \varphi}{3f_{K_1} - \cos(2h - \gamma')} R_{K_1}; \quad H_{P_1} = \frac{1}{3} H_{K_1};$$

$$g_{K_1} = g_{P_1} = \zeta_{K_1} + (V_0 + u)_{K_1} + \varphi + 6,9^\circ.$$

Với chuỗi quan trắc tháng trong các công thức trên người ta thay trị số 3,007 bằng 3,027; $6,9^\circ$ bằng $13,3^\circ$; $13,8^\circ$ bằng $26,6^\circ$ để dẫn đến giữa kỳ quan trắc.

Thủy triều bán nhật mặt trăng chính M_2 :

$$H_{M_2} = \frac{R_{M_2}}{f_{M_2}}; \quad g_{M_2} = \zeta_{M_2} + (V_0 + u)_{M_2}.$$

Thủy triều O_1 và Q_1 :

Đối với thủy triều mặt trăng toàn nhật O_1 :

$$H_{O_1} = \frac{R_{O_1}}{f_{O_1}}; \quad g_{O_1} = \zeta_{O_1} + (V_0 + u)_{O_1}.$$

Các hằng số điều hòa của *thủy triều mặt trăng eliptic lớn Q_1* có thể tìm gần đúng từ chuỗi quan trắc nửa tháng hoặc một tháng. Giá trị của chúng có thể tìm theo những tỉ số đã biết giữa giá trị trung bình của các hệ số sóng. Trên cơ sở đó người ta tính

$$H_{Q_1} = \frac{1}{5} H_{O_1}; \quad g_{Q_1} = g_{O_1}.$$

Thủy triều N_2 :

Với chuỗi quan trắc nửa tháng các hằng số điều hòa của *thủy triều bán nhật mặt trăng eliptic N_2* trên cơ sở những suy luận như với các thủy triều O_1 và Q_1 có thể tìm theo những công thức:

$$H_{N_2} = \frac{1}{5} H_{M_2}; \quad g_{N_2} = g_{M_2}.$$

(Ghi chú: Cần nhận xét rằng phải thận trọng khi dùng phương pháp gần đúng này để xác định các sóng N_2 và Q_1 và phải xét xem đưa các sóng này vào dự tính thủy triều có thật sự tốt hơn không).

Với chuỗi quan trắc tháng H_{N_2} và g_{N_2} được tìm theo những công thức tương tự như công thức đối với sóng M_2 :

$$H_{N_2} = \frac{R_{N_2}}{f_{N_2}}; \quad g_{N_2} = \zeta_{N_2} + (V_0 + u)_{N_2}.$$

Thủy triều MS_4 :

Các hằng số điều hòa của sóng hỗn hợp này được tính từ chuỗi quan trắc tháng theo các công thức:

$$g_{MS_4} = \zeta_{MS_4} + (V_0 + u)_{MS_4} \quad H_{MS_4} = \frac{R_{MS_4}}{f_{MS_4}}.$$

Từ chuỗi quan trắc tháng, những hằng số điều hòa của các sóng mặt trăng phụ M_4 và M_6 xác định theo các công thức:

$$g_{M_4} = \zeta_{M_4} + (V_0 + u)_{M_4}; \quad H_{M_4} = \frac{R_{M_4}}{f_{M_4}};$$

$$g_{M_6} = \zeta_{M_6} + (V_0 + u)_{M_6}; \quad H_{M_6} = \frac{R_{M_6}}{f_{M_6}}.$$

Những lý giải và các công thức dẫn ở trên tương ứng với trường hợp quan trắc thực hiện theo thời gian địa phương trung bình, tính từ nửa đêm. Trong trường hợp xử lý theo thời gian múi giờ, trong thực tế thường làm như vậy, cần tính tới những biến đổi sau:

1) Ghi vào biểu S quan trắc trực tiếp theo thời gian múi giờ (phải ghi rõ điều này lên biểu mẫu).

2) Khi chọn các dữ liệu thiên văn: h_0, s_0, p_0 và N từ các bảng cho thời điểm đầu và giữa quan trắc người ta tính các hiệu chỉnh theo bảng 8 phụ lục 3 không phải do kinh độ địa điểm mà do kinh độ của kinh tuyến múi giờ tính bằng độ (bằng số hiệu của múi giờ nhân với 15°). Nếu muốn nhận các góc vị đặc biệt thì không cần lấy hiệu chỉnh kinh độ.

3) Những góc vị nhận được do kết quả tính (theo các công thức của g) sẽ ứng với thời gian múi giờ. Có thể đánh dấu phẩy lên chữ g để chỉ rõ điều đó.

Muốn chuyển từ góc vị tính theo múi giờ sang thời gian địa phương và ngược lại thì dùng những công thức sau đây:

$$g = g' - pdS^\circ; \quad g' = g - pdS^\circ,$$

ở đây g – góc vị theo thời gian trung bình địa phương; g' – góc vị theo thời gian múi giờ; p – số hiệu đứng ở ký hiệu sóng (sóng toàn nhật $p=1$, sóng bán nhật $p=2$, sóng phần tư ngày $p=4$, v.v...); $dS^\circ = \lambda^\circ - S^\circ$, λ° – kinh độ địa điểm quan trắc tính bằng độ (kinh độ tây với dấu cộng, đông - dấu trừ); S° – kinh độ của kinh tuyến múi giờ tính bằng độ.

Bảng 3.5 - Biểu S. Quan trắc trực tiếp ghi bằng cm

N	Ng/Th	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	1/3/93	128	150	165	178	192	199	203	202	207	206	200	191	187	185	181	175	170	163	151	135	120	106	104	111
2	2	119	130	140	148	154	159	160	158	163	168	166	167	173	175	174	178	178	175	169	162	150	140	132	132
3	3	133	136	141	139	138	141	140	133	130	132	135	140	150	160	172	185	191	194	196	194	184	176	173	171
4	4	166	161	156	153	147	138	129	121	117	111	109	109	114	125	145	167	186	191	199	206	202	199	198	199
5	5	194	188	181	171	158	145	130	116	105	94	85	84	90	102	121	140	160	179	193	206	211	214	219	223
6	6	223	218	207	195	182	166	148	130	114	99	86	75	72	76	87	105	128	152	173	193	204	213	221	227
7	7	232	229	220	208	195	178	157	135	115	98	86	73	66	67	74	87	106	129	157	181	201	218	230	240
8	8	247	247	243	232	216	199	179	154	132	108	89	73	64	62	62	70	85	106	129	156	181	203	223	241
9	9	255	260	261	253	240	223	199	174	151	128	107	90	78	70	65	65	72	84	102	126	154	180	204	225
10	10	242	254	260	260	254	240	219	195	171	151	128	106	89	80	74	69	67	73	86	105	130	159	185	210
11	11/3/93	234	250	260	263	261	252	233	210	188	168	149	128	109	96	89	79	72	72	76	85	103	130	162	188
12	12	211	232	246	254	256	251	237	221	202	186	165	146	128	113	102	94	84	75	74	79	87	108	134	162
13	13	183	205	222	235	239	240	238	230	217	201	186	173	167	146	141	136	123	109	100	102	106	119	132	152
14	14	179	197	214	227	235	234	230	227	218	207	197	185	173	162	153	146	138	127	115	112	111	112	126	146
15	15	169	187	205	222	231	233	231	230	226	221	215	212	207	204	201	193	184	174	161	149	142	135	136	144
16	16	156	167	176	187	198	204	202	195	195	200	202	204	210	217	220	218	214	208	197	186	173	160	152	149
17	17	146	144	145	150	154	158	161	159	156	164	169	175	187	205	219	225	228	230	226	218	205	197	191	182
18	18	172	164	153	140	134	134	134	129	122	125	130	139	158	183	207	225	238	248	252	249	244	238	233	222
19	19	208	194	178	159	142	130	124	118	111	103	102	109	123	149	178	207	229	243	257	262	262	261	261	254
20	20	241	222	200	181	162	142	121	105	94	86	76	74	84	102	126	159	188	213	233	249	258	263	264	264
21	21/3/93	260	244	225	203	181	156	129	103	85	73	62	54	53	61	77	103	136	171	200	224	242	254	264	270
22	22	272	269	255	234	207	180	151	122	97	76	60	50	46	47	55	71	97	128	164	192	218	238	256	269
23	23	279	283	278	263	245	222	192	160	132	107	90	76	68	65	67	72	87	110	139	172	203	227	247	268
24	24	285	293	295	293	280	261	235	206	179	156	133	116	106	96	90	87	87	96	113	138	165	194	219	236
25	25	253	265	271	276	275	265	247	221	193	169	148	128	114	102	95	83	74	72	79	92	112	139	168	189
26	26	208	224	233	239	238	235	226	208	189	166	146	130	117	105	97	89	77	70	70	74	86	108	134	160
27	27	180	194	206	215	221	223	218	208	204	199	182	176	167	157	148	149	140	120	113	108	106	116	133	150
28	28	164	178	188	199	204	202	205	209	209	198	197	199	199	195	193	189	183	170	155	142	135	131	132	141
29	29	151	157	159	168	176	178	175	173	173	179	187	194	200	207	210	212	208	201	198	176	168	159	156	155
30	30	154	156	157	155	154	156	150	145	149	155	165	177	192	208	218	224	206	226	220	210	200	192	181	173
$\frac{1}{27} \sum_{27}$		206	211	212	210	205	197	184	169	156	145	133	125	122	123	127	132	138	145	153	161	169	178	189	199
$\frac{1}{30} \sum_{30}$		201	207	208	207	202	195	183	170	158	148	138	132	130	131	135	140	145	150	157	163	169	176	186	195

Ghi chú: Dòng $\frac{1}{27} \sum_{27}$ là tung độ trung bình của các sóng K_1 và P_1 . Dòng $\frac{1}{30} \sum_{30}$ là tung độ trung bình của các sóng S_2 và K_2 . Với chuỗi nửa tháng tính theo $\frac{1}{14} \sum_{14}$ và $\frac{1}{15} \sum_{15}$ tương ứng. A_0 tính bằng tổng 30×24 chia cho 720, với chuỗi nửa tháng bằng tổng 15×24 chia cho 360.

Bảng 3.6 - Biểu M

Ngày	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	128	150	165	178	192	199	203	202	207	206	200	191	187	185	178 :	170	163	151	135	120	106	104	111	119
2	130	140	148	154	159	160	158	163	168	166	167	173	175	174	178	178	175	169	156 :	140	132	132	133	136
3	141	139	138	141	140	133	130	132	135	140	150	160	172	185	191	194	196	194	184	176	173	171	166	159 :
4	153	147	138	129	121	117	111	109	109	114	125	145	167	186	191	199	206	202	199	198	199	194	188	181
5	171	158	145	123 :	105	94	85	84	90	102	121	140	160	179	193	206	211	214	219	223	223	218	207	195
6	182	166	148	130	114	99	86	75	74 :	87	105	128	152	173	193	204	213	221	227	232	229	220	208	195
7	178	157	135	115	98	86	73	66	67	74	87	106	143 :	181	201	218	230	240	247	247	243	232	216	199
8	179	154	132	108	89	73	64	62	62	70	85	106	129	156	181	203	223	248 :	260	261	253	240	223	199
9	174	151	128	107	90	78	70	65	65	72	84	102	126	154	180	204	225	242	254	260	260	247 :	219	195
10	171	151	128	106	89	80	74	69	67	73	86	105	130	159	185	210	234	250	260	263	261	252	233	210
11	188	168	139 :	109	96	89	79	72	72	76	85	103	130	162	188	211	232	246	254	256	251	237	221	202
12	186	165	146	128	113	102	94	80 :	74	79	87	108	134	162	183	205	222	235	239	240	238	230	217	201
13	186	173	167	146	141	136	123	109	100	102	106	126 :	152	179	197	214	227	235	234	230	227	218	207	197
14	185	173	162	153	146	138	127	115	112	111	112	126	146	169	187	205	227 :	233	231	230	226	221	215	212
15	207	204	201	193	184	174	161	149	142	135	136	144	156	167	176	187	198	204	202	195	198 :	202	204	210
16	217	220	218	214	208	197	186	173	160	152	149	146	144	145	150	154	158	161	159	156	164	169	175	187
17	205	222 :	228	230	226	218	205	197	191	182	172	164	153	140	134	134	134	129	122	125	130	139	158	183
18	207	225	238	248	252	247 :	238	233	222	208	194	178	159	142	130	124	118	111	103	102	109	123	149	178
19	207	229	243	257	262	262	261	261	254	241	211 :	181	162	142	121	105	94	86	76	74	84	102	126	159
20	188	213	233	249	258	263	264	264	260	244	225	203	181	156	116 :	85	73	62	54	53	61	77	103	136
21	171	200	224	242	254	264	270	272	269	255	234	207	180	151	122	97	76	60	50	47 :	55	71	97	128
22	164	192	218	238	256	269	279	283	278	263	245	222	192	160	132	107	90	76	68	65	67	72	87	125 :
23	172	203	227	247	268	285	293	295	293	280	261	235	206	179	156	133	116	106	96	90	87	87	96	113
24	138	165	194	219	245 :	265	271	276	275	265	247	221	193	169	148	128	114	102	95	83	74	72	79	92
25	112	139	168	189	208	224	233	239	237 :	226	208	189	166	146	130	117	105	97	89	77	70	70	74	86
26	108	134	160	180	194	206	215	221	223	218	208	204	199	179 :	167	157	148	149	140	120	113	108	106	116
27	133	150	164	178	188	199	204	202	205	209	209	198	197	199	199	195	193	186 :	170	155	142	135	131	132
28	141	151	157	159	168	176	178	175	173	173	179	187	194	200	207	210	212	208	201	198	176	168	158 :	155
$\frac{1}{28} \sum_{28}$	169	173	175	174	174	173	169	166	164	162	160	161	164	167	168	170	172	172	169	165	163	161	161	164

Ghi chú: Các ô có dấu : ghi trị số trung bình của hai tung độ liên tiếp nhau trong biểu S. Dòng $\frac{1}{28} \sum_{28}$ là tung độ trung bình của sóng M_2 . Với chuỗi quan trắc nửa tháng thì tính theo $\frac{1}{14} \sum_{14}$.

Bảng 3.7 - Biểu O

Ngày	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	128	150	165	178	192	199	203 :	207	206	200	191	187	185	181	175	170	163	151	135	113 :	104	111	119	130
2	140	148	154	159	160	158	163	168	167 :	173	175	174	178	178	175	169	162	150	140	132	132	133	139 :	139
3	138	141	140	133	130	132	135	140	150	160	172	188 :	194	196	194	184	176	173	171	166	161	156	153	147
4	134 :	121	117	111	109	109	114	125	145	167	186	191	199	204 :	199	198	199	194	188	181	171	158	145	130
5	116	105	90 :	84	90	102	121	140	160	179	193	206	211	214	219	223	221 :	207	195	182	166	148	130	114
6	99	86	75	72	76	96 :	128	152	173	193	204	213	221	227	232	229	220	208	187 :	157	135	115	98	86
7	73	66	67	74	87	106	129	169 :	201	218	230	240	247	247	243	232	216	199	179	154	120 :	89	73	64
8	62	62	70	85	106	129	156	181	203	223	248 :	260	261	253	240	223	199	174	151	128	107	90	78	68 :
9	65	72	84	102	126	154	180	204	225	242	254	260	257 :	240	219	195	171	151	128	106	89	80	74	69
10	67	80 :	105	130	159	185	210	234	250	260	263	261	252	233	199 :	168	149	128	109	96	89	79	72	72
11	76	85	103	130	175 :	211	232	246	254	256	251	237	221	202	186	165	146	121 :	102	94	84	75	74	79
12	87	108	134	162	183	205	229 :	239	240	238	230	217	201	186	173	167	146	141	136	116 :	100	102	106	119
13	132	152	179	197	214	227	235	234	229 :	218	207	197	185	173	162	153	146	138	127	115	112	111	119 :	146
14	169	187	205	222	231	233	231	230	226	221	215	210 :	204	201	193	184	174	161	149	142	135	136	144	156
15	172 :	187	198	204	202	195	195	200	202	204	210	217	220	216 :	208	197	186	173	160	152	149	146	144	145
16	150	154	160 :	159	156	164	169	175	187	205	219	225	228	230	226	212 :	197	191	182	172	164	153	140	134
17	134	134	129	122	125	135 :	158	183	207	225	238	248	252	249	244	238	233	222	201 :	178	159	142	130	124
18	118	111	103	102	109	123	149	193 :	229	243	257	262	262	261	261	254	241	222	200	181	152 :	121	105	94
19	86	76	74	84	102	126	159	188	213	241 :	258	263	264	264	260	244	225	203	181	156	129	103	85	68 :
20	54	53	61	77	103	136	171	200	224	242	254	264	271 :	269	255	234	207	180	151	122	97	76	60	50
21	46	51 :	71	97	128	164	192	218	238	256	269	279	283	278	254 :	222	192	160	132	107	90	76	68	65
22	67	72	87	125 :	172	203	227	247	268	285	293	295	293	280	261	235	206	168 :	133	116	106	96	90	87
23	87	96	113	138	165	194	228 :	253	265	271	276	275	265	247	221	193	169	148	128	108 :	95	83	74	72
24	79	92	112	139	168	189	208	224	236 :	238	235	226	208	189	166	146	130	117	105	97	89	74 :	70	74
25	86	108	134	160	180	194	206	215	221	223	218	206 :	199	182	176	167	157	148	149	140	120	113	108	106
$\frac{1}{25} \sum_{25}$	103	108	117	130	146	163	181	199	213	223	230	232	230	224	214	200	185	169	153	136	122	111	104	102

Ghi chú: Các ô có dấu : ghi trị số trung bình của hai tung độ liên tiếp nhau trong biểu S. Dòng $\frac{1}{25} \sum_{25}$ là tung độ trung bình của sóng O_1 . Với chuỗi quan trắc nửa tháng thì tính

theo $\frac{1}{13} \sum_{13}$.

Bảng 3.8 - Biểu N

Ngày	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	128	150	165	178	192	199	203	202	207	203 :	191	187	185	181	175	170	163	151	135	120	106	104	111	119
2	130	140	148	157 :	160	158	163	168	166	167	173	175	174	178	178	175	169	162	150	140	132	133 :	136	141
3	139	138	141	140	133	130	132	135	140	150	160	172	185	191	194	195 :	184	176	173	171	166	161	156	153
4	147	138	129	121	117	111	109	109	114	125	156 :	186	191	199	206	202	199	198	199	194	188	181	171	158
5	145	130	116	105	90 :	84	90	102	121	140	160	179	193	206	211	214	219	223	223	218	207	195	174 :	148
6	130	114	99	86	75	72	76	87	105	128	152	173	193	204	213	221	230 :	229	220	208	195	178	157	135
7	115	98	86	73	66	67	74	87	106	129	169 :	201	218	230	240	247	247	243	232	216	199	179	154	132
8	108	89	73	64	62	66 :	85	106	129	156	181	203	223	241	255	260	261	253	240	223	199	174	151	118 :
9	90	78	70	65	65	72	84	102	126	154	180	204	225	242	254	260	260	247 :	219	195	171	151	128	106
10	89	80	74	69	67	73	86	105	130	159	185	222 :	250	260	263	261	252	233	210	188	168	149	128	109
11	96	89	79	72	72	76	94 :	130	162	188	211	232	246	254	256	251	237	221	202	186	165	146	128	113
12	98 :	84	75	74	79	87	108	134	162	183	205	222	235	239	240	238	230	217	194 :	173	167	146	141	136
13	123	109	100	102	106	119	132	152	179	197	214	227	235 :	230	227	218	207	197	185	173	162	153	146	138
14	127	115	112	111	112	126	158 :	187	205	222	231	233	231	230	226	221	215	212	207	204	201	193	184	174
15	161	146 :	135	136	144	156	167	176	187	198	204	202	195	195	200	202	204	210	217	219 :	214	208	197	186
16	173	160	152	149	146	144	145	150	154	158	161	159	156	167 :	175	187	205	219	225	228	230	226	218	205
17	197	191	182	172	164	153	140	134 :	134	129	122	125	130	139	158	183	207	225	238	248	252	249	244	238
18	233	222	201 :	178	159	142	130	124	118	111	103	102	109	123	149	178	207	229	243	257	262 :	261	261	254
19	241	222	200	181	162	142	121	105	94	86	76	74	84	102	143 :	188	213	233	249	258	263	264	264	260
20	244	225	203	181	156	129	103	85	68 :	54	53	61	77	103	136	171	200	224	242	254	264	270	272	269
21	255	234	207	166 :	122	97	76	60	50	46	47	55	71	97	128	164	192	218	238	256	269	281 :	278	263
22	245	222	192	160	132	107	90	76	68	65	67	72	87	110	139	188 :	227	247	268	285	293	295	293	280
23	261	235	206	179	156	133	116	106	96	89 :	87	96	113	138	165	194	219	236	253	265	271	276	275	265
24	247	221	193	159 :	128	114	102	95	83	74	72	79	92	112	139	168	189	208	224	233	239	238	231 :	208
25	189	166	146	130	117	105	97	89	77	70	70	74	86	108	134	160	187 :	206	215	221	223	218	208	204
26	199	182	176	167	157	148	149	140	120	113	107 :	116	133	150	164	178	188	199	204	202	205	209	209	198
$\frac{1}{26} \sum_{26}$	166	153	141	130	121	116	117	121	127	134	144	155	166	178	191	204	212	216	216	213	208	201	193	181

Ghi chú : Các ô có dấu : ghi trị số trung bình của hai tung độ liên tiếp nhau trong biểu S. Dòng $\frac{1}{26} \sum_{26}$ là tung độ trung bình của sóng N_2 . Với chuỗi quan trắc nửa tháng không tính sóng N_2 .

Bảng 3.9 - Biểu MS

Ngày	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	128	150	165	178	192	199	203	202	207	206	200	191	187	185	181	175	170	163	151	135	120	106	104	111
2	119	130	140	148	154	160 :	158	163	168	166	167	173	175	174	178	178	175	169	162	150	140	132	132	133
3	136	141	139	138	141	140	133	130	132	135	140	150	160	172	185	191	194	196	194	184	176	173	171	166
4	161	156	153	147	138	129	121	117	111	109	109	114	125	145	167	189 :	199	206	202	199	198	199	194	188
5	181	171	158	145	130	116	105	94	85	84	90	102	121	140	160	179	193	206	211	214	219	223	223	218
6	207	195	182	166	148	130	114	99	86	75	72	76	87	105	128	152	173	193	204	213	221	227	232	229
7	220	202 :	178	157	135	115	98	86	73	66	67	74	87	106	129	157	181	201	218	230	240	247	247	243
8	232	216	199	179	154	132	108	89	73	64	62	62	70	85	106	129	156	181	203	223	241	255	260	261
9	253	240	223	199	174	151	128	107	90	78	70	65 :	72	84	102	126	154	180	204	225	242	254	260	260
10	254	240	219	195	171	151	128	106	89	80	74	69	67	73	86	105	130	159	185	210	234	250	260	263
11	261	252	233	210	188	168	149	128	109	96	89	79	72	72	76	85	103	130	162	188	211	239 :	254	256
12	251	237	221	202	186	165	146	128	113	102	94	84	75	74	79	87	108	134	162	183	205	222	235	239
13	240	238	230	217	201	186	173	167	146	141	136	123	109	100	102	106	119	132	152	179	197	214	227	235
14	234	230	227	218	207	197	185	168 :	153	146	138	127	115	112	111	112	126	146	169	187	205	222	231	233
15	231	230	226	221	215	212	207	204	201	193	184	174	161	149	142	135	136	144	156	167	176	187	198	204
16	202	195	195	200	202	204	210	217	220	218	214	208	197	186	173	160	152	148 :	144	145	150	154	158	161
17	159	156	164	169	175	187	205	219	225	228	230	226	218	205	197	191	182	172	164	153	140	134	134	134
18	129	122	125	130	139	158	183	207	225	238	248	252	249	244	238	233	222	208	194	178	159	142	130	124
19	118	111	103	106 :	123	149	178	207	229	243	257	262	262	261	261	254	241	222	200	181	162	142	121	105
20	94	86	76	74	84	102	126	159	188	213	233	249	258	263	264	264	260	244	225	203	181	156	129	103
21	85	73	62	54	53	61	77	103	136	171	200	224	242	259 :	270	272	269	255	234	207	180	151	122	97
22	76	60	50	46	47	55	71	97	128	164	192	218	238	256	269	279	283	278	263	245	222	192	160	132
23	107	90	76	68	65	67	72	87	110	139	172	203	227	247	268	285	293	295	293	280	261	235	206	168 :
24	133	116	106	96	90	87	87	96	113	138	165	194	219	236	253	265	271	276	275	265	247	221	193	169
25	148	128	114	102	95	83	74	72	79	92	112	139	168	189	208	224	233	239	238	235	226	208	189	166
26	146	130	117	105	97	89	77	70	70	80 :	108	134	160	180	194	206	215	221	223	218	208	204	199	182
27	176	167	157	148	149	140	120	113	108	106	116	133	150	164	178	188	199	204	202	205	209	209	198	197
28	199	199	195	193	189	183	170	155	142	135	131	132	141	151	157	159	168	176	178	174 :	173	179	187	194
29	200	207	210	212	208	201	198	176	168	159	156	155	154	156	157	155	154	156	150	145	149	155	165	177
$\frac{1}{29} \sum_{29}$	175	168	160	153	147	142	138	137	137	140	146	151	157	165	173	181	188	194	197	197	196	194	190	184

Ghi chú: Các ô có dấu : ghi trị số trung bình của hai tung độ liên tiếp nhau trong biểu S. Dòng $\frac{1}{29} \sum_{29}$ là tung độ trung bình của sóng MS_4 . Với chuỗi nửa tháng không tính sóng MS_4 .

Bảng 3.10(a)

Tính A và B

Giờ	Sóng $K_1 - P_1$					Sóng $S_2 - K_2$					Sóng $O_1 - Q_1$					Sóng N_2				
t	$\frac{1}{27}\sum_{27}$	$\cos kt$	2×3	$\sin kt$	2×5	$\frac{1}{30}\sum_{30}$	$\cos kt$	7×8	$\sin kt$	7×10	$\frac{1}{25}\sum_{25}$	$\cos kt$	12×13	$\sin kt$	12×15	$\frac{1}{26}\sum_{26}$	$\cos kt$	17×18	$\sin kt$	17×20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0	206	1,000	206			201	1,000	202			103	1,000	103			166	1,000	166		
1	211	0,966	204	0,259	55	207	0,866	179	0,500	103	108	0,966	104	0,259	28	153	0,866	132	0,500	76
2	212	0,866	184	0,500	106	208	0,500	104	0,866	180	117	0,866	102	0,500	59	141	0,500	70	0,866	122
3	210	0,707	149	0,707	149	207			1,000	207	130	0,707	92	0,707	92	130			1,000	130
4	205	0,500	102	0,866	178	202	-0,500	-101	0,866	175	146	0,500	73	0,866	126	121	-0,500	-60	0,866	105
5	197	0,259	51	0,966	190	195	-0,866	-169	0,500	97	163	0,259	42	0,966	157	116	-0,866	-100	0,500	58
6	184			1,000	184	183	-1,000	-183			181			1,000	181	117	-1,000	-116		
7	169	-0,259	-44	0,966	164	170	-0,866	-147	-0,500	-85	199	-0,259	-52	0,966	192	121	-0,866	-105	-0,500	-60
8	156	-0,500	-78	0,866	135	158	-0,500	-79	-0,866	-137	213	-0,500	-106	0,866	184	127	-0,500	-64	-0,866	-110
9	145	-0,707	-102	0,707	102	148			-1,000	-148	223	-0,707	-158	0,707	158	134			-1,000	-134
10	133	-0,866	-116	0,500	67	138	0,500	69	-0,866	-120	230	-0,866	-199	0,500	115	144	0,500	72	-0,866	-124
11	125	-0,966	-121	0,259	32	132	0,866	114	-0,500	-66	232	-0,966	-224	0,259	60	155	0,866	134	-0,500	-78
12	122	-1,000	-122			130	1,000	130			230	-1,000	-230			166	1,000	166		
13	123	-0,966	-118	-0,259	-32	131	0,866	113	0,500	65	224	-0,966	-216	-0,259	-58	178	0,866	154	0,500	89
14	127	-0,866	-110	-0,500	-63	135	0,500	67	0,866	117	214	-0,866	-185	-0,500	-107	191	0,500	96	0,866	166
15	132	-0,707	-94	-0,707	-94	140			1,000	140	200	-0,707	-142	-0,707	-142	204			1,000	204
16	138	-0,500	-69	-0,866	-120	145	-0,500	-72	0,866	125	185	-0,500	-93	-0,866	-160	212	-0,500	-106	0,866	184
17	145	-0,259	-38	-0,966	-140	150	-0,866	-130	0,500	75	169	-0,259	-44	-0,966	-163	216	-0,866	-187	0,500	108
18	153			-1,000	-153	157	-1,000	-157			153			-1,000	-153	216	-1,000	-216		
19	161	0,259	42	-0,966	-156	163	-0,866	-141	-0,500	-81	136	0,259	35	-0,966	-133	213	-0,866	-184	-0,500	-106
20	169	0,500	84	-0,866	-146	169	-0,500	-84	-0,866	-146	122	0,500	61	-0,866	-106	208	-0,500	-104	-0,866	-180
21	178	0,707	126	-0,707	-126	176			-1,000	-176	111	0,707	78	-0,707	-78	201			-1,000	-202
22	189	0,866	164	-0,500	-94	186	0,500	93	-0,866	-161	104	0,866	90	-0,500	-52	193	0,500	96	-0,866	-167
23	199	0,966	193	-0,259	-52	195	0,866	169	-0,500	-98	102	0,966	98	-0,259	-26	181	0,866	157	-0,500	-91
		$12A$	494	$12B$	186		$12A$	-24	$12B$	67		$12A$	-771	$12B$	175		$12A$	1	$12B$	-12

Bảng 3.10(b)

Tính A và B

Giờ	Sóng M_2					Sóng M_4					Sóng M_6					Sóng MS_4				
t	$\frac{1}{28}\sum_{28}$	$\cos kt$	2×3	$\sin kt$	2×5	$\frac{1}{28}\sum_{28}$	$\cos kt$	7×8	$\sin kt$	7×10	$\frac{1}{28}\sum_{28}$	$\cos kt$	12×13	$\sin kt$	12×15	$\frac{1}{29}\sum_{29}$	$\cos kt$	17×18	$\sin kt$	17×20
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0	169	1,000	169			169	1,000	169			169	1,000	169			175	1,000	175		
1	173	0,866	150	0,500	86	173	0,500	86	0,866	150	173			1,000	173	168	0,500	84	0,866	145
2	175	0,500	87	0,866	151	175	-0,500	-87	0,866	151	175	-1,000	-175			160	-0,500	-80	0,866	139
3	174			1,000	174	174	-1,000	-174			174			-1,000	-174	153	-1,000	-152		
4	174	-0,500	-87	0,866	150	174	-0,500	-87	-0,866	-150	174	1,000	174			147	-0,500	-73	-0,866	-127
5	173	-0,866	-150	0,500	86	173	0,500	86	-0,866	-150	173			1,000	173	142	0,500	71	-0,866	-123
6	169	-1,000	-169			169	1,000	169			169	-1,000	-169			138	1,000	138		
7	166	-0,866	-144	-0,500	-83	166	0,500	83	0,866	144	166			-1,000	-166	137	0,500	68	0,866	118
8	164	-0,500	-82	-0,866	-142	164	-0,500	-82	0,866	142	164	1,000	164			137	-0,500	-69	0,866	119
9	162			-1,000	-162	162	-1,000	-162			162			1,000	162	140	-1,000	-140		
10	160	0,500	80	-0,866	-138	160	-0,500	-80	-0,866	-138	160	-1,000	-160			146	-0,500	-73	-0,866	-126
11	161	0,866	139	-0,500	-80	161	0,500	80	-0,866	-139	161			-1,000	-161	151	0,500	76	-0,866	-131
12	164	1,000	164			164	1,000	164			164	1,000	164			157	1,000	157		
13	167	0,866	145	0,500	84	167	0,500	84	0,866	145	167			1,000	167	165	0,500	82	0,866	142
14	168	0,500	84	0,866	146	168	-0,500	-84	0,866	146	168	-1,000	-168			173	-0,500	-86	0,866	150
15	170			1,000	170	170	-1,000	-170			170			-1,000	-170	181	-1,000	-181		
16	172	-0,500	-86	0,866	149	172	-0,500	-86	-0,866	-149	172	1,000	172			188	-0,500	-94	-0,866	-163
17	172	-0,866	-149	0,500	86	172	0,500	86	-0,866	-149	172			1,000	172	194	0,500	97	-0,866	-168
18	169	-1,000	-169			169	1,000	169			169	-1,000	-169			197	1,000	197		
19	165	-0,866	-143	-0,500	-82	165	0,500	82	0,866	143	165			-1,000	-165	197	0,500	99	0,866	171
20	163	-0,500	-81	-0,866	-141	163	-0,500	-81	0,866	141	163	1,000	162			196	-0,500	-98	0,866	170
21	161			-1,000	-161	161	-1,000	-161			161			1,000	161	194	-1,000	-194		
22	161	0,500	80	-0,866	-139	161	-0,500	-80	-0,866	-139	161	-1,000	-161			190	-0,500	-95	-0,866	-165
23	164	0,866	142	-0,500	-82	164	0,500	82	-0,866	-142	164			-1,000	-164	184	0,500	92	-0,866	-160
		12A	-18	12B	72		12A	6	12B	3		12A	2	12B	8		12A	1	12B	-9

Bảng 3.11. Tính R và ζ

	K_1	S_2	M_2	M_4	M_6	O_1	N_2	MS_4
$12B$	186	67	72	3	8	175	-12	-9
$12A$	494	-24	-18	6	2	-771	1	1
$12B : 12A = \operatorname{tg} \zeta$	0,376	-2,804	-3,879	0,553	3,203	-0,227	-8,727	$-10,32_0$
ζ	21	110	104	29	73	167	277	276
$\operatorname{cosec} \zeta$		1,062	1,033		1,048		-1,007	-1,005
$\sec \zeta$	1,069			1,143		-1,025		
$12B \operatorname{cosec} \zeta = 12R$		71,6	73,9		8,3		12,3	8,6
$12A \sec \zeta = 12R$	527,4			6,9		790,2		
Hệ số tăng chia 12	0,0836	0,0843	0,0843	0,0873	0,0925	0,0836	0,0843	0,0873
R	44,1	6,0	6,2	0,6	0,8	66,0	1,0	0,7

Ghi chú: Phải xét giá trị tuyệt đối của $12A$ và $12B$, nếu $12A > 12B$ thì tính $12R$ theo công thức $12B \operatorname{cosec} \zeta = 12R$, nếu $12A < 12B$ thì theo công thức $12A \sec \zeta = 12R$. Chú ý dấu của $12A$ và $12B$ khi xác định cung phần tư của ζ .

Bảng 3.12

Tính các tham số thiên văn và các góc phụ trợ

Kinh độ điểm quan trắc: 106,82
Bắt đầu quan trắc: Ngày 1/3/1960

Thời gian kinh tuyến S: -105
Giữa quan trắc: Ngày 16/3/1960

$(h, s, p$ tra cho 0 giờ ngày đầu quan trắc, N tra cho giữa quan trắc)					
	h_0	s_0	p_0	N	
0 giờ 1/01/1960	279.67	304.59	255.69	278.72	0 giờ 1/1/1960
Dẫn tới tháng 3	58.15	57.41	6.57	-3.12	Dẫn tới tháng 3
Dẫn tới ngày 1	0.99	13.18	0.11	-0.85	Dẫn tới ngày 16
Hiệu chỉnh KĐ/múi giờ -105	-0.29	-3.85	-0.03	0.02	Hiệu chỉnh KĐ/múi giờ -105
Ngày 1/3/1960	$h_0 = 338.52$	11.33	262.34	274.77	Ngày 16/3/1960
* Với quan trắc nửa tháng thay 14,78 bằng 7,39	+14,78*				
	$h = 353.30$				
	$2h = 346.6_1$	$2s_0 = 22.67$			

Các góc phụ (Tra theo N)	ν	ξ	ν'	$2\nu''$
	-12,49°	-11,43°	-8,66°	-17,60°

Ghi chú: Nếu quan trắc theo thời gian múi giờ thì tra hiệu chỉnh kinh độ theo kinh tuyến múi giờ.
Nếu quan trắc theo thời gian địa phương thì tra theo kinh tuyến địa phương.
Nếu muốn nhận các góc vị đặc biệt thì không cần hiệu chỉnh kinh độ.

Bảng 3.13

Tính $(V_0 + u)$ và f

Công thức:

$$(V_0 + u)_{M_2} = 2(h_0 - \nu) - 2(s_0 - \xi); \quad (V_0 + u)_{S_2} = 360^\circ; \quad (V_0 + u)_{N_2} = (V_0 + u)_{M_2} - (s_0 - p_0);$$

$$(V_0 + u)_{K_2} = 2h_0 - 2\nu''; \quad (V_0 + u)_{K_1} = h_0 - \nu' + 90^\circ; \quad (V_0 + u)_{Q_1} = h_0 - \nu - 2(s_0 - \xi) - 90^\circ;$$

$$(V_0 + u)_{P_1} = 270^\circ - h_0; \quad (V_0 + u)_{Q_1} = (V_0 + u)_{Q_1} - (s_0 - p_0); \quad (V_0 + u)_{M_4} = 2(V_0 + u)_{M_2};$$

$$(V_0 + u)_{MS_4} = (V_0 + u)_{M_2}; \quad (V_0 + u)_{M_6} = 3(V_0 + u)_{M_2};$$

$$f_{M_2} = 1 - 0,037 \cos N; \quad f_{S_2} = 1; \quad f_{N_2} = f_{M_2}; \quad f_{K_2} = 1,024 + 0,286 \cos N + 0,008 \cos 2N;$$

$$f_{K_1} = 1,006 + 0,115 \cos N - 0,009 \cos 2N; \quad f_{Q_1} = 1,009 + 0,187 \cos N - 0,015 \cos 2N; \quad f_{P_1} = 1;$$

$$f_{Q_1} = f_{O_1}; \quad f_{M_4} = (f_{M_2})^2; \quad f_{M_6} = (f_{M_2})^3; \quad f_{MS_4} = f_{M_2};$$

Sóng	M_2	S_2	N_2	K_2	K_1	O_1
$(V_0 + u)$	296°	360°	188°	352°	77°	215°
f	1,00	1,00	1,00	1,04	1,02	1,04
Sóng	P_1	Q_1	M_4	MS_4	M_6	
$(V_0 + u)$	291°	106°	233°	296°	169°	
f	1,00	1,04	0,99	1,00	0,99	

Ghi chú: Nếu tra bảng thì tìm f cho đầu tháng gần nhất với giữa kỳ quan trắc

Bảng 3.14
Tính các góc vị và biên độ
Các sóng K_1, P_1, S_2, K_2

$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sin[(V_0 + u)_{K_1} - (V_0 + u)_{P_1} + 180^\circ + 26,6^\circ]}{3f_{K_1} - \cos[(V_0 + u)_{K_1} - (V_0 + u)_{P_1} + 180^\circ + 26,6^\circ]}$ $H_{K_1} \operatorname{tg} \varphi = \frac{3,027 \cos \varphi}{3f_{K_1} - \cos[(V_0 + u)_{K_1} - (V_0 + u)_{P_1} + 180^\circ + 26,6^\circ]} R_{K_1}$ $K_{P_1} = \frac{1}{3} H_{K_1}; \quad g_{K_1} = g_{P_1} = \zeta_{K_1} + \varphi + 13,8 + (V_0 + u)_{K_1}$ $\operatorname{tg} \phi = \frac{f_{K_2} \sin[(V_0 + u)_{K_2} + 29,6^\circ]}{3,84 \left(\frac{1}{\rho} \right)^3 + f_{K_2} \cos[(V_0 + u)_{K_2} + 29,6^\circ]}$ $H_{S_2} = \frac{3,84 \cos \phi}{3,84 \left(\frac{1}{\rho} \right)^3 + f_{K_2} \cos[(V_0 + u)_{K_2} + 29,6^\circ]} R_{K_1}$ $H_{K_2} = \frac{1}{3,67} H_{S_2}; \quad g_{S_2} = g_{K_2} = \zeta_{S_2} + \phi$	Chú ý: Với chuỗi nửa tháng trong các công thức hãy thay: 3,84 bằng 3,71 3,027 bằng 3,007 13,8° bằng 6,9° 26,6° bằng 13,3° 29,6° bằng 14,8° $H_{K_1} = 64$ $H_{P_1} = 21$ $g_{K_1} = g_{P_1} = 107^\circ$ $H_{S_2} = 5$ $H_{K_2} = 1$ $g_{S_2} = g_{K_2} = 114^\circ$
---	---

Bảng 3.14 (tiếp)
Tính các góc vị và biên độ
Các sóng $M_2, O_1, Q_1, N_2, M_4, M_6, MS_4$

$g_{M_2} = \zeta_{M_2} + (V_0 + u)_{M_2}$	$g_{M_2} =$	41	$g_{M_4} =$	262°	$g_{M_4} = \zeta_{M_4} + (V_0 + u)_{M_4}$
$H_{M_2} = \frac{1}{f_{M_2}} R_{M_2}$	$H_{M_2} =$	6	$H_{M_4} =$	1	$H_{M_4} = \frac{1}{f_{M_4}} R_{M_4}$
$g_{O_1} = g_{Q_1} = \zeta_{O_1} + (V_0 + u)$	$g_{O_1}, g_{Q_1} =$	23°	$g_{M_6} =$	242°	$g_{M_6} = \zeta_{M_6} + (V_0 + u)_{M_6}$
$H_{O_1} = \frac{1}{f_{O_1}} R_{O_1}$	$H_{O_1} =$	64	$H_{M_6} =$	1	$H_{M_6} = \frac{1}{f_{M_6}} R_{M_6}$
$H_{Q_1} = \frac{1}{5} H_{O_1}$	$H_{Q_1} =$	13			
$g_{N_2} = \zeta_{N_2} + (V_0 + u)_{N_2}$	$g_{N_2} =$	104°	$g_{MS_4} =$	212°	$g_{MS_4} = \zeta_{MS_4} + (V_0 + u)_{MS_4}$
$H_{N_2} = \frac{1}{f_{N_2}} R_{N_2}$	$H_{N_2} =$	1	$H_{MS_4} =$	1	$H_{MS_4} = \frac{1}{f_{MS_4}} R_{MS_4}$

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] *Egorov E.G.* Hải dương học vật lý. Nxb KHKT, Hà Nội, 1981
- [2] *Phạm Văn Huấn.* Cơ sở hải dương học. Nxb KHKT, Hà Nội, 1991
- [3] *Phạm Văn Huấn.* Dự báo thủy văn biển. Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội, 2002
- [4] *Phạm Văn Huấn.* Động lực học biển. Phần 3: Thủy triều. Nxb Đại học Quốc gia Hà Nội, Hà Nội, 2002
- [5] *Apel J.R.* Principles of ocean physics. Academic Press, 1995
- [6] *Зубов Н.Н.* Океанологические таблицы. Гидрометеиздат, Л., 1947
- [7] *Клюйков Е.Ю.* Инженерная океанология: Практические работы. Российский государственный гидрометеорологический институт, Санкт-Петербург, 1996
- [8] *Малин В.Н.* Общая океанология. Часть 1. Физические процессы. Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, 1998
- [9] *Малин В.Н.* Общая океанология. Часть 2. Динамические процессы. Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, 1999
- [10] Практикум по динамике океана. Под редакцией А.В. Некрасова, Е. Н. Пелиновского. Гидрометеиздат, Санкт-Петербург, 1992
- [11] Шулейкин В.В. Физика моря. М., Наука, 1968

PHỤ LỤC 1: NHỮNG BẢNG HẢI DƯƠNG HỌC DÙNG ĐỂ TÍNH CÁC ĐẶC TRƯNG VẬT LÝ NƯỚC BIỂN

Bảng 1. Hiệu chỉnh $\delta_p \cdot 10^5$ cho thể tích riêng do áp suất (bảng 15 [6])

p	δ_p	p	δ_p	p	δ_p	p	δ_p
0	0	150	-0067	1200	-0532	5000	-2091
10	-0004	200	-0090	1400	-0619	5500	-2283
20	-0009	250	-0112	1500	-0662	6000	-2473
25	-0011	300	-0135	1600	-0705	6500	-2659
30	-0013	400	-0180	1800	-0791	7000	-2843
40	-0018	500	-0224	2000	-0876	7500	-3025
50	-0022	600	-0269	2500	-1087	8000	-3204
60	-0027	700	-0313	3000	-1294	8500	-3381
75	-0034	800	-0357	3500	-1498	9000	-3555
80	-0036	900	-0401	4000	-1698	9500	-3727
100	-0045	1000	-0445	4500	-1896	10000	-3897

Bảng 2.a. Hiệu chỉnh $\delta_{tp} \cdot 10^5$ của thể tích riêng do nhiệt độ và áp suất (bảng 16 [6])

p	$t^\circ\text{C}$ (từ -2 đến 14°C)																
	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
100	-1	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
200	-1	-1	0	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5	5	5
300	-2	-1	0	1	2	2	3	4	4	5	5	6	7	7	8	8	8
400	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	6	7	8	9	9	10	11	11
500	-3	-1	0	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	13	14
600	-3	-2	0	2	3	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	17
700	-4	-2	0	2	4	5	7	8	11	11	13	14	15	16	17	18	19
800	-4	-2	0	2	4	6	8	10	11	13	14	16	17	18	20	21	22
900	-5	-2	0	2	5	7	9	11	13	14	16	18	19	21	22	23	25
1000	-6	-3	0	3	5	7	10	12	14	16	18	20	21	23	24	26	27
1200	-7	-3	0	3	6	9	12	14	17	19	21	23	25	27	29	31	33
1400	-8	-4	0	4	7	10	13	16	19	22	25	27	29	32	34	36	38
1500	-8	-4	0	4	7	11	14	17	21	23	26	29	31	34	36	38	40
1600	-9	-4	0	4	8	12	15	19	22	25	28	31	33	36	38	41	43
1800	-10	-5	0	5	9	13	17	21	24	28	31	34	37	40	43	45	48
2000	-11	-5	0	5	10	14	19	23	27	31	34	38	41	44	47	50	53
2500	-13	-6	0	6	12	18	23	28	33	38	42	47	51	55	58	62	65
3000	-15	-8	0	7	14	21	27	33	39	45	50	55	60	64	69	73	77
3500	-18	-9	0	8	16	24	31	38	45	51	57	63	69	74	79	83	88
4000	-20	-10	0	9	18	27	35	43	50	58	64	71	77	83	89	94	99
4500	-22	-11	0	10	20	30	39	48									
5000	-24	-12	0	11	22	32	42	52									

Bảng 2.b. Hiệu chỉnh $\delta_p \cdot 10^5$ của thể tích riêng do nhiệt độ và áp suất (bảng 16 [6])

p	t° (từ 14 đến 30°C)																
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
100	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
200	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
300	8	9	9	9	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12	13
400	11	12	12	13	13	14	14	14	15	15	15	16	16	16	16	17	17
500	14	15	15	16	16	17	17	18	18	19	19	19	20	20	21	21	21
600	17	17	18	19	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	24	25	25
700	19	20	21	22	23	23	24	25	25	26	26	27	27	28	28	29	29
800	22	23	24	25	26	27	27	28	29	30	30	31	31	32	32	33	33
900	25	26	27	28	29	30	31	32	32	33	34	35	35	36	36	37	37
1000	27	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	38	39	40	40	41	41
1200	33	34	36	37	38	40	41										
1400	38	40	41	43	44	46	47										
1500	40	42	44	46	47	49	50										
1600	43	45	47	49	50	52	54										
1800	48	50	52	54	56	58	60										
2000	53	55	58	60	62	64	66										
2500	65	68															
3000	77	80															
3500	88	92															
4000	99	104															

Bảng 2.c. Hiệu chỉnh $\delta_p \cdot 10^5$ của thể tích riêng do nhiệt độ và áp suất (bảng 16 [6])

p	t° (từ -2,0 đến 5,0°C)															
	-2,0	-1,5	-1,0	-0,5	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	
2000	-11	-08	-05	-03	0	03	05	08	10	12	15	17	19	21	23	
2500	-13	-09	-06	-03	0	03	06	09	12	15	18	21	23	26	28	
3000	-15	-12	-08	-04	0	04	07	11	14	18	21	24	28	31	33	
3500	-18	-14	-09	-04	0	04	08	12	16	20	24	28	32	35	38	
4000	-20	-15	-10	-05	0	05	09	14	18	23	27	31	36	40	43	
4500	-22	-17	-11	-05	0	05	10	15	20	25	30					
5000	-24	-18	-12	-06	0	06	11	17	22	27	32					
6000					0	06	13	19	26							
7000					0	07	15	22	29							
8000					0	08	16	24	32							
9000					0	09	18	26	35							
10000					0	10	19	29	38							

Bảng 3.a. Hiệu chỉnh $\delta_{Sp}.10^5$ của thể tích riêng do độ muối và áp suất (bảng 17 [6])

p	S (từ 0 đến 20 ‰)																				
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1
100	-6	-6	-5	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-3	-3	-2
200	-12	-11	-11	-11	-10	-10	-9	-9	-9	-9	-8	-8	-7	-7	-7	-6	-6	-6	-6	-5	-5
300	-17	-17	-16	-16	-15	-15	-14	-14	-13	-13	-12	-12	-11	-11	-10	-9	-9	-8	-8	-7	-7
400	-23	-22	-22	-21	-20	-19	-19	-18	-17	-17	-16	-15	-15	-14	-13	-13	-12	-11	-11	-10	-9
500	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-16	-15	-14	-13	-12	-12
600	-34	-33	-32	-31	-30	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-14
700	-40	-39	-38	-36	-35	-34	-33	-31	-30	-29	-28	-27	-25	-24	-23	-22	-21	-20	-18	-17	-16
800	-46	-44	-43	-41	-40	-39	-37	-36	-34	-33	-32	-30	-29	-28	-26	-25	-24	-23	-21	-20	-19
900	-51	-50	-48	-46	-45	-43	-42	-40	-39	-37	-36	-34	-33	-31	-29	-28	-27	-25	-24	-22	-21
1000	-57	-55	-53	-51	-50	-48	-46	-45	-43	-41	-39	-38	-36	-34	-33	-31	-29	-28	-26	-25	-23
1200											-47	-45	-43	-41	-39	-37	-35	-33	-32	-30	-28
1400											-55	-52	-50	-48	-45	-43	-41	-39	-37	-34	-32
1500											-58	-56	-53	-51	-48	-46	-44	-41	-39	-37	-34
1600											-63	-59	-57	-54	-52	-49	-47	-44	-41	-39	-36
1800											-70	-67	-64	-61	-58	-55	-52	-49	-46	-44	-41
2000											-77	-74	-71	-67	-64	-61	-58	-54	-51	-48	-45
2500																					-56
3000																					-66

Bảng 3.b. Hiệu chỉnh $\delta_{Sp}.10^5$ của thể tích riêng do độ muối và áp suất (bảng 17 [6])

p	S (từ 20 đến 40 ‰)																				
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
200	-5	-4	-4	-4	-3	-3	-3	-2	-2	-2	-2	-1	-1	-1	0	0	0	1	1	1	2
300	-7	-6	-6	-6	-5	-5	-4	-4	-3	-3	-2	-2	-1	-1	0	0	0	1	1	2	2
400	-9	-9	-8	-7	-7	-6	-6	-5	-4	-4	-3	-2	-2	-1	-1	0	1	1	2	2	3
500	-12	-11	-10	-9	-8	-8	-7	-6	-5	-5	-4	-3	-2	-2	-1	0	1	2	2	3	4
600	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	4
700	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
800	-19	-17	-16	-15	-14	-12	-11	-10	-9	-7	-6	-5	-4	-2	-1	0	1	2	4	5	6
900	-21	-19	-18	-16	-15	-14	-12	-11	-10	-8	-7	-5	-4	-3	-1	0	1	3	4	5	7
1000	-23	-21	-20	-18	-17	-15	-14	-12	-11	-9	-7	-6	-5	-3	-1	0	1	3	4	6	7
1200	-28	-26	-24	-22	-20	-18	-16	-14	-13	-11	-9	-7	-5	-4	-2	0	2	4	5	7	9
1400	-32	-30	-28	-25	-23	-21	-19	-17	-15	-13	-10	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8	10
1500	-34	-32	-29	-27	-25	-23	-20	-18	-16	-13	-11	-9	-7	-4	-2	0	2	4	7	9	11
1600	-36	-34	-31	-29	-26	-24	-22	-19	-17	-14	-12	-9	-7	-5	-2	0	2	5	7	9	12
1800	-41	-38	-35	-33	-30	-27	-24	-21	-19	-16	-13	-11	-8	-5	-3	0	3	5	8	10	13
2000	-45	-42	-39	-36	-33	-30	-27	-24	-21	-18	-15	-12	-9	-6	-3	0	3	6	9	12	14
2500	-56	-52	-48	-44	-40	-37	-33	-29	-26	-22	-18	-14	-11	-7	-4	0	4	7	11	14	18
3000	-66	-62	-57	-52	-48	-44	-39	-35	-30	-26	-22	-17	-13	-9	-4	0	4	9	13	17	21
3500											-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	19	24
4000											-28	-22	-17	-11	-6	0	6	11	17	22	27
4500											-31	-25	-19	-12	-6	0	6	12	18	25	31
5000											-34	-27	-21	-14	-7	0	7	14	20	27	34

Bảng 3.c. Hiệu chỉnh $\delta_{Sp} \cdot 10^5$ của thể tích riêng do độ muối và áp suất (bảng 17 [6])

p	S (từ 34,4 đến 35,2 ‰)				
	34,4	34,6	34,8	35,0	35,2
2000	-02	-01	-01	0	01
2500	-02	-01	-01	0	01
3000	-03	-02	-01	0	01
3500	-03	-02	-01	0	01
4000	-03	-02	-01	0	01
4500	-04	-02	-01	0	01
5000	-04	-03	-01	0	
6000	-05	-03	-02	0	
7000	-06	-04	-02	0	
8000	-06	-04	-02	0	
9000	-07	-04	-02	0	
10000	-07	-05	-02	0	

Bảng 4.a. Hiệu chỉnh $\delta_{Sp} \cdot 10^5$ của thể tích riêng do độ muối, nhiệt độ và áp suất (bảng 18 [6])

S	p	t°															
		-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1000	-2	-1	0	1	2	3	4	5	5	6	7	7	8	11	14	
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1000	-2	-1	0	1	1	2	3	4	4	5	6	6	7	9	11	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1000	-1	-1	0	1	1	2	2	3	4	4	5	5	6	8	9	
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1000	-1	0	0	0	1	1	2	2	3	3	3	4	4	6	7	
	2000	-2	-1	0	1	2	3	4	4	5	6	7	7	8	11	14	
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1000	-1	0	0	0	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	5	
	2000	-2	-1	0	1	1	2	3	3	4	4	5	5	6	8	10	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1000	-1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	
	2000	-1	0	0	1	1	1	2	2	3	3	3	4	4	5	7	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	
	2000	-1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	3	3	
	3000	-1	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4		
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
	2000	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	
	3000	-1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	3		
	4000	-1	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	3	3			
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
	2000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2	
	3000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	2		
	4000	-1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2			
	5000	-1	0	0	0	1	1	1	1								

Bảng 4.b. Hiệu chỉnh $\delta_{Sp} \cdot 10^5$ của thể tích riêng do độ muối, nhiệt độ và áp suất (bảng 18 [6])

S	P	t°														
		-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
	3000	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
	4000	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1		
	5000	-1	0	0	0	1	1	1	1							
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1		
	5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1		
	5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1
	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	
	4000	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1		
	5000	0	0	0	0	0	0	0	-1							
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1
	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1
	3000	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
	4000	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	
	5000	0	0	0	0	0	-1	-1	-1							
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1
	2000	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2
	3000	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	
	4000	1	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-3	
	5000	1	0	0	0	-1	-1	-1	-2							
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1
	2000	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-3
	3000	1	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-3	
	4000	1	0	0	0	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-4	
	5000	1	0	0	0	-1	-1	-2	-2							
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1000	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2
	2000	0	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-3	-3
	3000	1	0	0	0	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-4	
	4000	1	0	0	0	-1	-1	-2	-2	-2	-3	-3	-3	-4	-5	
	5000	1	1	0	-1	-1	-2	-2	-2							

PHỤ LỤC 2: CÁC BẢNG PHỤ TRỢ ĐỂ PHÂN TÍCH ĐIỀU HÒA THEO PHƯƠNG PHÁP HÀNG HẢI

Bảng 1: Trị số của b và B năm 1935

Ngày tháng	b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng 1	-2	0,99	13	0,84	348	1,35	20	1,09
Giêng 11	-2	0,99	17	0,93	343	1,29	30	1,09
Giêng 21	-2	0,99	18	1,04	336	1,21	40	1,09
Giêng 31	-2	0,99	18	1,14	329	1,11	50	1,09
Hai 10	-2	0,99	15	1,22	320	1,00	59	1,09
Hai 20	-2	0,99	12	1,29	309	0,89	69	1,09
Ba 2	-2	0,99	8	1,32	295	0,79	79	1,09
Ba 12	-2	0,99	4	1,33	278	0,74	89	1,09
Ba 22	-2	0,99	-1	1,31	259	0,73	99	1,09
Tư 1	-2	0,99	-5	1,26	241	0,78	109	1,09
Tư 11	-2	0,99	-9	1,19	226	0,86	119	1,09
Tư 21	-2	0,99	-13	1,09	215	0,97	128	1,09
Năm 1	-2	0,99	-15	0,99	205	1,08	138	1,09
Năm 11	-2	0,99	-16	0,87	198	1,19	148	1,09
Năm 21	-2	0,99	-14	0,77	191	1,28	158	1,09
Năm 31	-2	0,99	-9	0,69	185	1,34	168	1,09
Sáu 10	-2	0,99	-1	0,64	180	1,38	178	1,09
Sáu 20	-2	0,99	7	0,65	175	1,39	188	1,09
Sáu 30	-2	0,99	13	0,71	170	1,37	197	1,09
Bảy 10	-2	0,99	17	0,79	164	1,31	207	1,09
Bảy 20	-2	0,99	18	0,89	158	1,24	217	1,09
Bảy 30	-2	0,99	17	0,99	151	1,14	227	1,09
Tám 9	-2	0,99	13	1,09	143	1,03	237	1,09
Tám 19	-2	0,99	9	1,17	132	0,92	247	1,09
Tám 29	-2	0,99	5	1,24	119	0,82	257	1,09
Chín 8	-2	0,99	0	1,28	103	0,75	266	1,09
Chín 18	-2	0,99	-5	1,29	84	0,73	276	1,09
Chín 28	-2	0,99	-9	1,28	66	0,76	286	1,09
Mười 8	-2	0,99	-14	1,24	50	0,84	296	1,09
Mười 18	-2	0,99	-17	1,18	38	0,94	306	1,09
Mười 28	-2	0,99	-19	1,09	28	1,06	316	1,09
Mười một 7	-2	0,99	-20	1,00	20	1,16	326	1,09
Mười một 17	-2	0,99	-18	0,92	13	1,26	335	1,09
Mười một 27	-2	0,99	-14	0,81	7	1,33	345	1,09
Mười hai 7	-2	0,99	-7	0,76	1	1,37	335	1,09
Mười hai 17	-2	0,99	2	0,76	356	1,39	5	1,09
Mười hai 27	-2	0,99	10	0,80	351	1,37	15	1,09
Giêng 6	-2	0,99	15	0,88	346	1,33	25	1,09

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1936

Ngày tháng		b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng	1	-2	1,00	12	0,86	348	1,31	21	1,03
Giêng	11	-2	1,00	16	0,94	342	1,26	31	1,03
Giêng	21	-2	1,00	16	1,04	336	1,17	41	1,03
Giêng	31	-2	1,00	16	1,13	329	1,07	51	1,03
Hai	10	-2	1,00	14	1,21	320	0,96	61	1,03
Hai	20	-2	1,00	11	1,27	309	0,85	71	1,03
Ba	2	-2	1,00	7	1,30	295	0,76	81	1,03
Ba	12	-2	1,00	3	1,31	277	0,70	90	1,03
Ba	22	-2	1,00	-1	1,28	257	0,69	100	1,03
Tư	1	-2	1,00	-5	1,24	240	0,74	110	1,03
Tư	11	-2	1,00	-8	1,15	225	0,83	120	1,03
Tư	21	-2	1,00	-11	1,08	213	0,94	130	1,03
Năm	1	-2	1,00	-13	0,98	204	1,05	140	1,03
Năm	11	-2	1,00	-14	0,88	197	1,16	150	1,03
Năm	21	-2	1,00	-12	0,78	190	1,24	159	1,03
Năm	31	-2	1,00	-8	0,71	185	1,31	169	1,03
Sáu	10	-2	1,00	-1	0,67	180	1,34	179	1,03
Sáu	20	-2	1,00	7	0,67	175	1,35	189	1,33
Sáu	30	-2	1,00	12	0,73	169	1,33	199	1,03
Bảy	10	-2	1,00	16	0,80	164	1,28	209	1,03
Bảy	20	-2	1,00	16	0,89	158	1,20	219	1,03
Bảy	30	-2	1,00	16	0,99	151	1,10	228	1,03
Tám	9	-2	1,00	12	1,08	143	0,99	238	1,03
Tám	19	-2	1,00	8	1,16	132	0,88	248	1,03
Tám	29	-2	1,00	4	1,22	118	0,78	258	1,03
Chín	8	-2	1,00	0	1,25	102	0,71	268	1,03
Chín	18	-2	1,00	-5	1,27	83	0,69	278	1,03
Chín	28	-2	1,00	-9	1,25	65	0,72	288	1,03
Mười	8	-2	1,00	-13	1,22	49	0,80	297	1,03
Mười	18	-2	1,00	-16	1,16	36	0,91	307	1,03
Mười	28	-2	1,00	-18	1,08	26	1,02	317	1,03
Mười một	7	-2	1,00	-18	0,99	19	1,13	327	1,03
Mười một	17	-2	1,00	-17	0,91	12	1,22	337	1,03
Mười một	27	-2	1,00	-13	0,83	6	1,29	347	1,03
Mười hai	7	-2	1,00	-6	0,78	1	1,33	357	1,03
Mười hai	17	-2	1,00	2	0,78	356	1,35	6	1,03
Mười hai	27	-2	1,00	9	0,82	351	1,33	16	1,03
Giêng	6	-2	1,00	14	0,89	346	1,29	26	1,03

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1937

Ngày tháng		b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng	1	-2	1,01	10	0,88	348	1,28	22	0,97
Giêng	11	-2	1,01	14	0,95	342	1,22	32	0,97
Giêng	21	-2	1,01	15	1,04	336	1,14	42	0,97
Giêng	31	-2	1,01	14	1,12	329	1,04	52	0,97
Hai	10	-2	1,01	13	1,19	321	0,93	61	0,97
Hai	20	-2	1,01	10	1,25	309	0,82	71	0,97
Ba	2	-2	1,01	7	1,27	295	0,72	81	0,97
Ba	12	-2	1,01	3	1,28	277	0,66	91	0,97
Ba	22	-2	1,01	-1	1,26	256	0,66	101	0,97
Tư	1	-2	1,01	-4	1,21	239	0,71	111	0,97
Tư	11	-2	1,01	-8	1,14	224	0,80	120	0,97
Tư	21	-2	1,01	-10	1,06	212	0,91	130	0,97
Năm	1	-2	1,01	-12	0,97	202	1,02	140	0,97
Năm	11	-2	1,01	-13	0,88	196	1,12	150	0,97
Năm	21	-2	1,01	-10	0,79	190	1,21	160	0,97
Năm	31	-2	1,01	-6	0,73	184	1,27	170	0,97
Sáu	10	-2	1,01	0	0,69	179	1,31	180	0,97
Sáu	20	-2	1,01	6	0,70	174	1,31	189	0,97
Sáu	30	-2	1,01	11	0,75	169	1,29	199	0,97
Bảy	10	-2	1,01	14	0,81	164	1,24	209	0,97
Bảy	20	-2	1,01	15	0,90	158	1,16	219	0,97
Bảy	30	-2	1,01	13	0,99	151	1,06	229	0,97
Tám	9	-2	1,01	11	1,07	143	0,95	239	0,97
Tám	19	-2	1,01	7	1,14	133	0,84	249	0,97
Tám	29	-2	1,01	3	1,19	118	0,74	258	0,97
Chín	8	-2	1,01	-1	1,23	102	0,67	268	0,97
Chín	18	-2	1,01	-5	1,24	82	0,65	278	0,97
Chín	28	-2	1,01	-9	1,23	63	0,69	288	0,97
Mười	8	-2	1,01	-12	1,19	47	0,77	298	0,97
Mười	18	-2	1,01	-15	1,14	34	0,88	308	0,97
Mười	28	-2	1,01	-17	1,07	25	0,99	317	0,97
Mười một	7	-2	1,01	-17	0,99	18	1,09	327	0,97
Mười một	17	-2	1,01	-15	0,91	11	1,19	337	0,97
Mười một	27	-2	1,01	-11	0,85	5	1,26	347	0,97
Mười hai	7	-2	1,01	-5	0,81	0	1,30	357	0,97
Mười hai	17	-2	1,01	2	0,81	355	1,31	7	0,97
Mười hai	27	-2	1,01	8	0,84	350	1,30	17	0,97
Giêng	6	-2	1,01	12	0,89	345	1,25	27	0,97

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1938

Ngày tháng	b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng 1	-2	1,02	9	0,88	349	1,24	21	0,91
Giêng 11	-2	1,02	13	0,94	344	1,19	31	0,91
Giêng 21	-2	1,02	14	1,03	338	1,11	41	0,91
Giêng 31	-2	1,02	13	1,10	331	1,01	51	0,91
Hai 10	-2	1,02	12	1,17	323	0,99	60	0,91
Hai 20	-2	1,02	10	1,22	312	0,79	70	0,91
Ba 2	-2	1,02	7	1,25	298	0,69	80	0,91
Ba 12	-2	1,02	4	1,26	279	0,63	90	0,91
Ba 22	-2	1,02	0	1,24	258	0,62	100	0,91
Tư 1	-2	1,02	-3	1,20	240	0,67	110	0,91
Tư 11	-2	1,02	-6	1,13	223	0,77	120	0,91
Tư 21	-2	1,02	-9	1,07	211	0,88	129	0,91
Năm 1	-2	1,02	-11	0,98	201	0,99	139	0,91
Năm 11	-2	1,02	-11	0,89	195	1,09	149	0,91
Năm 21	-2	1,02	-10	0,81	190	1,17	159	0,91
Năm 31	-2	1,02	-6	0,75	185	1,23	169	0,91
Sáu 10	-2	1,02	-1	0,71	180	1,27	179	0,91
Sáu 20	-2	1,02	5	0,72	175	1,28	189	0,91
Sáu 30	-2	1,02	9	0,76	170	1,26	198	0,91
Bảy 10	-2	1,02	12	0,81	165	1,21	208	0,91
Bảy 20	-2	1,02	13	0,89	160	1,13	218	0,91
Bảy 30	-2	1,02	12	0,97	153	1,04	228	0,91
Tám 9	-2	1,02	10	1,04	145	0,93	238	0,91
Tám 19	-2	1,02	7	1,12	135	0,82	248	0,91
Tám 29	-2	1,02	4	1,17	121	0,71	258	0,91
Chín 8	-2	1,02	0	1,21	105	0,64	267	0,91
Chín 18	-2	1,02	-4	1,22	84	0,62	277	0,91
Chín 28	-2	1,02	-8	1,21	64	0,65	287	0,91
Mười 8	-2	1,02	-11	1,19	47	0,74	297	0,91
Mười 18	-2	1,02	-14	1,14	33	0,85	307	0,91
Mười 28	-2	1,02	-15	1,07	24	0,96	317	0,91
Mười một 7	-2	1,02	-16	1,00	17	1,07	327	0,91
Mười một 17	-2	1,02	-14	0,93	11	1,15	336	0,91
Mười một 27	-2	1,02	-11	0,87	6	1,22	346	0,91
Mười hai 7	-2	1,02	-6	0,83	1	1,26	356	0,91
Mười hai 17	-2	1,02	1	0,83	356	1,28	6	0,91
Mười hai 27	-2	1,02	6	0,85	352	1,26	16	0,91
Giêng 6	-2	1,02	11	0,90	347	1,22	26	0,91

Bảng 1 (tiếp): Trị số của của b và B năm 1939

Ngày tháng	b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng 1	-1	1,03	8	0,89	351	1,21	19	0,85
Giêng 11	-1	1,03	11	0,94	346	1,16	29	0,85
Giêng 21	-1	1,03	13	1,02	340	1,08	38	0,85
Giêng 31	-1	1,03	13	1,09	334	0,99	48	0,85
Hai 10	-1	1,03	12	1,15	326	0,88	58	0,85
Hai 20	-1	1,03	10	1,20	315	0,76	68	0,85
Ba 2	-1	1,03	7	1,23	301	0,66	78	0,85
Ba 12	-1	1,03	4	1,24	282	0,59	88	0,85
Ba 22	-1	1,03	1	1,22	260	0,58	98	0,85
Tư 1	-1	1,03	-2	1,19	241	0,63	107	0,85
Tư 11	-1	1,03	-5	1,14	223	0,73	117	0,85
Tư 21	-1	1,03	-8	1,07	210	0,85	127	0,85
Năm 1	-1	1,03	-10	0,99	201	0,97	137	0,85
Năm 11	-1	1,03	-10	0,91	195	1,06	147	0,85
Năm 21	-1	1,03	-9	0,83	190	1,14	157	0,85
Năm 31	-1	1,03	-6	0,77	185	1,19	167	0,85
Sáu 10	-1	1,03	-2	0,74	181	1,23	176	0,85
Sáu 20	-1	1,03	3	0,75	176	1,24	186	0,85
Sáu 30	-1	1,03	8	0,77	172	1,22	196	0,85
Bảy 10	-1	1,03	11	0,81	167	1,18	206	0,85
Bảy 20	-1	1,03	12	0,88	162	1,10	216	0,85
Bảy 30	-1	1,03	12	0,95	156	1,01	226	0,85
Tám 9	-1	1,03	10	1,03	148	0,91	235	0,85
Tám 19	-1	1,03	7	1,09	138	0,79	245	0,85
Tám 29	-1	1,03	4	1,15	125	0,69	255	0,85
Chín 8	-1	1,03	0	1,18	107	0,61	265	0,85
Chín 18	-1	1,03	-4	1,20	87	0,58	275	0,85
Chín 28	-1	1,03	-7	1,20	66	0,61	285	0,85
Mười 8	-1	1,03	-10	1,18	47	0,70	295	0,85
Mười 18	-1	1,03	-13	1,14	33	0,82	304	0,85
Mười 28	-1	1,03	-14	1,08	23	0,94	314	0,85
Mười một 7	-1	1,03	-15	1,02	16	1,04	324	0,85
Mười một 17	-1	1,03	-14	0,95	11	1,12	334	0,85
Mười một 27	-1	1,03	-11	0,89	6	1,18	344	0,85
Mười hai 7	-1	1,03	-6	0,85	2	1,22	354	0,85
Mười hai 17	-1	1,03	0	0,84	358	1,24	4	0,85
Mười hai 27	-1	1,03	5	0,86	353	1,23	14	0,85
Giêng 6	-1	1,03	9	0,91	348	1,19	23	0,85

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1940

Ngày tháng	b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng 1	-1	1,04	6	0,88	353	1,20	15	0,82
Giêng 11	-1	1,04	10	0,93	348	1,15	25	0,82
Giêng 21	-1	1,04	12	1,00	343	1,08	35	0,82
Giêng 31	-1	1,04	12	1,06	336	0,99	44	0,82
Hai 10	-1	1,04	12	1,13	329	0,88	54	0,82
Hai 20	-1	1,04	10	1,18	320	0,77	64	0,82
Ba 2	-1	1,04	8	1,21	305	0,66	74	0,82
Ba 12	-1	1,04	5	1,23	287	0,59	84	0,82
Ba 22	-1	1,04	2	1,22	265	0,57	94	0,82
Tư 1	-1	1,04	-1	1,19	245	0,60	104	0,82
Tư 11	-1	1,04	-4	1,15	228	0,70	113	0,82
Tư 21	-1	1,04	-7	1,08	215	0,81	123	0,82
Năm 1	-1	1,04	-9	1,01	205	0,92	133	0,82
Năm 11	-1	1,04	-10	0,93	198	1,02	143	0,82
Năm 21	-1	1,04	-9	0,85	193	1,11	153	0,82
Năm 31	-1	1,04	-7	0,79	188	1,17	163	0,82
Sáu 10	-1	1,04	-3	0,75	183	1,21	173	0,82
Sáu 20	-1	1,04	2	0,73	178	1,23	182	0,82
Sáu 30	-1	1,04	6	0,76	174	1,21	192	0,82
Bảy 10	-1	1,04	10	0,80	169	1,17	202	0,82
Bảy 20	-1	1,04	11	0,86	164	1,10	212	0,82
Bảy 30	-1	1,04	11	0,93	158	1,01	222	0,82
Tám 9	-1	1,04	10	1,01	151	0,91	232	0,82
Tám 19	-1	1,04	7	1,07	141	0,80	242	0,82
Tám 29	-1	1,04	4	1,13	129	0,69	251	0,82
Chín 8	-1	1,04	1	1,17	112	0,60	261	0,82
Chín 18	-1	1,04	-3	1,20	92	0,57	271	0,82
Chín 28	-1	1,04	-6	1,20	71	0,59	281	0,82
Mười 8	-1	1,04	-9	1,18	52	0,67	191	0,82
Mười 18	-1	1,04	-12	1,15	38	0,78	301	0,82
Mười 28	-1	1,04	-13	1,09	28	0,89	311	0,82
Mười một 7	-1	1,04	-14	1,04	20	1,00	320	0,82
Mười một 17	-1	1,04	-13	0,97	14	1,09	330	0,82
Mười một 27	-1	1,04	-11	0,91	9	1,16	340	0,82
Mười hai 7	-1	1,04	-7	0,87	4	1,20	350	0,82
Mười hai 17	-1	1,04	-2	0,85	0	1,23	0	0,82
Mười hai 27	-1	1,04	3	0,86	355	1,22	10	0,82
Giêng 6	-1	1,04	8	0,90	351	1,18	20	0,82

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1941

Ngày tháng	b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng 1	0	1,04	5	0,87	355	1,20	10	0,81
Giêng 11	0	1,04	9	0,91	351	1,15	20	0,81
Giêng 21	0	1,04	12	0,98	345	1,08	30	0,81
Giêng 31	0	1,04	12	1,04	339	0,99	40	0,81
Hai 10	0	1,04	12	1,11	332	0,89	50	0,81
Hai 20	0	1,04	11	1,16	322	0,77	59	0,81
Ba 2	0	1,04	9	1,20	309	0,66	69	0,81
Ba 12	0	1,04	6	1,22	292	0,58	79	0,81
Ba 22	0	1,04	3	1,22	270	0,55	89	0,81
Tư 1	0	1,04	0	1,20	250	0,58	99	0,81
Tư 11	0	1,04	-3	1,16	233	0,66	109	0,81
Tư 21	0	1,04	-6	1,10	220	0,77	119	0,81
Năm 1	0	1,04	-8	1,03	210	0,88	128	0,81
Năm 11	0	1,04	-9	0,95	202	0,98	138	0,81
Năm 21	0	1,04	-9	0,88	196	1,08	148	0,81
Năm 31	0	1,04	-8	0,81	190	1,15	158	0,81
Sáu 10	0	1,04	-4	0,76	186	1,19	168	0,81
Sáu 20	0	1,04	0	0,74	181	1,21	178	0,81
Sáu 30	0	1,04	4	0,76	177	1,20	188	0,81
Bảy 10	0	1,04	8	0,78	172	1,17	197	0,81
Bảy 20	0	1,04	10	0,84	167	1,10	207	0,81
Bảy 30	0	1,04	11	0,91	161	1,02	217	0,81
Tám 9	0	1,04	10	0,98	154	0,91	227	0,81
Tám 19	0	1,04	8	1,05	145	0,80	237	0,81
Tám 29	0	1,04	5	1,13	133	0,69	247	0,81
Chín 8	0	1,04	2	1,16	117	0,60	257	0,81
Chín 18	0	1,04	-2	1,19	97	0,55	266	0,81
Chín 28	0	1,04	-5	1,20	76	0,57	276	0,81
Mười 8	0	1,04	-8	1,19	57	0,63	286	0,81
Mười 18	0	1,04	-11	1,16	43	0,73	296	0,81
Mười 28	0	1,04	-12	1,11	32	0,85	306	0,81
Mười một 7	0	1,04	-14	1,06	24	0,96	316	0,81
Mười một 17	0	1,04	-13	0,99	17	1,05	326	0,81
Mười một 27	0	1,04	-12	0,93	12	1,13	335	0,81
Mười hai 7	0	1,04	-8	0,88	7	1,18	345	0,81
Mười hai 17	0	1,04	-3	0,86	2	1,21	355	0,81
Mười hai 27	0	1,04	2	0,86	358	1,21	5	0,81
Giêng 6	0	1,04	7	0,89	353	1,18	15	0,81

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1942

Ngày tháng	b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng 1	1	1,04	4	0,86	358	1,21	6	0,83
Giêng 11	1	1,04	9	0,89	353	1,17	16	0,83
Giêng 21	1	1,04	11	0,95	348	1,11	25	0,83
Giêng 31	1	1,04	12	1,02	342	1,02	35	0,83
Hai 10	1	1,04	13	1,09	335	0,92	45	0,83
Hai 20	1	1,04	12	1,14	325	0,80	55	0,83
Ba 2	1	1,04	10	1,19	313	0,69	65	0,83
Ba 12	1	1,04	7	1,22	296	0,61	75	0,83
Ba 22	1	1,04	4	1,22	275	0,56	84	0,83
Tư 1	1	1,04	1	1,21	255	0,58	94	0,83
Tư 11	1	1,04	-3	1,17	237	0,65	104	0,83
Tư 21	1	1,04	-6	1,12	223	0,75	114	0,83
Năm 1	1	1,04	-8	1,05	213	0,87	124	0,83
Năm 11	1	1,04	-9	0,97	205	0,98	134	0,83
Năm 21	1	1,04	-10	0,90	199	1,07	144	0,83
Năm 31	1	1,04	-9	0,83	193	1,15	154	0,83
Sáu 10	1	1,04	-6	0,77	188	1,20	163	0,83
Sáu 20	1	1,04	-2	0,74	184	1,22	173	0,83
Sáu 30	1	1,04	3	0,75	179	1,22	183	0,83
Bảy 10	1	1,04	7	0,77	174	1,19	193	0,83
Bảy 20	1	1,04	10	0,82	169	1,13	203	0,83
Bảy 30	1	1,04	11	0,89	164	1,05	213	0,83
Tám 9	1	1,04	10	0,96	157	0,95	222	0,83
Tám 19	1	1,04	9	1,04	148	0,83	232	0,83
Tám 29	1	1,04	6	1,10	137	0,72	242	0,83
Chín 8	1	1,04	3	1,15	122	0,63	252	0,83
Chín 18	1	1,04	-1	1,19	102	0,57	262	0,83
Chín 28	1	1,04	-4	1,20	81	0,57	272	0,83
Mười 8	1	1,04	-7	1,20	62	0,63	282	0,83
Mười 18	1	1,04	-10	1,18	47	0,72	291	0,83
Mười 28	1	1,04	-12	1,13	36	0,84	301	0,83
Mười một 7	1	1,04	-14	1,08	27	0,95	311	0,83
Mười một 17	1	1,04	-14	1,02	20	1,05	321	0,83
Mười một 27	1	1,04	-12	0,95	15	1,13	331	0,83
Mười hai 7	1	1,04	-9	0,89	10	1,19	341	0,83
Mười hai 17	1	1,04	-5	0,86	5	1,22	351	0,83
Mười hai 27	1	1,04	1	0,85	0	1,22	0	0,83
Giêng 6	1	1,04	6	0,87	356	1,20	10	0,83

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1943

Ngày tháng	b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng 1	1	1,03	3	0,84	359	1,25	2	0,87
Giêng 11	1	1,03	8	0,87	354	1,21	12	0,87
Giêng 21	1	1,03	12	0,93	349	1,15	22	0,87
Giêng 31	1	1,03	13	1,00	343	1,06	32	0,87
Hai 10	1	1,03	14	1,07	336	0,96	42	0,87
Hai 20	1	1,03	13	1,14	327	0,85	52	0,87
Ba 2	1	1,03	11	1,19	315	0,73	61	0,87
Ba 12	1	1,03	8	1,22	299	0,65	71	0,87
Ba 22	1	1,03	5	1,23	279	0,60	81	0,87
Tư 1	1	1,03	1	1,22	259	0,61	91	0,87
Tư 11	1	1,03	-2	1,19	241	0,67	101	0,87
Tư 21	1	1,03	-5	1,14	227	0,77	111	0,87
Năm 1	1	1,03	-8	1,07	216	0,88	121	0,87
Năm 11	1	1,03	-10	0,99	208	0,99	130	0,87
Năm 21	1	1,03	-11	0,91	201	1,09	140	0,87
Năm 31	1	1,03	-10	0,83	195	1,17	150	0,87
Sáu 10	1	1,03	-8	0,77	190	1,22	160	0,87
Sáu 20	1	1,03	-3	0,73	185	1,25	170	0,87
Sáu 30	1	1,03	2	0,73	181	1,25	180	0,87
Bảy 10	1	1,03	7	0,74	176	1,22	190	0,87
Bảy 20	1	1,03	10	0,80	171	1,17	199	0,87
Bảy 30	1	1,03	12	0,87	165	1,08	209	0,87
Tám 9	1	1,03	11	0,95	158	0,99	219	0,87
Tám 19	1	1,03	10	1,03	149	0,87	229	0,87
Tám 29	1	1,03	10	1,03	149	0,87	229	0,87
Chín 8	1	1,03	7	1,09	138	0,76	239	0,87
Chín 18	1	1,03	0	1,20	105	0,61	259	0,87
Chín 28	1	1,03	-3	1,22	85	0,60	268	0,87
Mười 8	1	1,03	-7	1,22	66	0,65	278	0,87
Mười 18	1	1,03	-10	1,20	50	0,74	288	0,87
Mười 28	1	1,03	-12	1,16	39	0,85	298	0,87
Mười một 7	1	1,03	-14	1,10	30	0,96	308	0,87
Mười một 17	1	1,03	-15	1,03	23	1,07	318	0,87
Mười một 27	1	1,03	-14	0,96	17	1,15	328	0,87
Mười hai 7	1	1,03	-11	0,90	11	1,21	337	0,87
Mười hai 17	1	1,03	-6	0,85	6	1,25	347	0,87
Mười hai 27	1	1,03	-1	0,84	2	1,25	357	0,87
Giêng 6	1	1,03	5	0,85	357	1,23	7	0,87

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1944

Ngày tháng	b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng 1	2	1,02	2	0,82	1	1,28	0	0,93
Giêng 11	2	1,02	8	0,85	356	1,25	10	0,93
Giêng 21	2	1,02	12	0,91	351	1,19	20	0,93
Giêng 31	2	1,02	14	0,98	345	1,10	30	0,93
Hai 10	2	1,02	15	1,06	337	1,00	40	0,93
Hai 20	2	1,02	14	1,14	328	0,89	50	0,93
Ba 2	2	1,02	12	1,19	317	0,77	59	0,93
Ba 12	2	1,02	9	1,23	302	0,68	69	0,93
Ba 22	2	1,02	6	1,25	282	0,63	79	0,93
Tư 1	2	1,02	2	1,24	263	0,64	89	0,93
Tư 11	2	1,02	-2	1,21	245	0,69	99	0,93
Tư 21	2	1,02	-5	1,16	230	0,79	109	0,93
Năm 1	2	1,02	-9	1,09	219	0,90	119	0,93
Năm 11	2	1,02	-11	1,01	210	1,01	128	0,93
Năm 21	2	1,02	-12	0,93	203	1,11	138	0,93
Năm 31	2	1,02	-12	0,84	197	1,19	148	0,93
Sáu 10	2	1,02	-9	0,77	192	1,25	158	0,93
Sáu 20	2	1,02	-5	0,72	187	1,28	168	0,93
Sáu 30	2	1,02	0	0,71	183	1,29	178	0,93
Bảy 10	2	1,02	6	0,72	177	1,26	188	0,93
Bảy 20	2	1,02	10	0,77	172	1,20	197	0,93
Bảy 30	2	1,02	12	0,85	166	1,12	207	0,93
Tám 9	2	1,02	13	0,93	159	1,03	217	0,93
Tám 19	2	1,02	11	1,02	151	0,92	227	0,93
Tám 29	2	1,02	8	1,10	140	0,80	237	0,93
Chín 8	2	1,02	5	1,16	126	0,70	247	0,93
Chín 18	2	1,02	1	1,21	108	0,64	257	0,93
Chín 28	2	1,02	-2	1,24	88	1,63	266	0,93
Mười 8	2	1,02	-6	1,24	69	0,67	276	0,93
Mười 18	2	1,02	-10	1,22	54	0,76	286	0,93
Mười 28	2	1,02	-13	1,18	42	0,87	296	0,93
Mười một 7	2	1,02	-15	1,12	32	0,98	306	0,93
Mười một 17	2	1,02	-16	1,05	25	1,09	316	0,93
Mười một 27	2	1,02	-15	0,97	19	1,18	326	0,93
Mười hai 7	2	1,02	-12	0,90	13	1,24	335	0,93
Mười hai 17	2	1,02	-8	0,85	8	1,28	345	0,93
Mười hai 27	2	1,02	-2	0,82	3	1,29	355	0,93
Giêng 6	2	1,02	5	0,83	359	1,27	5	0,93

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1945

Ngày tháng	b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng 1	2	1,01	2	0,80	1	1,32	0	0,99
Giêng 11	2	1,01	9	0,82	356	1,28	10	0,99
Giêng 21	2	1,01	13	0,89	350	1,22	20	0,99
Giêng 31	2	1,01	15	0,97	344	1,14	30	0,99
Hai 10	2	1,01	16	1,06	337	1,04	40	0,99
Hai 20	2	1,01	15	1,14	328	0,92	49	0,99
Ba 2	2	1,01	13	1,21	316	0,81	59	0,99
Ba 12	2	1,01	10	1,25	301	0,72	69	0,99
Ba 22	2	1,01	6	1,27	282	0,67	79	0,99
Tư 1	2	1,01	2	1,27	263	0,67	89	0,99
Tư 11	2	1,01	-2	1,24	245	0,73	99	0,99
Tư 21	2	1,01	-6	1,18	231	0,82	109	0,99
Năm 1	2	1,01	-9	1,11	220	0,94	118	0,99
Năm 11	2	1,01	-12	1,03	211	1,05	128	0,99
Năm 21	2	1,01	-14	0,93	204	1,15	138	0,99
Năm 31	2	1,01	-13	0,84	198	1,23	148	0,99
Sáu 10	2	1,01	-11	0,75	192	1,29	158	0,99
Sáu 20	2	1,01	-6	0,70	187	1,32	168	0,99
Sáu 30	2	1,01	0	0,69	182	1,32	178	0,99
Bảy 10	2	1,01	7	0,70	177	1,30	187	0,99
Bảy 20	2	1,01	12	0,76	172	1,24	197	0,99
Bảy 30	2	1,01	14	0,84	166	1,16	207	0,99
Tám 9	2	1,01	14	0,93	159	1,06	217	0,99
Tám 19	2	1,01	12	1,02	150	0,95	227	0,99
Tám 29	2	1,01	9	1,11	139	0,84	237	0,99
Chín 8	2	1,01	6	1,18	125	0,74	247	0,99
Chín 18	2	1,01	2	1,23	108	0,68	256	0,99
Chín 28	2	1,01	-2	1,26	88	0,67	266	0,99
Mười 8	2	1,01	-6	1,26	70	0,71	276	0,99
Mười 18	2	1,01	-10	1,24	55	0,80	286	0,99
Mười 28	2	1,01	-13	1,20	42	0,91	296	0,99
Mười một 7	2	1,01	-16	1,14	33	1,02	306	0,99
Mười một 17	2	1,01	-17	1,06	25	1,22	316	0,99
Mười một 27	2	1,01	-16	0,97	19	1,21	325	0,99
Mười hai 7	2	1,01	-14	0,89	14	1,28	335	0,99
Mười hai 17	2	1,01	-8	0,83	8	1,31	345	0,99
Mười hai 27	2	1,01	-2	0,80	3	1,32	355	0,99
Giêng 6	2	1,01	5	0,81	358	1,30	5	0,99

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1946

Ngày tháng	b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng 1	2	0,99	2	0,77	1	1,36	1	1,06
Giêng 11	2	0,99	10	0,80	355	1,32	11	1,06
Giêng 21	2	0,99	15	0,88	350	1,26	21	1,06
Giêng 31	2	0,99	17	0,97	343	1,17	31	1,06
Hai 10	2	0,99	18	1,06	336	1,07	40	1,06
Hai 20	2	0,99	16	1,15	327	0,96	50	1,06
Ba 2	2	0,99	14	1,22	315	0,85	60	1,06
Ba 12	2	0,99	10	1,27	300	0,76	70	1,06
Ba 22	2	0,99	6	1,29	282	0,71	80	1,06
Tư 1	2	0,99	2	1,29	264	0,71	90	1,06
Tư 11	2	0,99	-2	1,26	246	0,77	100	1,06
Tư 21	2	0,99	-7	1,21	232	0,86	109	1,06
Năm 1	2	0,99	-10	1,13	220	0,97	119	1,06
Năm 11	2	0,99	-13	1,04	212	1,08	129	1,06
Năm 21	2	0,99	-15	1,93	204	1,19	139	1,06
Năm 31	2	0,99	-15	1,83	198	1,27	149	1,06
Sáu 10	2	0,99	-13	0,74	192	1,33	159	1,06
Sáu 20	2	0,99	-7	0,68	187	1,36	169	1,06
Sáu 30	2	0,99	0	0,66	182	1,36	178	1,06
Bảy 10	2	0,99	8	0,68	177	1,34	188	1,06
Bảy 20	2	0,99	13	0,74	171	1,28	198	1,06
Bảy 30	2	0,99	16	0,83	165	1,20	208	1,06
Tám 9	2	0,99	16	0,93	158	1,10	218	1,06
Tám 19	2	0,99	14	1,03	149	0,99	228	1,06
Tám 29	2	0,99	11	1,12	138	0,88	238	1,06
Chín 8	2	0,99	7	1,20	125	0,78	247	1,06
Chín 18	2	0,99	2	1,25	107	0,72	257	1,06
Chín 28	2	0,99	-2	1,28	89	0,70	267	1,06
Mười 8	2	0,99	-6	1,29	70	0,75	277	1,06
Mười 18	2	0,99	-10	1,27	55	0,83	287	1,06
Mười 28	2	0,99	-14	1,22	43	0,94	297	1,06
Mười một 7	2	0,99	-17	1,15	34	1,05	307	1,06
Mười một 17	2	0,99	-18	1,07	26	1,16	316	1,06
Mười một 27	2	0,99	-18	0,97	19	1,25	326	1,06
Mười hai 7	2	0,99	-15	0,88	14	1,32	336	1,06
Mười hai 17	2	0,99	-10	0,81	8	1,35	346	1,06
Mười hai 27	2	0,99	-3	0,77	3	1,36	356	1,06
Giêng 6	2	0,99	6	0,78	358	1,34	6	1,06

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1947

Ngày tháng	b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng 1	2	0,98	3	0,75	359	1,38	3	1,11
Giêng 11	2	0,98	12	0,79	354	1,35	13	1,11
Giêng 21	2	0,98	16	0,88	348	1,28	22	1,11
Giêng 31	2	0,98	18	0,98	342	1,19	32	1,11
Hai 10	2	0,98	19	1,09	334	1,09	42	1,11
Hai 20	2	0,98	17	1,18	324	0,98	52	1,11
Ba 2	2	0,98	14	1,25	313	0,87	62	1,11
Ba 12	2	0,98	10	1,30	298	0,78	72	1,11
Ba 22	2	0,98	6	1,32	279	0,76	81	1,11
Tư 1	2	0,98	1	1,31	261	0,74	91	1,11
Tư 11	2	0,98	-3	1,28	244	0,80	101	1,11
Tư 21	2	0,98	-8	1,22	230	0,90	111	1,11
Năm 1	2	0,98	-12	1,13	219	1,01	121	1,11
Năm 11	2	0,98	-15	1,02	210	1,12	131	1,11
Năm 21	2	0,98	-17	0,92	203	1,22	141	1,11
Năm 31	2	0,98	-16	0,81	197	1,30	151	1,11
Sáu 10	2	0,98	-13	0,71	191	1,36	160	1,11
Sáu 20	2	0,98	-7	0,65	186	1,39	170	1,11
Sáu 30	2	0,98	2	0,64	181	1,39	180	1,11
Bảy 10	2	0,98	10	0,66	175	1,36	190	1,11
Bảy 20	2	0,98	15	0,74	170	1,30	200	1,11
Bảy 30	2	0,98	17	0,84	163	1,22	210	1,11
Tám 9	2	0,98	17	0,95	156	1,12	219	1,11
Tám 19	2	0,98	15	1,06	147	1,01	229	1,11
Tám 29	2	0,98	11	1,15	136	0,89	239	1,11
Chín 8	2	0,98	7	1,23	122	0,80	249	1,11
Chín 18	2	0,98	2	1,28	105	0,74	259	1,11
Chín 28	2	0,98	-3	1,31	86	0,74	269	1,11
Mười 8	2	0,98	-7	1,31	69	0,78	279	1,11
Mười 18	2	0,98	-12	1,28	54	0,87	288	1,11
Mười 28	2	0,98	-15	1,23	42	0,98	298	1,11
Mười một 7	2	0,98	-18	1,15	33	1,09	308	1,11
Mười một 17	2	0,98	-20	1,05	25	1,20	318	1,11
Mười một 27	2	0,98	-19	0,95	18	1,28	328	1,11
Mười hai 7	2	0,98	-16	0,85	13	1,35	338	1,11
Mười hai 17	2	0,98	-10	0,78	7	1,39	348	1,11
Mười hai 27	2	0,98	-1	0,75	2	1,39	357	1,11
Giêng 6	2	0,98	8	0,77	357	1,37	7	1,11

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1948

Ngày tháng	b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng 1	1	0,97	5	0,73	358	1,41	5	1,15
Giêng 11	1	0,97	14	0,79	353	1,37	15	1,15
Giêng 21	1	0,97	18	0,89	347	1,30	25	1,15
Giêng 31	1	0,97	20	1,00	340	1,21	35	1,15
Hai 10	1	0,97	20	1,11	332	1,11	44	1,15
Hai 20	1	0,97	17	1,21	322	1,00	54	1,15
Ba 2	1	0,97	14	1,28	310	0,89	64	1,15
Ba 12	1	0,97	10	1,33	295	0,80	74	1,15
Ba 22	1	0,97	5	1,35	277	0,76	84	1,15
Tư 1	1	0,97	0	1,34	259	0,78	94	1,15
Tư 11	1	0,97	-5	1,29	243	0,84	104	1,15
Tư 21	1	0,97	-9	1,22	229	0,93	113	1,15
Năm 1	1	0,97	-13	1,13	218	1,05	123	1,15
Năm 11	1	0,97	-16	1,02	209	1,16	133	1,15
Năm 21	1	0,97	-18	0,90	202	1,26	143	1,15
Năm 31	1	0,97	-18	0,78	196	1,34	153	1,15
Sáu 10	1	0,97	-14	0,68	190	1,39	163	1,15
Sáu 20	1	0,97	-7	0,62	185	1,42	173	1,15
Sáu 30	1	0,97	3	0,62	179	1,42	182	1,15
Bảy 10	1	0,97	13	0,65	174	1,39	192	1,15
Bảy 20	1	0,97	18	0,74	168	1,32	202	1,15
Bảy 30	1	0,97	19	0,85	162	1,24	212	1,15
Tám 9	1	0,97	18	0,97	154	1,14	222	1,15
Tám 19	1	0,97	15	1,08	145	1,03	232	1,15
Tám 29	1	0,97	11	1,18	134	0,91	242	1,15
Chín 8	1	0,97	7	1,26	119	0,82	251	1,15
Chín 18	1	0,97	2	1,31	102	0,77	261	1,15
Chín 28	1	0,97	-3	1,33	84	0,77	271	1,15
Mười 8	1	0,97	-8	1,33	67	0,82	281	1,15
Mười 18	1	0,97	-13	1,30	52	0,91	191	1,15
Mười 28	1	0,97	-17	1,23	41	1,02	301	1,15
Mười một 7	1	0,97	-20	1,15	32	1,13	311	1,15
Mười một 17	1	0,97	-21	1,04	24	1,23	320	1,15
Mười một 27	1	0,97	-20	0,93	17	1,32	330	1,15
Mười hai 7	1	0,97	-17	0,82	11	1,38	340	1,15
Mười hai 17	1	0,97	-10	0,75	6	1,42	350	1,15
Mười hai 27	1	0,97	0	0,72	1	1,42	0	1,15
Giêng 6	1	0,97	10	0,75	356	1,39	10	1,15

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1949

Ngày tháng	b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng 1	1	0,97	8	0,73	356	1,42	8	1,17
Giêng 11	1	0,97	16	0,81	350	1,37	18	1,17
Giêng 21	1	0,97	19	0,91	344	1,30	27	1,17
Giêng 31	1	0,97	20	1,03	338	1,21	37	1,17
Hai 10	1	0,97	19	1,14	330	1,11	47	1,17
Hai 20	1	0,97	17	1,24	320	0,99	57	1,17
Ba 2	1	0,97	13	1,31	307	0,89	67	1,17
Ba 12	1	0,97	9	1,35	292	0,81	77	1,17
Ba 22	1	0,97	4	1,36	274	0,77	87	1,17
Tư 1	1	0,97	-1	1,34	256	0,79	96	1,17
Tư 11	1	0,97	-6	1,29	240	0,86	106	1,17
Tư 21	1	0,97	-11	1,21	227	0,96	116	1,17
Năm 1	1	0,97	-15	1,11	216	1,07	126	1,17
Năm 11	1	0,97	-18	1,00	207	1,18	136	1,17
Năm 21	1	0,97	-19	0,87	200	1,28	146	1,17
Năm 31	1	0,97	-17	0,75	194	1,36	156	1,17
Sáu 10	1	0,97	-13	0,66	188	1,41	165	1,17
Sáu 20	1	0,97	-4	0,60	183	1,43	175	1,17
Sáu 30	1	0,97	6	0,62	178	1,43	185	1,17
Bảy 10	1	0,97	15	0,67	172	1,39	195	1,17
Bảy 20	1	0,97	19	0,77	166	1,33	205	1,17
Bảy 30	1	0,97	20	0,88	159	1,24	215	1,77
Tám 9	1	0,97	18	1,00	152	1,13	225	1,17
Tám 19	1	0,97	15	1,11	142	1,02	234	1,17
Tám 29	1	0,97	10	1,21	131	0,91	244	1,17
Chín 8	1	0,97	6	1,28	116	0,82	254	1,17
Chín 18	1	0,97	0	1,38	99	0,78	264	1,17
Chín 28	1	0,97	-5	1,34	81	0,78	274	1,17
Mười 8	1	0,97	-10	1,38	64	0,84	284	1,17
Mười 18	1	0,97	-14	1,29	50	0,93	294	1,17
Mười 28	1	0,97	-18	1,21	39	1,04	303	1,17
Mười một 7	1	0,97	-21	1,12	30	1,15	313	1,17
Mười một 17	1	0,97	-22	1,01	22	1,25	323	1,17
Mười một 27	1	0,97	-20	0,89	15	1,34	333	1,17
Mười hai 7	1	0,97	-16	0,79	10	1,40	343	1,17
Mười hai 17	1	0,97	-8	0,73	4	1,43	353	1,17
Mười hai 27	1	0,97	2	0,71	359	1,43	3	1,17
Giêng 6	1	0,97	12	0,77	354	1,40	12	1,17

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1950

Ngày tháng		b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng	1	0	0,96	10	0,74	354	1,42	11	1,18
Giêng	11	0	0,96	18	0,82	348	1,38	20	1,18
Giêng	21	0	0,96	21	0,94	342	1,31	30	1,18
Giêng	31	0	0,96	21	1,06	335	1,21	40	1,18
Hai	10	0	0,96	19	1,18	327	1,10	50	1,18
Hai	20	0	0,96	16	1,17	317	0,99	60	1,18
Ba	2	0	0,96	12	1,33	304	0,88	70	1,18
Ba	12	0	0,96	8	1,37	288	0,81	80	1,18
Ba	22	0	0,96	3	1,37	270	0,78	89	1,18
Tư	1	0	0,96	-2	1,34	253	0,81	99	1,18
Tư	11	0	0,96	-7	1,28	237	0,88	109	1,18
Tư	21	0	0,96	-12	1,20	224	0,98	119	1,18
Năm	1	0	0,96	-16	1,09	214	1,09	129	1,18
Năm	11	0	0,96	-18	0,97	205	1,20	139	1,18
Năm	21	0	0,96	-19	0,84	198	1,30	149	1,18
Năm	31	0	0,96	-17	0,72	192	1,37	158	1,18
Sáu	10	0	0,96	-11	0,63	186	1,42	168	1,18
Sáu	20	0	0,96	-1	0,58	181	1,44	178	1,18
Sáu	30	0	0,96	9	0,62	176	1,43	188	1,18
Bảy	10	0	0,96	17	1,68	170	1,39	198	1,18
Bảy	20	0	0,96	21	0,79	164	1,33	208	1,18
Bảy	30	0	0,96	21	0,91	157	1,24	218	1,18
Tám	9	0	0,96	18	1,03	149	1,13	227	1,18
Tám	19	0	0,96	14	1,14	140	1,02	237	1,18
Tám	29	0	0,96	10	1,24	128	0,91	247	1,18
Chín	8	0	0,96	5	1,30	113	0,83	257	1,18
Chín	18	0	0,96	-1	1,34	95	0,78	267	1,18
Chín	28	0	0,96	-6	1,35	77	0,80	277	1,18
Mười	8	0	0,96	-11	1,33	61	0,86	287	1,18
Mười	18	0	0,96	-16	1,28	47	0,95	296	1,18
Mười	28	0	0,96	-19	1,20	36	1,06	306	1,18
Mười một	7	0	0,96	-22	1,10	28	1,17	316	1,18
Mười một	17	0	0,96	-22	0,98	20	1,28	326	1,18
Mười một	27	0	0,96	-20	0,86	14	1,36	336	1,18
Mười hai	7	0	0,96	-15	0,76	8	1,41	346	1,18
Mười hai	17	0	0,96	-6	0,71	2	1,44	356	1,18
Mười hai	27	0	0,96	5	0,71	357	1,44	5	1,18
Giêng	6	0	0,96	14	0,78	352	1,41	15	1,18

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1951

Ngày tháng	b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng 1	-1	0,96	12	0,76	352	1,41	13	1,18
Giêng 11	-1	0,96	18	0,86	347	1,36	23	1,18
Giêng 21	-1	0,96	20	0,97	340	1,29	33	1,18
Giêng 31	-1	0,96	20	1,10	333	1,19	43	1,18
Hai 10	-1	0,96	18	1,20	325	1,08	53	1,18
Hai 20	-1	0,96	15	1,28	314	0,97	63	1,18
Ba 2	-1	0,96	11	1,34	301	0,87	73	1,18
Ba 12	-1	0,96	6	1,37	285	0,80	82	1,18
Ba 22	-1	0,96	1	1,36	267	0,77	92	1,18
Tư 1	-1	0,96	-4	1,32	249	0,81	102	1,18
Tư 11	-1	0,96	-8	1,26	234	0,88	112	1,18
Tư 21	-1	0,96	-13	1,17	221	0,99	122	1,18
Năm 1	-1	0,96	-16	0,06	211	1,10	132	1,18
Năm 11	-1	0,96	-18	0,94	203	1,21	142	1,18
Năm 21	-1	0,96	-18	0,81	196	1,30	151	1,18
Năm 31	-1	0,96	-15	0,70	190	1,37	161	1,18
Sáu 10	-1	0,96	-8	0,62	184	1,42	171	1,18
Sáu 20	-1	0,96	2	0,60	179	1,43	181	1,18
Sáu 30	-1	0,96	11	0,64	174	1,42	191	1,18
Bảy 10	-1	0,96	18	0,71	168	1,38	201	1,18
Bảy 20	-1	0,96	20	0,82	162	1,31	211	1,18
Bảy 30	-1	0,96	20	0,94	155	1,22	220	1,18
Tám 9	-1	0,96	17	1,06	147	1,11	230	1,18
Tám 19	-1	0,96	13	1,16	137	1,00	240	1,18
Tám 29	-1	0,96	8	1,24	125	0,89	250	1,18
Chín 8	-1	0,96	3	1,30	110	0,81	260	1,18
Chín 18	-1	0,96	-2	1,34	92	0,78	270	1,18
Chín 28	-1	0,96	-7	1,34	74	0,79	280	1,18
Mười 8	-1	0,96	-12	1,31	58	0,86	289	1,18
Mười 18	-1	0,96	-16	1,25	44	0,96	299	1,18
Mười 28	-1	0,96	-20	1,17	34	0,97	309	1,18
Mười một 7	-1	0,96	-22	1,06	25	1,17	319	1,18
Mười một 17	-1	0,96	-22	0,95	18	1,28	329	1,18
Mười một 27	-1	0,96	-19	0,84	22	1,36	339	1,18
Mười hai 7	-1	0,96	-13	0,75	6	1,41	349	1,18
Mười hai 17	-1	0,96	-3	0,71	0	1,43	358	1,18
Mười hai 27	-1	0,96	7	0,73	355	1,43	8	1,18
Giêng 6	-1	0,96	15	0,81	350	1,39	18	1,18

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1952

Ngày tháng		b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng	1	-1	0,97	13	0,79	350	1,40	16	1,16
Giêng	11	-1	0,97	19	0,89	345	1,35	26	1,16
Giêng	21	-1	0,97	20	1,01	338	1,27	36	1,16
Giêng	31	-1	0,97	19	1,12	331	1,17	46	1,16
Hai	10	-1	0,97	17	1,22	323	1,06	56	1,16
Hai	20	-1	0,97	14	1,30	312	0,95	65	1,16
Ba	2	-1	0,97	9	1,35	298	0,85	75	1,16
Ba	12	-1	0,97	5	1,36	282	0,78	85	1,16
Ba	22	-1	0,97	0	1,35	263	0,77	95	1,16
Tư	1	-1	0,97	-5	1,30	246	0,81	105	1,16
Tư	11	-1	0,97	-9	1,23	231	0,89	115	1,16
Tư	21	-1	0,97	-13	1,14	219	0,99	125	1,16
Năm	1	-1	0,97	-16	1,02	209	1,11	134	1,16
Năm	11	-1	0,97	-18	0,90	201	1,21	144	1,16
Năm	21	-1	0,97	-17	0,78	194	1,30	154	1,16
Năm	31	-1	0,97	-13	0,68	188	1,37	164	1,16
Sáu	10	-1	0,97	-5	0,62	183	1,41	174	1,16
Sáu	20	-1	0,97	5	0,61	177	1,43	184	1,16
Sáu	30	-1	0,97	13	0,66	172	1,41	194	1,16
Bảy	10	-1	0,97	19	1,75	166	1,36	203	1,16
Bảy	20	-1	0,97	20	0,86	160	1,29	213	1,16
Bảy	30	-1	0,97	19	0,97	153	1,20	223	1,16
Tám	9	-1	0,97	16	1,08	145	1,09	233	1,16
Tám	19	-1	0,97	12	1,18	135	0,97	243	1,16
Tám	29	-1	0,97	7	1,26	122	0,87	253	1,16
Chín	8	-1	0,97	2	1,31	106	0,80	263	1,16
Chín	18	-1	0,97	-4	1,33	88	0,76	272	1,16
Chín	28	-1	0,97	-9	1,32	71	0,79	282	1,16
Mười	8	-1	0,97	-13	1,29	55	0,86	292	1,16
Mười	18	-1	0,97	-17	1,22	42	0,96	302	1,16
Mười	28	-1	0,97	-20	1,13	31	1,08	312	1,16
Mười một	7	-1	0,97	-22	1,03	23	1,19	322	1,16
Mười một	17	-1	0,97	-21	0,92	16	1,28	332	1,16
Mười một	27	-1	0,97	-17	0,81	10	1,36	341	1,16
Mười hai	7	-1	0,97	-10	0,74	4	1,41	351	1,16
Mười hai	17	-1	0,97	0	0,72	359	1,43	1	1,16
Mười hai	27	-1	0,97	9	0,75	353	1,42	11	1,16
Giêng	6	-1	0,97	16	0,84	348	1,38	21	1,16

Bảng 1 (tiếp): Trị số của b và B năm 1953

Ngày tháng		b	B	b	B	b	B	b	B
Giêng	1	-2	0,98	13	0,82	349	1,37	19	1,12
Giêng	11	-2	0,98	18	0,91	343	1,31	29	1,12
Giêng	21	-2	0,98	19	1,02	337	1,23	38	1,12
Giêng	31	-2	0,98	17	1,13	330	1,13	48	1,12
Hai	10	-2	0,98	16	1,22	321	1,02	58	1,12
Hai	20	-2	0,98	12	1,29	310	0,91	68	1,12
Ba	2	-2	0,98	8	1,33	296	0,81	78	1,12
Ba	12	-2	0,98	4	1,34	279	0,75	88	1,12
Ba	22	-2	0,98	-1	1,32	260	0,74	97	1,12
Tư	1	-2	0,98	-5	1,28	243	0,79	107	1,12
Tư	11	-2	0,98	-9	1,20	228	0,87	117	1,12
Tư	21	-2	0,98	-13	1,11	216	0,98	127	1,12
Năm	1	-2	0,98	-15	1,00	208	1,09	137	1,12
Năm	11	-2	0,98	-16	0,89	199	1,20	147	1,12
Năm	21	-2	0,98	-14	0,77	192	1,29	157	1,12
Năm	31	-2	0,98	-10	0,68	186	1,35	167	1,12
Sáu	10	-2	0,98	-3	0,63	181	1,39	176	1,12
Sáu	20	-2	0,98	6	0,63	176	1,40	186	1,12
Sáu	30	-2	0,98	13	0,69	171	1,38	196	1,12
Bảy	10	-2	0,98	18	0,77	165	1,33	206	1,12
Bảy	20	-2	0,98	19	0,88	159	1,26	216	1,12
Bảy	30	-2	0,98	17	0,99	152	1,16	226	1,12
Tám	9	-2	0,98	14	1,09	144	1,05	235	1,12
Tám	19	-2	0,98	10	1,18	133	0,94	245	1,12
Tám	29	-2	0,98	5	1,24	120	0,84	255	1,12
Chín	8	-2	0,98	1	1,29	104	0,76	265	1,12
Chín	18	-2	0,98	-4	1,31	86	0,74	275	1,12
Chín	28	-2	0,98	-9	1,29	68	0,77	285	1,12
Mười	8	-2	0,98	-13	1,26	52	0,85	295	1,12
Mười	18	-2	0,98	-17	1,19	39	0,95	304	1,12
Mười	28	-2	0,98	-20	1,11	29	1,06	314	1,12
Mười một	7	-2	0,98	-21	1,01	21	1,17	324	1,12
Mười một	17	-2	0,98	-19	0,91	14	1,26	334	1,12
Mười một	27	-2	0,98	-15	0,81	8	1,34	344	1,12
Mười hai	7	-2	0,98	-8	0,75	2	1,39	354	1,12
Mười hai	17	-2	0,98	1	0,74	357	1,40	4	1,12
Mười hai	27	-2	0,98	9	0,78	352	1,38	13	1,12
Giêng	6	-2	0,98	15	0,86	347	1,35	23	1,12

Bảng 1 (tiếp)
Sự tương xứng giữa các năm

Những năm trước 1935		Năm trong bảng 1	Những năm sau 1953		
–	1916	1935	1954	–	1991
–	17	1936	55	1973	92
1900	18	1937	56	74	93
01	19	1938	57	75	94
02	20	1939	58	76	95
03	21	1940	59	77	96
04	22	1941	60	78	97
05	23	1942	61	79	98
06	24	1943	62	80	99
07	25	1944	63	81	2000
08	26	1945	64	82	–
09	27	1946	65	83	–
10	28	1947	66	84	–
11	29	1948	67	85	–
12	30	1949	68	86	–
13	31	1950	69	87	–
14	32	1951	70	88	–
15	33	1952	71	89	–
–	34	1953	72	90	–

Bảng 2
Hiệu chỉnh c đối với các sóng M_2 và O_1 phụ thuộc thời gian thượng đỉnh mặt trăng

Phút	Giờ												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0	29	58	87	116	145	174	203	232	261	290	319	348
2	1	30	59	88	117	146	175	204	233	262	291	320	349
4	2	31	60	89	118	147	176	205	234	263	292	321	350
6	3	32	61	90	119	148	177	206	235	264	293	322	351
8	4	33	62	91	120	149	178	207	236	265	294	323	352
10	5	34	63	92	121	150	179	208	237	266	295	324	353
12	6	35	64	93	122	151	180	209	238	267	296	325	354
14	7	36	65	94	123	152	181	210	239	268	297	326	355
16	8	37	66	95	124	153	182	211	240	269	298	327	356
18	9	38	67	96	125	154	183	212	241	270	299	328	357
20	10	39	68	97	126	155	184	213	242	271	300	329	358

Ghi chú: Nếu thời gian thượng đỉnh mặt trăng lớn hơn 13 giờ thì trừ đi 12 giờ 25 phút
Hiệu chỉnh c của sóng $S_2 = 0$ và hiệu chỉnh c của sóng K_1 bằng hiệu chỉnh sóng M_2

Bảng 2 (tiếp)
Hiệu chỉnh c đối với các sóng M_2 và O_1 phụ thuộc thời gian thượng đỉnh mặt trăng

Phút	Giờ												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22	11	40	69	98	127	156	185	214	243	272	301	330	359
24	12	41	70	99	128	157	186	215	244	273	302	331	360
26	13	42	71	100	129	158	187	216	245	274	303	332	361
28	14	43	72	101	130	159	188	217	246	275	304	333	362
30	15	44	73	102	131	160	189	218	247	276	305	334	363
32	16	45	74	103	132	161	190	219	248	277	306	335	364
34	17	46	75	104	133	162	191	220	249	278	307	336	365
36	18	47	76	105	134	163	192	221	250	279	308	337	366
38	19	48	77	106	135	164	193	222	251	280	309	338	367
40	20	49	78	107	136	165	194	223	252	281	310	339	368
42	21	50	79	108	137	166	195	224	253	282	311	340	369
44	22	51	80	109	138	167	196	225	254	283	312	341	370
46	23	52	81	110	139	168	197	226	255	284	313	342	371
48	24	53	82	111	140	169	198	227	256	285	314	343	372
50	25	54	83	112	141	170	199	228	257	286	315	344	373
52	26	55	84	113	142	171	200	229	258	287	316	345	374
54	27	56	85	114	143	172	201	230	259	288	317	346	375
56	28	57	86	115	144	173	202	231	260	289	318	347	376
58	29	58	87	116	145	174	203	232	261	290	319	348	377
60	29	58	87	116	145	174	203	232	261	290	319	348	377

Bảng 3. Hiệu chỉnh C theo thị sai mặt trăng

Thị sai, p	M_2	S_2	K_1	O_1
52'	0,76	1,00	0,86	0,76
53'	0,80	1,00	0,86	0,80
54'	0,85	1,00	0,90	0,85
55'	0,90	1,00	0,93	0,90
56'	0,95	1,00	0,97	0,95
57'	1,00	1,00	1,00	1,00
58'	1,05	1,00	1,03	1,05
59'	1,11	1,00	1,07	1,11
60'	1,16	1,00	1,11	1,16
61'	1,22	1,00	1,15	1,22
62'	1,28	1,00	1,19	1,28

Bảng 4. Hiệu chỉnh chu kỳ S_2

d D	S_2								
	0 360	90 270	120 240	130 230	140 220	150 210	160 200	170 190	180 180
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,2	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
0,2	0,3	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,5	-0,5	-0,4
0,3	0,4	0,2	-0,1	-0,3	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8	-0,8
0,4	0,5	0,3	-0,2	-0,3	-0,5	-0,8	-1,0	-1,2	-1,4
0,5	0,6	0,4	-0,1	-0,2	-0,5	-1,0	-1,4	-1,8	-2,0
0,6	0,7	0,5	0,2	-0,1	0,5	-1,1	-1,8	-2,5	-2,9
0,7	0,8	0,6	0,3	0,1	-0,2	-1,1	-1,9	-3,6	-4,3
0,8	0,9	0,7	0,6	0,4	0,1	-0,5	-2,0	-4,9	-6,7
0,9	1,0	0,8	0,8	0,7	0,5	0,1	-1,0	-6,4	-11,0
1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,4	1,8	2,9	8,7	13,7
1,2	1,1	1,2	1,4	1,5	1,8	2,3	3,8	7,5	10,0
1,3	1,2	1,3	1,5	1,7	2,0	2,8	4,1	6,4	8,0
1,4	1,2	1,3	1,6	1,9	2,2	2,9	4,1	5,8	6,7
1,5	1,2	1,3	1,7	2,0	2,4	3,1	4,0	5,2	5,9
1,6	1,2	1,4	1,8	2,1	2,5	3,2	3,9	4,8	5,3
1,7	1,3	1,4	1,9	2,2	2,5	3,1	3,8	4,5	4,9
1,8	1,3	1,5	2,0	2,2	2,5	3,1	3,7	4,3	4,5
1,9	1,3	1,5	2,0	2,2	2,5	3,1	3,6	4,1	4,3
2,0	1,4	1,6	2,1	2,2	2,5	3,1	3,5	3,9	4,1
2,2	1,4	1,6	2,1	2,3	2,6	3,0	3,3	3,6	3,7
2,4	1,4	1,7	2,1	2,3	2,6	2,9	3,2	3,4	3,5
2,6	1,5	1,7	2,2	2,3	2,5	2,8	3,1	3,3	3,3
2,8	1,5	1,7	2,2	2,3	2,5	2,8	3,0	3,1	3,1
3,0	1,5	1,8	2,2	2,3	2,5	2,8	2,9	3,0	3,1
3,2	1,5	1,8	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,0	3,0
3,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,7	2,8	2,9	2,9
3,6	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,7	2,8	2,9
3,8	1,6	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9
4,0	1,6	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,7	2,7	2,8
4,4	1,6	1,9	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7
4,8	1,6	1,9	2,1	2,3	2,3	2,4	2,6	2,6	2,7
5,2	1,7	1,9	2,1	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6
5,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5
6,0	1,7	1,9	2,1	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5
6,5	1,7	2,0	2,1	2,3	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4
7,0	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4
7,5	1,8	2,0	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3
8,0	1,8	2,0	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3	2,3
8,5	1,8	2,0	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,3
9,0	1,8	2,0	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
9,5	1,8	2,0	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
10,0	1,8	2,0	2,1	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2

Ghi chú: Dấu của các hiệu chỉnh không thay đổi nếu d âm

Bảng 5
Hiệu chỉnh chu kỳ K_1

K_1									
d D	0 360	90 270	120 240	130 230	140 220	150 210	160 200	170 190	180 180
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,1	0,4	0,0	-0,2	-0,2	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	0,4
0,2	0,7	0,2	-0,2	-0,4	-0,7	-0,9	-1,0	-1,1	0,9
0,3	0,9	0,4	-0,3	-0,6	-1,0	-1,3	-1,5	-1,8	1,8
0,4	1,1	0,7	-0,4	-0,7	-1,1	-1,8	-2,2	-2,6	3,1
0,5	1,3	0,9	-0,2	-0,5	-1,1	-2,2	-3,1	-4,0	4,1
0,6	1,5	1,1	0,3	-0,2	-1,0	-2,4	-4,0	-5,5	6,2
0,7	1,8	1,3	0,8	0,2	-0,4	-2,4	-4,2	-7,7	9,3
0,8	2,0	1,5	1,3	0,9	0,4	-1,1	-4,4	-10,6	14,6
0,9	2,2	1,8	1,8	1,5	1,1	0,2	-2,2	-14,0	23,9
1,0	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
1,1	2,4	2,4	2,6	2,7	3,1	4,0	6,2	18,8	29,5
1,2	2,5	2,6	3,0	3,3	4,0	5,1	8,2	16,0	21,6
1,3	2,6	2,8	3,3	3,8	4,4	5,7	8,8	13,9	17,0
1,4	2,6	2,9	3,5	4,2	4,8	6,2	8,8	12,6	14,6
1,5	2,7	3,0	3,8	4,4	5,3	6,6	8,6	11,2	12,8
1,6	2,7	3,1	4,0	4,6	5,4	6,8	8,4	10,3	11,5
1,7	2,8	3,2	4,2	4,7	5,5	6,7	8,2	9,7	10,6
1,8	2,9	3,3	4,3	4,7	5,5	6,6	7,9	9,3	9,7
1,9	3,0	3,4	4,4	4,8	5,6	6,6	7,7	8,8	9,3
2,0	3,1	3,5	4,5	4,8	5,6	6,5	7,4	8,4	8,8
2,2	3,1	3,6	4,6	4,9	5,7	6,4	7,1	7,7	7,9
2,4	3,2	3,7	4,7	5,0	5,7	6,2	6,8	7,3	7,5
2,6	3,2	3,8	4,8	5,1	5,6	6,0	6,6	7,0	7,1
2,8	3,3	3,9	4,8	5,2	5,6	5,9	6,4	6,6	6,9
3,0	3,4	3,9	4,8	5,2	5,5	5,8	6,3	6,4	6,6
3,2	3,4	4,0	4,7	5,1	5,5	5,7	6,1	6,3	6,4
3,4	3,5	4,1	4,7	5,1	5,5	5,7	5,9	6,2	6,2
3,6	3,5	4,2	4,7	5,1	5,4	5,6	5,8	6,0	6,0
3,8	3,6	4,2	4,6	5,1	5,4	5,5	5,7	5,9	5,8
4,0	3,6	4,2	4,6	5,1	5,3	5,5	5,6	5,7	5,7
4,4	3,7	4,3	4,6	5,1	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7
4,8	3,7	4,3	4,6	5,0	5,2	5,3	5,5	5,5	5,6
5,2	3,8	4,3	4,6	5,0	5,1	5,2	5,4	5,4	5,5
5,6	3,8	4,3	4,6	4,9	5,1	5,1	5,3	5,3	5,4
6,0	3,9	4,3	4,6	4,9	5,0	5,1	5,3	5,3	5,3
6,5	3,9	4,3	4,6	4,8	5,0	5,0	5,2	5,2	5,3
7,0	4,0	4,4	4,6	4,8	4,9	5,0	5,1	5,1	5,2
7,5	4,0	4,4	4,6	4,7	4,9	4,9	5,1	5,1	5,2
8,0	4,0	4,4	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,0	5,1
8,5	4,0	4,4	4,6	4,6	4,8	4,8	4,9	5,0	5,0
9,0	4,0	4,4	4,6	4,6	4,8	4,8	4,8	4,9	4,9
9,5	4,0	4,4	4,6	4,6	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8
10,0	4,0	4,4	4,6	4,6	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8

Ghi chú: Dấu của các hiệu chỉnh không thay đổi nếu d âm

Bảng 6
Những thừa số để tính các trị số $PR\cos r$, $PR\sin r$ và A_0

Đối số vào bảng là hiệu chỉnh “chu kỳ” theo bảng 5		Bán nhật		Nhật triều		Mức TB A_0
		$PR\cos r$	$PR\sin r$	$PR\cos r$	$PR\sin r$	$P_0 A_0$
		–	–	–	–	$1,00 X_0$
K_1	10	$0,08 X_1$	$0,19 Y_1$	$1,10 X_1$	$0,88 Y_1$	$-0,31 X_1$
	8	$0,07 X_1$	$0,15 Y_1$	$1,07 X_1$	$0,90 Y_1$	$-0,24 X_1$
	6	$0,06 X_1$	$0,12 Y_1$	$1,05 X_1$	$0,91 Y_1$	$-0,17 X_1$
	4	$0,04 X_1$	$0,09 Y_1$	$1,02 X_1$	$0,93 Y_1$	$-0,11 X_1$
	2	$0,02 X_1$	$0,05 Y_1$	$1,02 X_1$	$0,95 Y_1$	$-0,05 X_1$
	0	$0,00 X_1$	$0,00 Y_1$	$0,98 X_1$	$0,98 Y_1$	$0,00 X_1$
	-2	$-0,03 X_1$	$-0,06 Y_1$	$0,96 X_1$	$1,02 Y_1$	$0,05 X_1$
	-4	$-0,05 X_1$	$-0,12 Y_1$	$0,95 X_1$	$1,06 Y_1$	$0,10 X_1$
S_2	5	$1,06 X_2$	$0,94 Y_2$	$-0,28 X_2$	$-0,03 Y_2$	$0,14 X_2$
	4	$1,04 X_2$	$0,94 Y_2$	$-0,22 X_2$	$-0,02 Y_2$	$0,11 X_2$
	3	$1,01 X_2$	$0,94 Y_2$	$-0,16 X_2$	$-0,01 Y_2$	$0,08 X_2$
	2	$1,00 X_2$	$0,95 Y_2$	$-0,11 X_2$	$-0,01 Y_2$	$0,05 X_2$
	1	$0,98 X_2$	$0,96 Y_2$	$-0,06 X_2$	$0,00 Y_2$	$0,03 X_2$
	0	$0,97 X_2$	$0,97 Y_2$	$0,00 X_2$	$0,00 Y_2$	$0,00 X_2$
	-1	$0,96 X_2$	$0,99 Y_2$	$0,05 X_2$	$0,00 Y_2$	$-0,03 X_2$
	-2	$0,96 X_2$	$1,01 Y_2$	$0,11 X_2$	$-0,01 Y_2$	$-0,05 X_2$
Thừa số không đổi		$p = 15$		$p = 15$		$p_0 = 24$
Trị số p khi $t_n = 11^{\text{h}}30^{\text{ph}}$		$p_2 = 345$		$p_1 = 173$		–

Ghi chú: Những trị số p dẫn trong bảng chỉ sử dụng trong trường hợp nếu quan trắc bắt đầu vào 0 giờ thời gian múi giờ. Nếu quan trắc bắt đầu không vào 0 giờ, mà vào thời điểm t_0 nào đó thì những trị số p_2 và p_1 được tính bằng biểu thức:

$$p_2 = (t_0 + 11\text{lg}30\text{p}) \times 30^\circ ;$$

$$p_1 = (t_0 + 11\text{lg}30\text{p}) \times 15^\circ .$$

PHỤ LỤC 3: CÁC BẢNG PHỤ TRỢ ĐỂ PHÂN TÍCH ĐIỀU HÒA THEO PHƯƠNG PHÁP DARWIN

Bảng 1
Hệ số suy thoái f tính cho giữa năm (Duvanin, 1960)

Sóng	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
J_1	0,831	0,860	0,909	0,766	1,025	1,076	1,117	1,146	1,161	1,165
K_1	0,885	0,903	0,934	0,972	1,011	1,048	1,077	1,098	1,110	1,113
K_2	0,752	0,781	0,836	0,914	1,008	1,106	1,195	1,265	1,307	1,316
L_2	1,199	1,081	0,849	0,893	1,200	1,237	0,838	0,690	1,185	1,310
M_1	0,767	1,197	1,690	1,699	1,166	1,175	1,976	2,175	1,503	1,197
$M_2, N_2, 2N, \lambda_2, \mu_2, \nu_2$	1,037	1,033	1,024	1,014	1,001	0,989	0,978	0,969	0,964	0,963
M_3	1,056	1,049	1,037	1,020	1,002	0,983	0,967	0,954	0,947	0,945
M_4, MN	1,076	1,066	1,050	1,027	1,003	0,978	0,956	0,940	0,930	0,928
M_6	1,116	1,111	1,075	1,041	1,004	0,967	0,935	0,911	0,897	0,894
M_8	1,157	1,137	1,102	1,055	1,005	0,956	0,914	0,883	0,865	0,861
$O_1, Q_1, 2Q, \rho_1$	0,810	0,840	0,891	0,954	1,018	1,076	1,124	1,159	1,178	1,182
OO	0,495	0,557	0,675	0,845	1,053	1,276	1,487	1,655	1,758	1,782
MK	0,917	0,932	0,956	0,985	1,013	1,036	1,053	1,064	1,071	1,072
$2MK$	0,952	0,962	0,980	0,998	1,014	1,024	1,030	1,032	1,032	1,032
Mf	0,633	0,684	0,776	0,898	1,035	1,172	1,293	1,385	1,439	1,451
Mm	1,128	1,113	1,084	1,046	1,003	0,959	0,922	0,893	0,876	0,872
Sóng	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
J_1	1,155	1,132	1,097	1,051	0,995	0,936	0,881	0,842	0,827	0,839
K_1	1,105	1,088	1,063	1,029	0,991	0,951	0,916	0,891	0,882	0,890
K_2	1,289	1,232	1,150	1,055	0,957	0,871	0,804	0,763	0,748	0,760
L_2	0,882	0,668	1,118	1,270	1,014	0,808	0,988	1,179	1,169	0,994
M_1	1,987	2,176	1,503	1,012	1,535	1,777	1,428	0,870	0,874	1,361
$M_2, N_2, 2N, \lambda_2, \mu_2, \nu_2$	0,966	0,973	0,983	0,995	1,008	1,020	1,029	1,035	1,038	1,036
M_3	0,950	0,960	0,975	0,993	1,012	1,029	1,044	1,054	1,057	1,054
M_4, MN	0,934	0,948	0,967	0,991	1,016	1,039	1,059	1,072	1,077	1,073
M_6	0,903	0,922	0,951	0,986	1,024	1,060	1,090	1,110	1,118	1,112
M_8	0,873	0,898	0,935	0,981	1,032	1,081	1,122	1,149	1,160	1,151
$O_1, Q_1, 2Q, \rho_1$	1,170	1,143	1,101	1,047	0,984	0,920	0,863	0,822	0,806	0,819
OO	1,716	1,575	1,380	1,159	0,940	0,750	0,607	0,517	0,485	0,512
MK	1,068	1,059	1,045	1,024	0,998	0,970	0,943	0,923	0,915	0,922
$2MK$	1,032	1,031	1,028	1,020	1,006	0,989	0,970	0,956	0,950	0,955
Mf	1,417	1,341	1,233	1,102	0,962	0,831	0,723	0,652	0,625	0,647
Mm	0,882	0,906	0,940	0,982	1,025	1,067	1,100	1,123	1,131	1,124

Bảng 1 (tiếp)
Hệ số suy thoái f tính cho giữa năm (Duvanin, 1960)

Sóng	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
J_1	0.877	0.930	0.989	1.045	1.093	1.130	1.153	1.164	1.163	1.148
K_1	0.913	0.948	0.987	1.026	1.060	1.086	1.104	1.112	1.111	1.100
K_2	0.799	0.864	0.949	1.045	1.142	1.226	1.285	1.315	1.310	1.270
L_2	0.848	1.001	1.238	1.157	0.745	0.811	1.263	1.244	0.749	0.746
M_1	1.656	1.468	0.974	1.323	2.050	2.032	1.292	1.367	2.142	2.122
$M_2, N_2, 2N, \lambda_2, \mu_2, \nu_2$	1.030	1.021	1.009	0.997	0.984	0.974	0.967	0.964	0.964	0.969
M_3	1.045	1.031	1.013	0.994	0.977	0.962	0.951	0.946	0.947	0.954
M_4, MN	1.061	1.042	1.018	0.993	0.969	0.949	0.935	0.928	0.930	0.939
M_6	1.092	1.063	1.027	0.989	0.954	0.924	0.904	0.894	0.896	0.910
M_8	1.125	1.085	1.036	0.986	0.939	0.901	0.874	0.862	0.864	0.881
$O_1, Q_1, 2Q, \rho_1$	0.858	0.915	0.979	1.041	1.096	1.140	1.168	1.182	1.180	1.161
OO	0.596	0.735	0.921	1.137	1.361	1.560	1.706	1.778	1.766	1.668
MK	0.941	0.967	0.996	1.022	1.043	1.058	1.068	1.072	1.071	1.065
$2MK$	0.969	0.987	1.005	1.019	1.027	1.031	1.032	1.032	1.032	1.032
Mf	0.715	0.820	0.949	1.088	1.221	1.333	1.412	1.450	1.443	1.392
Mm	1.103	1.070	1.029	0.986	0.944	0.909	0.884	0.872	0.874	0.891
Sóng	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
J_1	1.120	1.080	1.030	0.972	0.914	0.864	0.833	0.829	0.852	0.896
K_1	1.079	1.051	1.015	0.976	0.937	0.905	0.886	0.883	0.897	0.926
K_2	1.203	1.115	1.016	0.922	0.842	0.785	0.754	0.750	0.722	0.821
L_2	1.216	1.248	1.898	0.801	1.077	1.208	1.107	0.921	0.893	1.096
M_1	1.334	1.156	1.778	1.829	1.282	0.800	1.083	1.487	1.560	1.214
$M_2, N_2, 2N, \lambda_2, \mu_2, \nu_2$	0.977	0.988	1.000	1.013	1.024	1.032	1.037	1.038	1.034	1.027
M_3	0.966	0.982	1.000	1.019	1.036	1.048	1.056	1.057	1.051	1.040
M_4, MN	0.955	0.976	1.000	1.025	1.048	1.065	1.075	1.076	1.069	1.054
M_6	0.932	0.964	1.000	1.038	1.072	1.099	1.115	1.117	1.105	1.082
M_8	0.911	0.952	1.000	1.051	1.098	1.134	1.156	1.159	1.143	1.111
$O_1, Q_1, 2Q, \rho_1$	1.128	1.081	1.024	0.960	0.897	0.844	0.812	0.808	0.832	0.879
OO	1.505	1.296	1.072	0.863	0.688	0.565	0.498	0.489	0.538	0.643
MK	1.054	1.038	1.015	0.988	0.959	0.934	0.918	0.916	0.928	0.950
$2MK$	1.030	1.025	1.015	1.000	0.982	0.964	0.952	0.951	0.959	0.976
Mf	1.303	1.184	1.048	0.910	0.786	0.691	0.636	0.629	0.669	0.752
Mm	0.918	0.956	0.998	1.042	1.081	1.110	1.128	1.130	1.117	1.091

Các hệ số suy thoái f của các sóng $MS, 2SM, MSf$ bằng hệ số suy thoái của M_2 .

Giá trị f của các sóng $P_1, R_2, S_1, S_2, S_4, S_6, T_2, Sa, Ssa$ bằng 1.

Bảng 2

Đối số thiên văn ban đầu ($V_0 + u$) vào nửa đêm 1 tháng giêng tại Greenwich (Duvanin, 1960)

Năm	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
M_2	209,7	309,8	25,5	125,7	226,0	326,7	43,1	144,2	245,5	346,9	64,0	165,4	266,8	8,0
$S_{2,4,6}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N_2	249,5	260,9	234,8	246,2	257,9	269,8	244,5	256,8	269,4	282,1	257,4	270,1	282,7	295,2
K_2	202,6	195,8	191,4	186,2	182,8	181,6	184,4	186,9	190,8	195,4	202,4	207,2	211,5	214,8
K_1	11,4	7,7	5,3	2,7	1,2	0,9	2,4	3,8	5,6	7,8	11,2	13,4	15,5	17,1
O_1	197,4	303,2	23,0	126,8	229,0	329,8	44,1	143,1	241,6	339,8	52,6	150,7	249,0	347,8
P_1	350,1	350,3	349,6	349,8	350,1	350,3	349,6	349,8	350,0	350,3	349,5	349,8	350,0	350,2
Q_1	237,2	254,3	232,3	247,4	260,8	272,9	245,5	255,8	265,5	275,0	246,0	255,4	265,0	275,0
M_4	59,4	259,5	50,9	251,3	92,1	293,3	86,2	288,4	130,9	333,8	128,0	330,9	173,6	15,9
M_6	269,2	209,3	76,4	17,0	318,1	260,0	129,4	72,6	16,4	320,7	191,9	136,3	80,4	23,9
MS_4	209,7	309,8	25,5	125,7	226,0	326,7	43,1	144,2	245,5	346,9	64,0	165,4	266,8	8,0

Năm	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
M_2	84,5	185,3	285,8	26,0	101,8	201,8	301,9	42,0	117,9	218,4	319,1	60,0	136,8	238,1
$S_{2,4,6}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N_2	270,0	282,0	293,8	305,3	279,3	290,6	301,9	313,3	287,4	299,2	311,2	323,4	298,4	311,0
K_2	218,4	218,2	215,8	211,5	207,6	200,9	194,2	188,2	185,6	183,1	182,6	184,2	189,3	193,5
K_1	19,0	19,2	18,2	16,2	14,1	10,5	6,8	3,7	2,5	1,5	1,5	2,4	4,9	6,9
O_1	61,7	162,0	263,5	6,5	85,7	191,3	296,9	41,6	119,4	221,1	321,4	60,8	134,2	232,6
P_1	349,5	349,7	350,0	350,2	349,5	349,7	349,9	350,2	349,4	349,7	349,9	350,2	349,4	349,6
Q_1	247,2	258,7	271,5	285,8	263,2	280,1	297,0	312,9	289,0	301,9	313,5	324,2	295,8	305,4
M_4	169,1	10,5	211,5	52,1	203,6	43,7	243,8	84,0	235,8	76,7	278,1	120,0	273,6	116,2
M_6	253,6	195,8	137,2	78,1	305,3	245,5	185,7	126,0	353,7	295,1	237,2	180,0	50,3	354,3
MS_4	84,5	185,3	285,8	26,0	101,8	201,8	301,9	42,0	117,9	218,4	319,1	60,0	136,8	238,1

Năm	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
M_2	339,6	81,0	158,1	259,4	0,5	101,3	177,6	278,0	18,2	118,3	194,0	294,0	34,2	134,5
$S_{2,4,6}$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N_2	323,7	336,4	311,7	324,3	336,7	348,8	323,3	334,9	346,4	357,8	331,7	83,0	354,5	6,1
K_2	198,3	203,3	210,0	213,9	216,6	217,6	218,5	215,4	210,3	204,0	199,2	192,7	187,2	183,5
K_1	9,2	11,6	14,8	16,7	18,0	18,7	19,4	18,0	15,6	12,2	9,5	6,0	3,2	1,5
O_1	330,7	68,8	141,6	240,1	239,0	78,7	154,0	256,1	359,7	104,8	185,2	290,5	34,6	137,2
P_1	349,9	350,1	349,4	349,6	349,8	350,1	349,3	349,6	349,8	350,1	349,3	349,6	349,8	350,0
Q_1	314,8	324,2	295,3	305,0	315,2	326,1	299,7	315,0	327,9	344,3	322,9	339,5	354,9	8,8
M_4	319,1	162,1	316,2	158,7	0,9	202,7	355,2	196,0	36,4	236,6	27,9	228,0	68,4	269,1
M_6	298,7	243,1	114,2	58,1	1,4	304,0	172,8	114,0	54,6	354,9	221,9	162,1	102,6	43,6
MS_4	339,6	81,0	158,1	259,4	0,5	101,3	177,6	278,0	18,2	118,3	194,0	294,0	34,2	134,5

Bảng 3
Hiệu chỉnh cho bảng 2 để dẫn các trị số ($V_0 + u$) đến đầu tháng

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
M_2	0,00	324,17	1,49	325,66	314,22	278,39	266,95	231,12	195,30	183,85	148,02	136,58
$S_{2,4,6}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N_2	0,00	279,16	310,66	229,82	186,42	105,58	62,18	341,34	260,50	217,11	136,27	92,87
K_2	0,00	61,11	116,31	177,42	236,56	297,66	356,80	57,91	119,02	178,16	239,27	298,41
K_1	0,00	30,56	58,15	88,71	118,28	148,83	178,40	208,96	239,51	269,08	299,64	329,21
O_1	0,00	293,62	303,34	236,96	195,94	129,56	88,55	22,16	315,78	274,77	208,39	167,37
P_1	0,00	329,44	301,85	271,29	241,72	211,17	181,60	151,04	120,49	90,92	60,36	30,79
Q_1	0,00	248,60	252,50	141,11	68,14	316,75	243,78	132,39	20,99	308,03	196,63	123,67
M_4	0,00	288,35	2,98	291,33	268,44	196,79	173,90	102,24	30,59	7,70	296,05	273,16
M_6	0,00	252,52	4,48	257,00	222,66	115,18	80,85	333,37	225,89	191,55	84,07	49,74
MS_4	0,00	324,17	1,49	325,66	314,22	278,39	266,95	231,12	195,30	183,85	148,02	136,58

Ghi chú: Trong bảng dẫn những hiệu chỉnh cho những năm bình thường. Đối với những năm nhuận các trị số cho các tháng từ 3 đến 12 phải được xem là ứng với ngày cuối cùng của tháng trước.

Bảng 4
Hiệu chỉnh cho bảng 2 để dẫn các trị số ($V_0 + u$) đến đầu ngày

Ngày	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
M_2	0,00	335,62	311,24	286,86	262,47	238,09	213,71	189,33	164,95	140,57	116,18
$S_{2,4,6}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N_2	0,00	322,55	285,11	247,66	210,21	172,77	135,32	97,88	60,43	22,98	345,54
K_2	0,00	1,97	3,94	5,91	7,88	9,86	11,83	13,80	15,77	17,74	19,71
K_1	0,00	0,99	1,97	2,96	3,94	4,93	5,91	6,90	7,88	8,87	9,86
O_1	0,00	334,63	309,27	283,90	258,53	233,16	207,80	182,43	157,06	131,70	106,33
P_1	0,00	-0,99	-1,97	-2,96	-3,94	-4,93	-5,91	-6,90	-7,88	-8,87	-9,86
Q_1	0,00	321,57	283,14	244,70	206,27	167,84	129,41	90,98	52,54	14,11	335,68
M_4	0,00	311,24	262,47	213,71	164,95	116,18	67,42	18,66	329,90	281,18	232,37
M_6	0,00	286,86	213,71	140,57	67,42	354,28	281,13	207,99	134,84	61,70	348,56
MS_4	0,00	335,62	311,24	286,86	262,47	235,09	213,71	189,33	164,95	140,57	116,18
Ngày	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
M_2	91,80	67,42	43,04	18,66	354,28	329,90	305,52	281,13	256,75	232,37	207,99
$S_{2,4,6}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N_2	308,09	270,64	233,20	195,75	158,30	120,86	83,41	45,96	8,52	331,07	293,62
K_2	21,68	23,66	25,63	27,60	29,57	31,54	33,51	35,48	37,46	39,43	41,40
K_1	10,84	11,83	12,81	13,80	14,78	15,77	16,76	17,74	18,73	19,71	20,70
O_1	80,96	55,59	30,23	4,86	339,49	314,13	288,76	263,39	238,02	212,66	187,29
P_1	-10,84	-11,83	-12,81	-13,80	-14,78	-15,77	-16,76	-17,74	-18,73	-19,71	-20,70
Q_1	279,25	258,81	220,38	181,95	143,52	105,09	66,65	28,22	349,79	311,36	272,92
M_4	183,61	134,84	86,08	37,32	348,56	299,79	251,03	202,27	153,50	104,74	55,98
M_6	275,41	202,27	129,12	55,98	342,83	269,69	196,54	123,40	50,26	337,11	263,97
MS_4	91,80	67,42	43,04	18,66	354,28	329,90	305,52	281,13	256,75	232,37	207,99

Bảng 4 (tiếp)

Ngày	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
M_2	183,61	159,23	134,84	110,46	86,08	61,70	37,32	12,94	348,56	324,17
$S_{2,4,6}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
N_2	256,18	218,73	181,28	143,84	106,39	68,94	31,50	354,05	316,60	279,16
K_2	43,37	45,34	47,31	49,28	51,25	53,22	55,20	57,17	59,14	61,11
K_1	21,68	22,67	23,66	24,64	25,63	26,61	27,60	28,58	29,57	30,56
O_1	161,92	136,56	111,19	85,82	60,45	35,09	9,72	344,35	318,99	293,62
P_1	-21,68	-22,67	-23,66	-24,64	-25,63	-26,61	-27,60	-28,58	-29,57	-30,56
Q_1	234,49	196,06	157,63	119,20	80,76	42,33	3,90	325,47	287,04	248,60
M_4	7,21	318,45	269,69	220,92	172,16	128,40	74,64	25,87	337,11	288,35
M_6	190,82	117,68	44,53	331,39	258,24	185,10	111,95	38,81	325,66	252,52
MS_4	188,61	159,23	134,84	110,46	86,08	61,70	37,32	12,94	348,56	324,17

Bảng 5

**Hiệu chỉnh cho bảng 2 để dẫn các trị số ($V_0 + u$) về giờ nào đó trong ngày
(Hiệu chỉnh cho giờ t ứng với tích qt)**

Giờ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
M_2	0,00	28,98	57,97	86,95	115,94	144,92	173,90	202,89	231,87	260,86	289,84	318,83
$S_{2,4,6}$	0,00	30,00	60,00	90,00	120,00	150,00	180,00	210,00	240,00	270,00	300,00	330,00
N_2	0,00	28,44	56,88	85,32	113,76	142,20	170,64	199,08	227,52	255,96	284,40	312,84
K_2	0,00	30,08	60,16	90,25	120,33	150,41	180,49	210,57	240,66	270,74	300,82	330,90
K_1	0,00	15,04	30,08	45,12	60,16	75,21	90,25	105,29	120,33	135,37	150,41	165,45
O_1	0,00	13,94	27,89	41,83	55,77	69,72	83,66	97,60	111,54	125,49	139,43	158,37
P_1	0,00	14,96	29,92	44,88	59,84	74,79	89,75	104,71	119,67	134,63	149,59	164,55
Q_1	0,00	13,40	26,80	40,20	53,59	66,99	80,39	93,79	107,19	120,59	133,99	147,39
M_4	0,00	57,97	115,94	113,94	231,87	289,84	347,81	45,78	103,75	161,71	219,68	277,65
M_6	0,00	86,95	173,90	260,86	347,81	74,76	161,71	248,67	335,62	62,57	149,52	236,48
MS_4	0,00	58,98	117,97	176,95	235,94	294,92	253,90	52,89	111,87	170,86	229,84	288,83

Giờ	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
M_2	347,81	16,79	45,78	74,76	103,75	132,73	161,71	190,70	219,68	248,67	277,65	306,63
$S_{2,4,6}$	0,00	30,00	60,00	90,00	120,00	150,00	180,00	210,00	240,00	270,00	300,00	330,00
N_2	341,28	9,72	38,16	66,60	95,04	123,48	151,92	180,35	208,79	237,23	265,67	294,11
K_2	0,99	31,07	61,15	91,23	121,31	151,40	181,48	211,56	241,64	271,72	301,81	331,89
K_1	180,49	195,33	210,57	225,62	240,66	255,70	270,74	285,78	300,72	315,86	330,90	345,94
O_1	167,32	181,26	195,20	209,15	223,09	237,03	250,97	264,92	278,86	292,80	306,75	320,69
P_1	179,51	194,47	209,43	224,38	239,34	254,30	269,26	284,22	299,18	314,14	329,10	344,06
Q_1	160,78	174,18	187,58	200,98	214,38	227,78	241,18	254,57	267,97	281,37	294,77	308,17
M_4	335,62	33,59	91,55	149,52	207,49	265,46	323,43	381,40	79,36	137,33	195,30	253,27
M_6	323,43	50,38	137,33	224,28	311,24	38,19	125,14	212,09	299,05	26,00	112,95	199,90
MS_4	347,81	46,79	105,78	164,76	223,75	282,73	341,71	40,70	99,68	158,67	217,65	276,63

Bảng 6
Kinh độ trung bình của các tham số mặt trăng và mặt trời vào nửa đêm Greenwich
 (0 giờ ngày 1 tháng giêng)

Năm	s	p	h	p_1	N
1960	304,59	255,69	279,67	282,25	278,72
1961	87,15	296,46	280,41	282,27	159,34
1962	216,53	337,12	280,17	282,29	140,01
1963	345,92	17,78	279,93	282,30	120,69
1964	115,30	58,45	279,70	282,32	101,36
1965	257,86	99,22	280,44	282,34	81,98
1966	27,25	139,88	280,20	282,36	62,65
1967	156,63	180,54	279,97	282,37	43,32
1968	286,02	221,21	279,73	282,39	23,99
1969	68,58	261,98	280,47	282,41	4,61
1970	197,96	302,64	280,24	282,42	345,28
1971	327,35	343,31	280,00	282,44	325,95
1972	96,73	23,97	279,76	282,48	306,63
1973	239,29	64,74	280,50	282,48	287,24
1974	8,68	105,40	280,27	282,49	267,92
1975	138,06	146,07	280,03	282,51	248,59
1976	267,45	186,73	279,79	282,53	229,26
1977	50,01	227,50	280,54	282,54	209,88
1978	179,40	268,17	280,30	282,56	190,55
1979	308,78	308,83	280,06	282,58	171,22
1980	78,16	349,49	279,82	282,60	151,89
1981	220,73	30,26	280,57	282,61	132,51
1982	350,11	70,93	280,33	282,63	113,19
1983	119,50	111,59	280,09	282,65	93,86
1984	248,88	152,25	279,85	282,67	74,53
1985	31,44	193,02	280,60	282,68	55,15
1986	160,83	233,69	280,36	282,70	35,82
1987	290,21	274,35	280,12	282,72	16,49
1988	59,60	315,01	279,88	282,73	357,16
1989	202,16	355,79	280,63	282,75	337,78
1990	331,54	36,45	280,39	282,77	318,45
1991	100,93	77,11	280,15	282,79	299,13
1992	230,31	117,77	279,91	282,80	279,80
1993	12,87	158,55	280,66	282,82	260,42
1994	142,26	199,21	280,42	282,84	241,09
1995	271,64	239,87	280,18	282,85	221,76
1996	41,03	280,53	279,94	282,87	202,43
1997	193,59	321,31	280,69	282,89	183,05
1998	312,97	1,97	280,45	282,91	163,72
1999	82,36	42,63	280,21	282,92	144,39
2000	211,74	83,29	279,97	282,94	125,07

s – kinh độ trung bình của mặt trăng; p – kinh độ trung bình của viễn điểm của quỹ đạo mặt trăng
 h – kinh độ trung bình của mặt trời; p_1 – kinh độ trung bình của viễn điểm của quỹ đạo mặt trời
 N – kinh độ tiết điểm lên của quỹ đạo mặt trăng.

Bảng 7
Hiệu chỉnh cho bảng 6 để đưa các trị số của s, p, h, p_1, N
về tháng, ngày và giờ bất kỳ theo thời gian Greenwich của các năm bình thường

Hiệu chỉnh dẫn đến đầu tháng

Tháng	s	p	h	p_1	N	Tháng	s	p	h	p_1	N
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7	224,93	20,16	178,40	0,01	-9,58
2	48,47	3,45	30,56	0,00	-1,64	8	273,40	23,62	208,96	0,01	-11,23
3	57,41	6,57	58,15	0,00	-3,12	9	321,86	27,07	239,51	0,01	-12,87
4	105,88	10,03	88,71	0,00	-4,77	10	357,16	30,41	269,09	0,01	-14,46
5	141,17	13,37	118,28	0,01	-6,35	11	45,62	33,87	299,64	0,01	-16,10
6	189,64	16,82	148,83	0,01	-8,00	12	80,92	37,21	329,21	0,02	-17,69

Hiệu chỉnh dẫn đến đầu ngày

Ngày	s	p	h	p_1	N	Ngày	s	p	h	p_1	N
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17	210,82	1,78	15,77	0,00	-0,85
2	13,18	0,11	0,99	0,00	-0,05	18	224,00	1,89	16,76	0,00	-0,90
3	26,35	0,22	1,97	0,00	-0,11	19	237,18	2,01	17,74	0,00	-0,95
4	39,53	0,33	2,96	0,00	-0,16	20	250,35	2,12	18,73	0,00	-1,01
5	52,71	0,45	3,94	0,00	-0,21	21	263,53	2,23	19,71	0,00	-1,06
6	65,88	0,56	4,93	0,00	-0,26	22	276,70	2,34	20,70	0,00	-1,11
7	79,06	0,67	5,91	0,00	-0,32	23	289,88	2,45	21,68	0,00	-1,16
8	92,23	0,78	6,90	0,00	-0,37	24	303,06	2,56	22,67	0,00	-1,22
9	105,41	0,89	7,89	0,00	-0,42	25	316,23	2,67	23,66	0,00	-1,27
10	118,59	1,00	8,87	0,00	-0,48	26	329,41	2,79	24,64	0,00	-1,32
11	131,74	1,11	9,86	0,00	-0,53	27	342,59	2,90	25,63	0,00	-1,38
12	144,94	1,23	10,84	0,00	-0,58	28	355,76	3,01	26,61	0,00	-1,43
13	158,12	1,34	11,83	0,00	-0,64	29	8,94	3,12	27,60	0,00	-1,48
14	171,29	1,45	12,81	0,00	-0,69	30	22,12	3,23	28,58	0,00	-1,54
15	184,47	1,56	13,80	0,00	-0,74	31	35,29	3,34	29,57	0,00	-1,59
16	197,65	1,67	14,78	0,00	-0,79	32	48,47	3,45	30,56	0,00	-1,64

Hiệu chỉnh dẫn đến đầu giờ

Giờ	s	p	h	p_1	N	Giờ	s	p	h	p_1	N
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12	6,59	0,06	0,49	0,00	-0,03
1	0,55	0,00	0,04	0,00	0,00	13	7,14	0,06	0,53	0,00	-0,03
2	1,10	0,01	0,08	0,00	0,00	14	7,69	0,06	0,57	0,00	-0,03
3	1,65	0,01	0,12	0,00	-0,01	15	8,24	0,07	0,62	0,00	-0,03
4	2,20	0,02	0,16	0,00	-0,01	16	8,78	0,07	0,66	0,00	-0,04
5	2,75	0,02	0,21	0,00	-0,01	17	9,33	0,08	0,70	0,00	-0,04
6	3,29	0,03	0,25	0,00	-0,01	18	9,88	0,08	0,74	0,00	-0,04
7	3,84	0,03	0,29	0,00	-0,02	19	10,43	0,09	0,78	0,00	-0,04
8	4,39	0,04	0,33	0,00	-0,02	20	10,98	0,09	0,82	0,00	-0,04
9	4,94	0,04	0,37	0,00	-0,02	21	11,53	0,10	0,86	0,00	-0,05
10	5,49	0,05	0,41	0,00	-0,02	22	12,08	0,10	0,90	0,00	-0,05
11	6,04	0,05	0,45	0,00	-0,02	23	12,63	0,11	0,94	0,00	-0,05

Ghi chú: Bảng này cũng có thể dùng trực tiếp cho những năm nhuận với các ngày từ 1/1 đến 29/2. Với những ngày từ 1/3 đến 31/12 thì trước khi vào bảng phải thêm một ngày vào ngày đang xét.

Bảng 8
Hiệu chỉnh do kinh độ cho bảng 6

Với kinh độ tây dấu của các đại lượng đổi ngược lại	$\lambda^\circ \text{ E}$	h	s	p	N
	10	-0,03	-0,37	0,00	0,00
	20	-0,05	-0,73	-0,01	0,00
	30	-0,08	-1,10	-0,01	0,00
	40	-0,11	-1,46	-0,01	0,01
	50	-0,14	-1,83	-0,02	0,01
	60	-0,16	-2,20	-0,02	0,01
	70	-0,19	-2,56	-0,02	0,01
	80	-0,22	-2,93	-0,02	0,01
	90	-0,25	-3,29	-0,03	0,01
	100	-0,27	-3,66	-0,03	0,01
	110	-0,30	-4,03	-0,03	0,02
	120	-0,33	-4,39	-0,04	0,02
	130	-0,36	-4,76	-0,04	0,02
	140	-0,38	-5,12	-0,04	0,02
	150	-0,41	-5,49	-0,05	0,02
	160	-0,44	-5,86	-0,05	0,02
	170	-0,47	-6,22	-0,05	0,03
	180	-0,49	-6,59	-0,06	0,03

Bảng 9
Các đại lượng ν , ξ , ν' và $2\nu''$ ứng với trị số của N

N	ν	ξ	ν'	$2\nu''$	N	N	ν	ξ	ν'	$2\nu''$	N
0	0,00	0,00	0,00	0,00	360	45	7,94	7,18	5,63	11,83	315
1	0,19	0,17	0,13	0,18	359	46	8,10	7,32	5,74	12,05	314
2	0,38	0,34	0,27	0,57	358	47	8,25	7,46	5,85	12,27	313
3	0,56	0,51	0,40	0,85	357	48	8,40	7,60	5,95	12,48	312
4	0,75	0,67	0,54	1,14	356	49	8,55	7,74	5,05	12,69	311
5	0,94	0,84	0,67	1,42	355	50	8,69	7,87	6,15	12,89	310
6	1,12	1,01	0,80	1,70	354	51	8,84	8,00	6,25	13,09	309
7	1,31	1,18	0,94	1,99	353	52	8,98	8,14	6,35	13,29	308
8	1,50	1,35	1,07	2,27	352	53	9,13	8,27	6,45	13,49	307
9	1,68	1,51	1,20	2,55	351	54	9,27	8,40	6,55	13,68	306
10	1,87	1,68	1,34	2,84	350	55	9,40	8,52	6,64	13,87	305
11	2,05	1,85	1,47	3,12	349	56	9,54	8,65	6,73	14,06	304
12	2,24	2,02	1,60	3,40	348	57	9,68	8,77	6,83	14,24	303
13	2,42	2,18	1,73	3,68	347	58	9,81	8,90	6,92	14,41	302
14	2,61	2,35	1,86	3,95	346	59	9,94	9,02	7,00	14,59	301
15	2,79	2,51	2,00	4,23	345	60	10,07	9,14	7,09	14,76	300
16	2,98	2,68	2,13	4,51	344	61	10,19	9,25	7,18	14,92	299
17	3,16	2,84	2,26	4,79	343	62	10,32	9,37	7,26	15,09	298
18	3,34	3,01	2,39	5,06	342	63	10,44	9,48	7,34	15,25	297
19	3,52	3,17	2,52	5,33	341	64	10,56	9,60	7,42	15,40	296
20	3,70	3,34	2,65	5,61	340	65	10,68	9,70	7,50	15,55	295
21	3,89	3,50	2,77	5,88	339	66	10,79	9,81	7,58	15,70	294
22	4,07	3,66	2,90	6,15	338	67	10,91	9,92	7,65	15,84	293
23	4,24	3,82	3,03	6,42	337	68	11,02	10,02	7,72	15,97	292
24	4,42	3,98	3,16	6,68	336	69	11,12	10,12	7,79	16,11	291
25	4,60	4,15	3,28	6,95	335	70	11,23	10,22	7,86	16,24	290
26	4,78	4,31	3,41	7,21	334	71	11,33	10,32	7,93	16,36	289
27	4,96	4,47	3,53	7,47	333	72	11,43	10,41	8,00	16,48	288
28	5,13	4,62	3,66	7,73	332	73	11,53	10,51	8,06	16,59	287
29	5,30	4,78	3,78	7,99	331	74	11,63	10,60	8,12	16,70	286
30	5,48	4,94	3,90	8,25	330	75	11,72	10,68	8,18	16,81	285
31	5,65	5,10	4,02	8,50	329	76	11,81	10,77	8,24	16,91	284
32	5,82	5,25	4,15	8,76	328	77	11,89	10,85	8,29	17,00	283
33	5,99	5,41	4,27	9,01	327	78	11,98	10,93	8,34	17,10	282
34	6,16	5,56	4,39	9,26	326	79	12,06	11,01	8,39	17,18	281
35	6,33	5,71	4,50	9,50	325	80	12,14	11,08	8,44	17,26	280
36	6,50	5,86	4,62	9,75	324	81	12,21	11,16	8,49	17,34	279
37	6,66	6,01	4,74	9,99	323	82	12,29	11,23	8,53	17,41	278
38	6,83	6,16	4,85	10,23	322	83	12,36	11,29	8,57	17,47	277
39	6,99	6,31	4,97	10,46	321	84	12,42	11,36	8,61	17,53	276
40	7,15	6,46	5,08	10,70	320	85	12,48	11,42	8,65	17,59	275
41	7,31	6,61	5,19	10,93	319	86	12,54	11,48	8,68	17,64	274
42	7,47	6,75	5,31	11,16	318	87	12,60	11,53	8,72	17,68	273
43	7,63	6,90	5,42	11,39	317	88	12,65	11,59	8,74	17,72	272
44	7,79	7,04	5,53	11,61	316	89	12,70	11,63	8,77	17,75	271

Ghi chú: Các đại lượng có dấu dương với N từ 0 đến 180° , âm với N từ 180 đến 360°

Bảng 9 (tiếp)
Các đại lượng ν , ξ , ν' và $2\nu'$ ứng với trị số của N

N	ν	ξ	ν'	$2\nu'$	N	N	ν	ξ	ν'	$2\nu'$	N
90	12,75	11,68	8,80	17,78	270	135	10,62	9,87	7,00	13,19	225
91	12,79	11,72	8,82	17,80	269	136	10,47	9,73	6,89	12,97	224
92	12,83	11,76	8,84	17,82	268	137	10,31	9,59	6,78	12,74	223
93	12,87	11,80	8,86	17,83	267	138	10,15	9,44	6,67	12,51	222
94	12,90	11,83	8,87	17,84	266	139	9,98	9,29	6,56	12,27	221
95	12,93	11,87	8,88	17,84	265	140	9,81	9,13	6,44	12,03	220
96	12,95	11,89	8,89	17,84	264	141	9,64	8,97	6,32	11,78	219
97	12,98	11,92	8,90	17,82	263	142	9,46	8,80	6,19	11,53	218
98	12,99	11,94	8,90	17,81	262	143	9,27	8,63	6,06	11,27	217
99	13,01	11,95	8,90	17,78	261	144	9,08	8,46	5,93	11,02	216
100	13,02	11,97	8,90	17,76	260	145	8,89	8,28	5,80	10,75	215
101	13,02	11,97	8,90	17,72	259	146	8,69	8,10	5,66	10,49	214
102	13,02	11,98	8,89	17,68	258	147	8,49	7,91	5,52	10,22	213
103	13,02	11,98	8,88	17,64	257	148	8,28	7,72	5,38	9,95	212
104	13,02	11,98	8,86	17,58	256	149	8,07	7,52	5,24	9,67	211
105	13,01	11,98	8,85	17,53	255	150	7,85	7,32	5,10	9,39	210
106	12,99	11,97	8,83	17,46	254	151	7,63	7,12	4,95	9,11	209
107	12,97	11,95	8,81	17,39	253	152	7,41	6,91	4,80	8,82	208
108	12,95	11,94	8,79	17,32	252	153	7,18	6,70	4,65	8,53	207
109	12,92	11,92	8,76	17,24	251	154	6,95	6,49	4,50	8,24	206
110	12,89	11,89	8,73	17,15	250	155	6,72	6,27	4,35	7,95	205
111	12,86	11,86	8,70	17,06	249	156	6,48	6,05	4,19	7,65	204
112	12,82	11,83	8,66	16,96	248	157	6,24	5,82	4,03	7,35	203
113	12,77	11,79	8,62	16,86	247	158	5,99	5,60	3,87	7,05	202
114	12,72	11,75	8,58	16,75	246	159	5,74	5,36	3,70	6,74	201
115	12,67	11,70	8,53	16,63	245	160	5,49	5,13	3,54	6,44	200
116	12,61	11,66	8,48	16,51	244	161	5,24	4,89	3,37	6,13	199
117	12,55	11,60	8,43	16,39	243	162	4,98	4,65	3,21	5,82	198
118	12,48	11,54	8,38	16,26	242	163	4,72	4,41	3,04	5,51	197
119	12,41	11,48	8,32	16,12	241	164	4,46	4,16	2,87	5,19	196
120	12,34	11,41	8,26	15,98	240	165	4,19	3,92	2,69	4,87	195
121	12,25	11,34	8,20	15,83	239	166	3,92	3,66	2,52	4,56	194
122	12,17	11,27	8,13	15,67	238	167	3,65	3,41	2,34	4,24	193
123	12,08	11,19	8,06	15,51	237	168	3,38	3,16	2,17	3,92	192
124	11,98	11,10	7,99	15,35	236	169	3,10	2,90	1,99	3,60	191
125	11,88	11,01	7,92	15,18	235	170	2,83	2,64	1,81	3,27	190
126	11,78	10,92	7,84	15,00	234	171	2,55	2,38	1,63	2,95	189
127	11,67	10,82	7,76	14,82	233	172	2,27	2,12	1,46	2,62	188
128	11,55	10,72	7,67	14,63	232	173	1,99	1,86	1,27	2,30	187
129	11,44	10,61	7,59	14,44	231	174	1,71	1,60	1,09	1,97	186
130	11,31	10,50	7,50	14,25	230	175	1,42	1,33	0,91	1,64	185
131	11,18	10,38	7,40	14,05	229	176	1,14	1,07	0,73	1,31	184
132	11,05	10,26	7,30	13,84	228	177	0,86	0,80	0,55	0,99	183
133	10,91	10,13	7,20	13,63	227	178	0,57	0,53	0,37	0,66	182
134	10,77	10,00	7,10	13,42	226	179	0,29	0,27	0,18	0,33	181

Ghi chú: Các đại lượng có dấu dương với N từ 0 đến 180°, âm với N từ 180 đến 360°

Bảng 10. Các đại lượng $3,84\left(\frac{1}{\rho}\right)^3$ và $3,71\left(\frac{1}{\rho}\right)^3$ ứng với 12 giờ (giữa trưa) thời gian Greenwich

Ngày tháng		$3,84\left(\frac{1}{\rho}\right)^3$	Hiệu	Ngày tháng		$3,84\left(\frac{1}{\rho}\right)^3$	Hiệu
Giêng	1	4,039	-3	Bảy	10 (9)	3,655	+6
	11	4,036	-8		20 (19)	3,661	+10
	21	4,028	-14		30 (29)	3,671	+15
	31	4,014	-20	Tám	9 (8)	3,686	+21
Hai	10	3,994	-24		19 (18)	3,707	+23
Giêng	20	3,970	-28		29 (28)	3,730	+27
Ba	2	3,942	-32	Chín	8 (7)	3,757	+31
	12	3,910	-32		18 (17)	3,788	+31
	22	3,878	-33		28 (27)	3,819	+33
Tư	1 (31)	3,845	-33	Mười	8 (7)	3,852	+34
	11 (10)	3,812	-31		18 (17)	3,886	+32
	21 (20)	3,781	-29		28 (27)	3,918	+30
Năm	1 (30)	3,752	-28	Mười một	7 (6)	3,948	+28
	11 (10)	3,724	-22		17 (16)	3,976	+23
	21 (20)	3,702	-19		27 (26)	3,999	+18
	31 (30)	3,683	-15	Mười hai	7 (6)	4,017	+14
Sáu	10 (9)	3,668	-9		17 (16)	4,031	+7
	20 (19)	3,659	-5		27 (26)	4,038	
	30 (29)	3,654	+1		32 (31)	4,039	

Ghi chú: Trước ngày 28/2 các ngày của năm thường và năm nhuận trùng nhau. Từ 29/2 giữa ngày tháng của năm thường và năm nhuận chênh nhau một ngày, vì vậy từ 2/3 trong bảng dẫn hai ngày: ngày ứng với năm thường và ngày (trong dấu ngoặc) ứng với năm nhuận.

Ngày tháng		$3,71\left(\frac{1}{\rho}\right)^3$	Hiệu	Ngày tháng		$3,71\left(\frac{1}{\rho}\right)^3$	Hiệu
Giêng	1	3,903	-3	Bảy	10 (9)	3,531	+6
	11	3,900	-8		20 (19)	3,537	+10
	21	3,892	-14		30 (29)	3,547	+15
	31	3,878	-20	Tám	9 (8)	3,562	+19
Hai	10	3,858	-23		19 (18)	3,581	+23
Giêng	20	3,835	-27		29 (28)	3,604	+26
Ba	2	3,808	-30	Chín	8 (7)	3,630	+30
	12	3,778	-31		18 (17)	3,660	+30
	22	3,747	-32		28 (27)	3,690	+32
Tư	1 (31)	3,715	-32	Mười	8 (7)	3,722	+33
	11 (10)	3,683	-30		18 (17)	3,755	+30
	21 (20)	3,653	-28		28 (27)	3,785	+29
Năm	1 (30)	3,625	-27	Mười một	7 (6)	3,814	+27
	11 (10)	3,598	-22		17 (16)	3,841	+23
	21 (20)	3,576	-18		27 (26)	3,864	+17
	31 (30)	3,558	-14	Mười hai	7 (6)	3,881	+14
Sáu	10 (9)	3,544	-9		17 (16)	3,895	+6
	20 (19)	3,535	-5		27 (26)	3,901	
	30 (29)	3,530	+1		32 (31)	3,902	

PHỤ LỤC 4: MÃ PASCAL CỦA CHƯƠNG TRÌNH TÍNH CÁC ĐẶC TRƯNG VẬT LÝ NƯỚC BIỂN VÀ ĐỘNG LỰC BIỂN ĐÔNG

Uses crt, graph;

Const

```
sohl: array[0.. 89] of real=
(60.1, 60.1, 60.1, 60.0, 60.0, 59.9, 59.8, 59.7, 59.5, 59.4,
59.2, 59.0, 58.8, 58.6, 58.3, 58.1, 57.8, 57.5, 57.2, 56.8,
56.5, 56.1, 55.8, 55.4, 54.9, 54.5, 54.1, 53.6, 53.1, 52.6,
52.1, 51.6, 51.0, 50.5, 49.9, 49.3, 48.7, 48.1, 47.4, 46.8,
46.1, 45.4, 44.7, 44.0, 43.3, 42.6, 41.8, 41.1, 40.3, 39.5,
38.7, 37.9, 37.1, 36.2, 35.4, 34.6, 33.7, 32.8, 31.9, 31.0,
30.1, 29.2, 28.3, 27.4, 26.4, 25.5, 24.5, 23.6, 22.6, 21.6,
20.6, 19.6, 18.6, 17.6, 16.6, 15.6, 14.6, 13.6, 12.6, 11.5,
10.5, 9.4, 8.4, 7.4, 6.3, 5.2, 4.2, 3.2, 2.1, 1.0);
valex=-maxint; unphysic=100; maxk=33;
nimax=175; njmax=160;
```

Type

```
ar=array[1.. n imax, 1.. njmax] of integer;
ts=array[1.. maxk] of real;
rec=record
    ki, vi: real;
    s, d: array[1.. maxk] of real;
end;
```

Var

```
hh: ar;
current: rec;
h: array[1.. maxk] of integer;
tang: array[1.. maxk] of string[4];
fds, f, fi, fb, fb1: text;
fr: file of real;
ff: file of rec;
fl1, f22: file of ts;
pp, tld, sld, tlu, slu, trd, srd, tru, sru,
tra1, phai, tren, duoi, profv: ts;
gd, gm, maxx, maxy, xo, yo, r, m, horizon,
thang, delgra, kmaxk: integer;
k, i, j, l, ni, nj, nk, tg1, tg2, tg3: longint;
tlbd, tldc, delx, dely, vlu, klu, vrd, krd, grid, h0, hsm, hsmk, hsmv,
```

```
phi, rad, hlim, kma, kmi, vma, vmi, longit, latit, thetich: real;
ch: char; name, stthang, df, ten, ten1, blank: string[50];
found1, found2, ok, no match, stop: boolean;
```

Function tfi (li: integer): string;

```
var s: string;
begin
    if li=0 then s:= '0' else str(li, s);
    tfi:= s;
end;
```

Function tfr (thuc: real; tp: integer): string;

```
var s: string;
begin
    str(thuc: 0: tp, s); tfr:= s;
end;
```

Function deltap (z: real): real;

```
var
    fc: text; i, j: integer;
    p, d: array[1.. 44] of real;
begin
    assign(fc, 'tabinst\deltap.cor'); reset(fc);
    readln(fc); readln(fc);
    i:= 0;
    repeat
        i:= i+1;
        readln(fc, p[i], d[i]);
        until (p[i]>z) or (i=44);
        close(fc);
        j:= i-1;
        deltap:= (d[j]+(d[i]-d[j])/(p[i]-p[j]))*(z-p[j]))/100;
    end;
```

Function deltap (t, p: real): real;

```
var fc: text;
    i, p1, p2, t2: integer;
    z: array[1.. 33] of integer;
    tren, duoi: real; ok: boolean;
begin
```

```

assign(fc, 'tabinst\deltatp.cor'); reset(fc);
readln(fc); readln(fc);
i:= 0;
repeat
    i:= i+1;
    readln(fc, z[i]);
until (z[i]>p)or(i=29);
close(fc);
p1:= z[i-1]; p2:= z[i];
assign(fc, 'tabinst\deltatp.cor'); reset(fc);
readln(fc); readln(fc);
repeat
    read(fc, i);
    if i<p1 then readln(fc);
until i=p1;
i:= 0;
repeat
    i:= i+1;
    read(fc, z[i]);
    if i=1 then
        begin
            t2:= -2;
            if p1>5000 then t2:= 0;
            end else t2:= t2+1;
until (t2>t)or(eoln(fc));
tren:= z[i-1]+(z[i]-z[i-1])*(t-t2+1);
readln(fc);
read(fc, i);
i:= 0;
repeat
    i:= i+1;
    read(fc, z[i]);
    if i=1 then
        begin
            t2:= -2;
            if p2>5000 then t2:= 0;

```

```

            end else t2:= t2+1;
until (t2>t)or(eoln(fc));
close(fc);
duoi:= z[i-1]+(z[i]-z[i-1])*(t-t2+1);
deltatp:= (tren+(duoi-tren)/(p2-p1)*(p-p1))/100;
end;
Function deltatp (s, p: real): real;
var
    fc: text;
    i, p1, p2, s2: integer;
    z: array[1.. 41] of integer;
    tren, duoi: real; ok: boolean;
begin
    assign(fc, 'tabinst\deltasp.cor'); reset(fc);
    readln(fc); readln(fc);
    i:= 0;
    repeat
        i:= i+1;
        readln(fc, z[i]);
until (z[i]>p)or(i=29);
close(fc);
p1:= z[i-1]; p2:= z[i];
assign(fc, 'tabinst\deltasp.cor'); reset(fc);
readln(fc); readln(fc);
repeat
    read(fc, i);
    if i<p1 then readln(fc);
until i=p1;
i:= 0;
repeat
    i:= i+1;
    read(fc, z[i]);
    if i=1 then
        begin
            if p1>5000 then s2:= 34 else
            if p1>3000 then s2:= 30 else

```

```

        if p 1>2000 then s2:= 20 else
        if p 1>1000 then s2:= 10 else s2:= 0;
    end else s2:= s2+1;
until (s2>s)or(eoln(fc));
tren:= z[i-1]+(z[i-z[i-1]]*(s-s2+1);
readln(fc);
read(fc, i);
i:= 0;
repeat
    i:= i+1;
    read(fc, z[i]);
    if i=1 then
        begin
            if p 2>5000 then s2:= 34 else
            if p 2>3000 then s2:= 30 else
            if p 2>2000 then s2:= 20 else
            if p 2>1000 then s2:= 10 else s2:= 0;
            end else s2:= s2+1;
        until (s2>s)or(eoln(fc));
        close(fc);
        duoi:= z[i-1]+(z[i]-z[i-1])*(s-s2+1);
        deltap:= (tren+(duoi-tren)/(p2-p1)*(p-p1))/100;
    end;
Function deltastp (s, t, p: real): real;
var
    st, st2, st1: string[2]; fc: text;
    v: array[1.. 17] of integer;
    i, j, s1, s2, p1, p2, t2: integer;
    tren, duoi, vs1, vs2: real; ok: boolean;
begin
    if (p>1000)and(s<=10) then p:= 1000 else
    if (p>2000)and((s=15)or(s=20)or(s=25)) then p:= 2000 else
    if (p>3000)and(s=30) then p:= 3000 else
    if (p>4000)and(s=31) then p:= 4000 else
    if (p>5000)and((s=32)or(s=33)or(s=37)or
    (s=38)or(s=39)or(s=40)) then p:= 5000;

```

```

assign(fc, 'tabinst\deltastp.cor'); reset(fc);
readln(fc); readln(fc);
i:= 1;
repeat
    readln(fc, st2);
    if st2<>' ' then
        begin
            val(st2, v[i], j);
            i:= i+1;
        end;
until (v[i-1]>=s)or(i>17);
close(fc);
s1:= v[i-2]; s2:= v[i-1];
str(s1:2, st1); str(s2: 2, st2);
assign(fc, 'tabinst\deltastp.cor'); reset(fc);
readln(fc); readln(fc);
p1:= trunc(p/1000)*1000;
repeat
    read(fc, st, j);
    if st<>st1 then readln(fc);
until st=st1;
if s1=35 then
    begin
        vs1:= 0; readln(fc);
    end else
    begin
        if ((s1=34)or(s1=36))and(p>5000) then p1:= 5000;
        if j<>p1 then
            begin
                readln(fc);
                repeat
                    read(fc, i);
                    if i<>p1 then readln(fc);
                until i=p1;
            end;
        i:= 0;
    end;

```

```

repeat
  i:= i+1;
  read(fc, v[i]);
  if i=1 then t2:= -2 else t2:= t2+1;
  ok:=(t2>=t);
until (ok)or(eoln(fc));
tren:= v[i-1]+(v[i]-v[i-1])*(t-t2+1);
readln(fc);
read(fc, p2);
i:= 0;
repeat
  i:= i+1;
  read(fc, v[i]);
  if i=1 then t2:= -2 else t2:= t2+1;
until (t2>=t)or(eoln(fc));
duoi:= v[i-1]+(v[i]-v[i-1])*(t-t2+1);
vs1:= tren+(duoi-tren)/(p2-p1)*(p-p1);
end;
readln(fc);
repeat
  read(fc, st, j);
  if st<>st2 then readln(fc);
until st=st2;
if s2=35 then
  begin
    vs2:= 0; readln(fc);
  end else
  begin
    if ((s2=34)or(s2=36))and(p>5000) then p1:= 5000;
    if j<>p1 then
      begin
        readln(fc);
        repeat
          read(fc, i);
          if i<>p1 then readln(fc);
        until i=p1;
      end;
    end;
  end;

```

```

end;
i:= 0;
repeat
  i:= i+1;
  read(fc, v[i]);
  if i=1 then t2:= -2 else t2:= t2+1;
until (t2>=t)or(eoln(fc));
tren:= v[i-1]+(v[i]-v[i-1])*(t-t2+1);
readln(fc);
read(fc, p2);
i:= 0;
repeat
  i:= i+1;
  read(fc, v[i]);
  if i=1 then t2:= -2 else t2:= t2+1;
until (t2>=t)or(eoln(fc));
duoi:= v[i-1]+(v[i]-v[i-1])*(t-t2+1);
vs2:= tren+(duoi-tren)/(p2-p1)*(p-p1);
end;
close(fc);
deltasp:= (vs1+(vs2-vs1)/(s2-s1)*(s-s1))/100;
end;
Function Bierknes (p, t, s: real; cod: integer): real;
var
  s2, t2, sigma0, sigma t, et, at, bt, vt, dp, dtp, dsp, dstp: real;
begin
  s2:= s*s; t2:= t*t;
  sigma0:= -0.093+0.8149*s-0.000482*s2+0.0000068*s*s2;
  et:= -sqr(t-3.98)*(t+283)/(503.570*(t+67.26));
  at:= t*(4.7867-0.098185*t+0.0010843*t2)*0.001;
  bt:= t*(18.030-0.8164*t+0.01667*t2)*0.000001;
  sigma t:= et+(sigma0+0.1324)*(1-at+bt*(sigma0-0.1324));
  vt:= 1000000/(sigma t+1000)-900;
  dp:= deltap(p);
  dtp:= deltasp(t, p);
  dsp:= deltasp(s, p);

```

```

dstp:=deltastp(s, t, p);
t2:= Vt+dp+ntp+dstp;
Bierknes:= t2;
if cod=1 then
begin
s2:= 1000000/(t2+900)-1000;
gotoxy(2, 10);
write(' Trong luong rieng quy uoc cua nuoc bien '+'
'tai nhiet do 0°C ... ', #229, '0 =', sigma0: 8: 2);
gotoxy(2, 11);
write(' Mat do quy uoc cua nuoc cat tai nhiet do '+'
't', #248, 'C ..... ', #228, 't =', Et: 8: 2);
gotoxy(2, 12);
write(' Cac he so phu thuoc nhiet do (At, Bt) '+'
'..... At =', At: 8: 2);
gotoxy(2, 13);
write(' ': 62, 'Bt =', Bt: 8: 2);
gotoxy(2, 14);
write(' Mat do quy uoc cua nuoc bien ung voi '+'
'ap suat 0 ..... ', #229, 't =', sigma: 8: 2);
gotoxy(2, 15);
write(' The tich rieng quy uoc cua nuoc bien '+'
'ung voi ap suat 0 ..... Vt =', Vt: 8: 2);
gotoxy(2, 16);
write(' Hieu chinh do ap suat p tai nhiet do '+'
'0', #248, 'C va do muoi 35 ..... ', #235, 'p =', dp: 8: 2);
gotoxy(2, 17);
write(' Hieu chinh do ap suat p tai nhiet do t',
#248, 'C va do muoi 35 ..... ', #235, 'tp =', dtp: 8: 2);
gotoxy(2, 18);
write(' Hieu chinh do ap suat p tai nhiet do 0', #248,
'C va do muoi S ..... ', #235, 'sp =', dsp: 8: 2);
gotoxy(2, 19);
write(' Hieu chinh do ap suat p tai nhiet do t', #248,
'C va do muoi S ..... ', #235, 'tsp =', dstp: 8: 2);
gotoxy(2, 20);

```

```

write(' ': 66, #196, #196, #196, #196, #196,
#196, #196, #196, #196, #196);
gotoxy(2, 21);
write(' The tich rieng quy uoc cua nuoc bien '+'
'..... Vpts =', t2: 8: 2);
gotoxy(2, 22);
write(' Mat do quy uoc cua nuoc bien .... '+'
'..... ', #235, 'pts =', s2: 8: 2);
end;
end;
Procedure docdepth;
var
m: integer; h0: real;
begin
if (ch='4')or(ch='5') then
begin
assign(fi, 'info.dyn'); reset(fi);
readln(fi, df);
readln(fi, thang);
close(fi);
str(thang, stthang);
end;
assign(fds, df); reset(fds);
readln(fds, klu, krd, vrd, vlu, delgra);
readln(fds, ni, nj);
delx:= sohl[round((vlu+vrd)/2)]*delgra/60*1852;
dely:= sohl[0]*delgra/60*1852;
for i:= ni downto 1 do for j:= 1 to nj do read(fds, hh[i,j]);
close(fds);
for i:= 1 to ni do for j:= 1 to nj do
if hh[i, j]<0 then hh[i, j]:= val ex;
grid:= delgra/60;
end;
Function goclg (s, c: real): real;
var g: real;
begin

```

```

    if c=0 then if s>=0 then g:= pi/2 else g:= 3*pi/2;
    if c>0 then if s>=0 then g:= arctan(abs(s/c))
    else g:= 2*pi-arctan(abs(s/c));
    if c<0 then if s>=0 then g:= pi-arctan(abs(s/c))
    else g:= pi+arctan(abs(s/c));
    goclg:= g*180/pi;
end;
Procedure mhdohoa;
var erc: integer;
begin
    gd:= detect;
    initgraph(gd, gm, 'c:\tp\bgi');
    erc:= graphresult;
    if erc<>grOK then
        begin
            writeln('Loi do hoa: ', grapherrormsg(erc));
            halt(0);
        end;
    setbkcolor(0); setcolor(15);
    maxx:= getmaxx; maxy:= getmaxy;
    xo:= 50; yo:= maxy-50;
    kmi:= klu; kma:= krd; vmi:= vrd; vma:= vlu;
    tlbd:= (maxx-2*xo)/(kma-kmi);
    if tlbd*(vma-vmi)>(yo-20) then tlbd:= (yo-20)/(vma-vmi);
    tldc:= 2;
    setfillstyle(1, 2); floodfill(150, 150, 2);
end;
Procedure mhvanban;
begin
    closegraph;
end;
Procedure frame;
var i, j: integer;
    kv: real; txt: string;
begin
    settextjustify(1, 1);

```

```

    settextstyle(2, 0, 6);
    setcolor(0);
    outtextxy(xo+round((kma-kmi)*tlbd/2), yo+40,
    'Horizon '+tang[horizon]+'m Month '+stthang);
    settextstyle(2, 0, 4);
    settextjustify(2, 1);
    rectangle(xo, yo, xo+round((kma-kmi)*tlbd),
    yo-round((vma-vmi)*tlbd));
    kv:= vmi;
    while kv<=vma do
        begin
            if frac(kv)=0 then
                begin
                    outtextxy(xo-5, round(yo-(kv-vmi)*tlbd), tfr(kv, 0));
                    line(xo, round(yo-(kv-vmi)*tlbd),
                    xo+2, round(yo-(kv-vmi)*tlbd));
                end;
            kv:= kv+grid;
        end;
    settextjustify(1, 2);
    kv:= kmi;
    while kv<kma do
        begin
            if (frac(kv)=0)and(trunc(kv) mod 2=0) then
                begin
                    outtextxy(xo+round((kv-kmi)*tlbd), yo+5, tfr(kv, 0));
                    line(round(xo+(kv-kmi)*tlbd), yo,
                    round(xo+(kv-kmi)*tlbd), yo-2);
                end;
            kv:= kv+grid;
        end;
    end;
Procedure border;
var i, j: integer; n: integer; k, v: real;
begin
    setcolor(0);

```



```

kmi:= klu; kma:= krd; vmi:= vrd; vma:= vlu;
assign(fb, blank); reset(fb);
frame;
repeat
  readln(fb, n);
  if n>0 then
    begin
      readln(fb, k, v);
      latit:= (v-vmi); longit:= (k-kmi);
      moveto(xo+round(longit*tlbd), yo-round(latit*tlbd));
      if n>1 then for i:= 2 to n do
        begin
          readln(fb, k, v);
          latit:= v-vmi; longit:= k-kmi;
          lineto(xo+round(longit*tlbd), yo-round(latit*tlbd));
        end;
    end;
  until n=0;
  close(fb);
end;
Procedure vector (c: integer; lon, lat, u0, v0: real);
const s: real=0.2; n: real=0.7;
var
  hh0, g0, modul, x1, y1, x2, y2, m1, m2: real;
  xg, yg, xm, ym: integer;
Function beta (x, y: real): real;
begin
  if x=0 then if y>=0 then beta:= pi/2 else beta:= 3*pi/2;
  if x>0 then if y>=0 then beta:= arctan(abs(y/x))
  else beta:= 2*pi-arctan(abs(y/x));
  if x<0 then if y>=0 then beta:= pi-arctan(abs(y/x))
  else beta:= pi+arctan(abs(y/x));
end;
begin
  if ch='4' then if c=1 then setcolor(0) else
    begin

```

```

setcolor(2);setlinestyle(0, 0, 1);
settextjustify(1, 1);settextstyle(2, 0, 6);
outtextxy(xo+round((kma-kmi)*tlbd/2), yo+40,
'Horizon '+tang[horizon]+'m Month '+stthang);
end;
g0:= beta(u0, v0);
modul:= sqrt(u0*u0+v0*v0)*tlde;
if modul<unphysic then
  begin
    xg:= round(lon*tlbd);
    yg:= round(lat*tlbd);
    m1:= modul*cos(g0);
    m2:= modul*sin(g0);
    xm:= xg+round(m1);
    ym:= yg+round(m2);
    m1:= m1*s; m2:= m2*s;
    x1:= xm-m1+n*m2;
    y1:= ym-m2-n*m1;
    x2:= xm-m1-n*m2;
    y2:= ym-m2+n*m1;
    line(xo+xg, yo-yg, xo+xm, yo-ym);
    line(xo+xm, yo-ym, xo+round(x1), yo-round(y1));
    line(xo+xm, yo-ym, xo+round(x2), yo-round(y2));
  end;
end;
Procedure scale (c: integer);
begin
  settextjustify(0, 1);
  settextstyle(2, 0, 4);
  setcolor(0);
  outtextxy(xo, yo+30, 'Scale 10cm/s');
  setlinestyle(0, 0, 1);
  moveto(xo+90, yo+32);
  lineto(xo+90+round(10*tlde), yo+32);
  moverel(-3, -2); linerel(3, 2);
  moverel(-3, 2); linerel(3, -2);

```

```

    if c=1 then setcolor(0) else
        begin
            setcolor(2); setlinestyle(0, 0, 1);
            setttextjustify(1, 1); setttextstyle(2, 0, 6);
            outtextxy(xo+round((kma-kmi)*tlbd/2), yo+40,
                'Horizon '+tang[horizon]+'m Month '+stthang);
        end;
    end;
Procedure sapxep;
    var vv: real; mean: real; m: integer;
    begin
        for r:= 1 to 2 do
            begin
                gotoxy(28, 16); write(r: 4);
                if r=1 then ten:= 't.'+stthang else ten:= 's.'+stthang;
                if r=1 then ten1:= 't.tam' else ten1:= 's.tam';
                assign(f, ten); reset(f); assign(fr, ten1); rewrite(fr);
                readln(f); readln(f);
                readln(f, ni, nj, nk);
                for k:= 1 to nk do
                    begin
                        readln(f);
                        for i:= ni downto 1 do
                            begin
                                for j:= 1 to nj do
                                    begin
                                        read(f, vv); write(fr, vv);
                                    end;
                                readln(f);
                            end;
                        end;
                    end;
                close(f); close(fr);
            end;
        end;
    end;
Procedure parast (cod: byte; var speed: ts);
    var

```

```

    va, vb, d, da, db: ts;
    k, km: integer;
    ha, hb, sohaily, tad, sad, tbd, sbd, vad, vbd: real;
begin
    if cod=0 then name:= 'parast.txt' else
        begin
            gotoxy(2, 10);
            write('Create data file ..... ');
            readln(name);
            assign(f, name); rewrite(f);
            gotoxy(2, 10);
            write('Number of observed horizons ..... ');
            readln(km);
            gotoxy(2, 11);
            write('Depth of station A (left-down) ..... ');
            readln(ha);
            gotoxy(2, 12);
            write('Depth of station B (right-up) ..... ');
            readln(hb);
            gotoxy(2, 13);
            write('Distance from A to B (miles) ..... ');
            readln(sohaily);
            gotoxy(2, 14);
            write('Vo do trung binh ..... ');
            readln(phi);
            writeln(f, 'So tang/Do sau tram A/'+
                'Do sau tram B/Khoang cach A – B (hai ly)/Vi do');
            writeln(f, km: 3, ha: 8: 1, hb: 8: 1, sohaily: 8: 2, phi: 7: 2);
            gotoxy(40, 1);
            write(' N Horizon Tem. A Sal. A Tem. B Sal. B');
            write(' N Tang Tem. A Sal. A Tem. B Sal. B');
            for k:= 1 to km do
                begin
                    gotoxy(40, 1+k); write(k: 2);
                    gotoxy(43, 1+k); readln(d[k]);
                    gotoxy(51, 1+k); readln(tld[k]);

```

```

        gotoxy(58, 1+k); readln(sld[k]);
        gotoxy(65, 1+k); readln(tlu[k]);
        gotoxy(72, 1+k); readln(slu[k]);
        writeln(f, d[k]: 8: 2, tld[k]: 6: 2, sld[k]: 6: 2,
            tlu[k]: 6: 2, slu[k]: 6: 2);
    end;
    gotoxy(51, 2+k); readln(tad);
    gotoxy(58, 2+k); readln(sad);
    gotoxy(65, 2+k); readln(tbd);
    gotoxy(72, 2+k); readln(sbd);
    writeln(f, tad: 14: 2, sad: 6: 2, tbd: 6: 2, sbd: 6: 2);
    close(f);
end;
assign(f, name); reset(f);
readln(f);
readln(f, km, ha, hb, sohaily, phi);
for k:= 1 to km do
    readln(f, d[k], tld[k], sld[k], tlu[k], slu[k]);
    readln(f, tad, sad, tbd, sbd);
    close(f);
    hsm:= 3.7/(sohaily*sin(phi*rad));
    for k:= 1 to km do
        begin
            va[k]:= Bierknes(h[k], tld[k], sld[k], 0);
            vb[k]:= Bierknes(h[k], tlu[k], slu[k], 0);
        end;
    vad:= Bierknes(ha, tad, sad, 0);
    vbd:= Bierknes(hb, tbd, sbd, 0);
    da[km]:= (vad+va[km])/2*(ha-d[km]);
    db[km]:= (vbd+vb[km])/2*(hb-d[km]);
    if ha<hb then da[km]:= da[km]+0.5*(vad+vbd)*(hb-ha);
    if ha>hb then db[km]:= db[km]+0.5*(vad+vbd)*(ha-hb);
    phai[km]:= (da[km]-db[km])*hsm;
    for k:= km-1 downto 1 do
        begin
            da[k]:= da[k+1]+0.5*(va[k+1]+va[k])*(d[k+1]-d[k]);

```

```

            db[k]:= db[k+1]+0.5*(vb[k+1]+vb[k])*(d[k+1]-d[k]);
            phai[k]:= (da[k]-db[k])*hsm;
        end;
    if cod=1 then
        begin
            clrscr;
            gotoxy(2, 1);
            write('Nhin tu tram A den tram B '+
                'toc do duong chay ve phia tay phai');
            gotoxy(2, 3);
            write('M = ', hsm: 0: 3);
            gotoxy(2, 4);
            write('z (m)': 8, 'Da(mmDL)': 10, 'Db(mmDL)': 10,
                'Da - Db': 10, 'Cm/s': 10);
            for k:= 1 to km do
                begin
                    gotoxy(2, 4+k);
                    write(d[k]: 8: 2, da[k]: 10: 2, db[k]: 10: 2,
                        da[k]-db[k]: 10: 2, phai[k]: 10: 2);
                    speed[k]:= phai[k];
                end;
            readln;
        end
    else for k:= 1 to km do speed[k]:= phai[k];
end;
Procedure geosect;
Var k, j, km, tram: integer;
    vido, dosau, tang, d, da, db, tocdo, tong: ts;
    ha, hb, sohaily, tad, sad, tbd, sbd, vad, vbd: real;
    tit: string;
    ff: text;
    nhiet, muoi, mang: array[1.. 33, 1.. 50] of real;
begin
    repeat
        gotoxy(2, 10); write('Data file ..... ');
        readln(ten);

```

```

if ten=" then exit;
assign(ff, ten); reset(ff);
readln(ff, tit); read(ff, km, tram);
for k:= 1 to tram do read(ff, dosau[k]);
readln(ff);
for k:= 1 to tram do read(ff, vido[k]);
readln(ff);
for k:= 1 to km do
begin
read(ff, tang[k]);
for j:= 1 to tram do read(ff, nhiet[k, j]);
readln(ff);
end;
for k:= 1 to km do
begin
read(ff, tang[k]);
for j:= 1 to tram do read(ff, muoi[k, j]);
readln(ff);
end;
close(ff);
for j:= 1 to tram-1 do
begin
ha:= dosau[j];
hb:= dosau[j+1];
sohaily:= 60;
phi:= 0.5*(v idoj+v idoj+1);
for k:= 1 to km do
begin
d[k]:= tang[k];
tld[k]:= nhiet[k, j];
sld[k]:= muoi[k, j];
tlu[k]:= nhiet[k, j+1];
slu[k]:= muoi[k, j+1];
end;
tad:= nhiet[km, j];
sad:= muoi[km, j];

```

```

tbd:= nhiet[km, j+1];
sbd:= muoi[km, j+1];
assign(ff, 'parast.txt'); rewrite(ff);
writeln(ff);
writeln(ff, km: 3, ha: 7: 1, hb: 7: 1,
sohaily: 7: 2, phi: 10: 2);
for k:= 1 to km do
writeln(ff, d[k]: 8: 2, tld[k]: 7: 2, sld[k]: 7: 2,
tlu[k]: 7: 2, slu[k]: 7: 2);
writeln(ff, tad: 7: 2, sad: 7: 2, tbd: 7: 2, sbd: 7: 2);
close(ff);
parast(0, tocd);
for k:= 1 to km do mang[k, j]:= tocd[k];
end;
assign(ff, 'a'+ten); rewrite(ff);
writeln(ff, tit);
for j:= 1 to tram-1 do tong[j]:= 0;
for k:= 1 to km-1 do
begin
write(ff, tang[k]: 0: 0);
for j:= 1 to tram-1 do
begin
write(ff, ',', mang[k, j]: 0: 0);
mang[k, j]:= sohaily*1852.0*(tang[k+1]-tang[k])
*0.005*(mang[k, j]+mang[k+1, j]);
write(ff, ',', mang[k, j]: 0: 0);
tong[j]:= tong[j]+mang[k, j];
end;
end;
writeln(ff);
end;
write(ff, tang[km]: 0: 0);
for j:= 1 to tram-1 do write(ff, ',', mang[km, j]: 0: 0);
write(ff, 'Tong');
for j:= 1 to tram-1 do write(ff, ',', tong[j]: 0: 0);
close(ff);
until ten=";

```

```

end;
Function ngoaisuy (v1, v2, h1, h2, h: real): real;
begin
    ngoaisuy:= v2+(v2-v1)/(h2-h1)*(h-h2);
end;
Procedure geocalcu (mm, ha, hb: real;
                    aps, ta, sa, tb, sb: ts; var speed: ts);
var va, vb: ts;
    kk, hmax: integer;
    tad, sad, tbd, sbd, vad, vbd, da, db: real;
    ok: boolean;
begin
    for kk:= 1 to maxk do speed[kk]:= valex;
    hmax:= 1; ok:= true;
    repeat
        ok:= (ta[hmax]<>valex)and(sa[hmax]<>valex)
            and(tb[hmax]<>valex)and(sb[hmax]<>valex)
            and(aps[hmax]<=ha)and(aps[hmax]<=hb);
        if ok then hmax:= hmax+1;
    until (not(ok))or(hmax>nk);
    hmax:= hmax-1;
    if hmax>kmaxk then hmax:= kmaxk;
    if ha>aps[kmaxk] then ha:= aps[kmaxk];
    if hb>aps[kmaxk] then hb:= aps[kmaxk];
    if hmax>1 then
        begin
            for kk:= 1 to hmax do
                begin
                    va[kk]:= Bierknes(aps[kk], ta[kk], sa[kk], 0);
                    vb[kk]:= Bierknes(aps[kk], tb[kk], sb[kk], 0);
                end;
            if ha=aps[hmax] then
                begin
                    tad:= ta[hmax]; sad:= sa[hmax];
                end else
                begin

```

```

                    if ha>aps[hmax+1] then ha:= aps[hmax+1];
                    tad:= ngoaisuy(ta[hmax-1], ta[hmax],
                    aps[hmax-1], aps[hmax], ha);
                    sad:= ngoaisuy(sa[hmax-1], sa[hmax],
                    aps[hmax-1], aps[hmax], ha);
                end;
            if hb=aps[hmax] then
                begin
                    tbd:= tb[hmax]; sbd:= sb[hmax];
                end else
                begin
                    if hb>aps[hmax+1] then hb:= aps[hmax+1];
                    tbd:= ngoaisuy(tb[hmax-1], tb[hmax],
                    aps[hmax-1], aps[hmax], hb);
                    sbd:= ngoaisuy(sb[hmax-1], sb[hmax],
                    aps[hmax-1], aps[hmax], hb);
                end;
            vad:= Bierknes(ha, tad, sad, 0);
            da:= (vad+va[hmax])/2*(ha-aps[hmax]);
            vbd:= Bierknes(hb, tbd, sbd, 0);
            db:= (vbd+vb[hmax])/2*(hb-aps[hmax]);
            if ha<hb then da:= da+0.5*(vad+vbd)*(hb-ha);
            if ha>hb then db:= db+0.5*(vad+vbd)*(ha-hb);
            speed[hmax]:= (da-db)*mm;
            for kk:= hmax-1 downto 1 do
                begin
                    da:= da+(va[kk]+va[kk+1])/2*(aps[kk+1]-aps[kk]);
                    db:= db+(vb[kk]+vb[kk+1])/2*(aps[kk+1]-aps[kk]);
                    speed[kk]:= (da-db)*mm;
                end;
            end;
        end;
    end;
Procedure scsdy (fds, thg: string);
var u, v: real;
begin

```

```

for k:= 1 to maxk do profv[k]:= valex;
docdepth;
if ch in ['3', '6'] then horizon:= 1;
gotoxy(2, 10);
write('File do sau: ', df, '..... OK');
gotoxy(2, 11);
write('Ma tran do sau: ', ni, ' dong ', nj,
' cot. Buoc luoi ', round(delgra),
'', Left up corner: ', vlu: 0: 1,
#248, 'N - ', klu: 0: 1, #248, 'E');
gotoxy(2, 12);
write('Cac file sau day se duoc xu ly:');
gotoxy(2, 13);
write('File nhiet do : ..... ', 'T'+'. '+stthang);
gotoxy(2, 14);
write('File do muoi: ..... ', 'S'+'. '+stthang);
gotoxy(2, 16);
write('Lam tron cac truong TS .... ');
sapxep;
gotoxy(40, 16); write('nk = ', nk: 4);
gotoxy(2, 17); write('Making tampon files:');
{Xep profil T, S(z) tu tay sang dong, tu bac xuong nam}
for r:= 1 to 2 do
begin
if r=1 then ten:= 't.tam' else ten:= 's.tam';
if r=1 then tenl:= 'tt.tam' else tenl:= 'ss.tam';
assign(fr, ten); reset(fr);
assign(fl1, tenl); rewrite(fl1);
tg1:= ni*nj;
for i:= ni downto 1 do
begin
tg2:= (ni-i)*nj;
for j:= 1 to nj do
begin
tg3:= j-1;
for k:= 1 to nk do

```

```

begin
l:= (k-1)*tg1+tg2+tg3;
seek(fr, l); read(fr, tld[k]);
end;
if nk<maxk then
for k:= nk+1 to maxk do tld[k]:= valex;
write(fl1, tld);
end;
end;
close(fl1); close(fr);
assign(fr, ten); erase(fr);
end;
gotoxy(2, 18);
write('Geostrophical calculation:');
for k:= 1 to maxk do pp[k]:= h[k];
assign(ff, 'current.dbf'); rewrite(ff);
assign(fl1, 'tt.tam'); reset(fl1);
assign(f22, 'ss.tam'); reset(f22);
mhdohoa;
border;
scale(1);
for i:= ni-1 downto 1 do
begin
tg1:= (ni-i)*nj;
current.vi:= vlu-(ni-i-0.5)*grid;
phi:= current.vi;
hsm:= 3.7/(grid*sin(phi*rad));
hsmv:= hsm/sohl[round(phi)];
hsmk:= hsm/60;
for j:= 1 to nj-1 do
if (hh[i, j]<>valex)or(hh[i, j+1]<>valex)or
(hh[i+1, j+1]<>valex)or(hh[i+1, j]<>valex) then
begin
tg2:= tg1+(j-1);
current.ki:= klu+(j-0.5)*grid;
for k:= 1 to maxk do

```

```

begin
  current.s[k]:=valex;
  current.d[k]:=valex;
end;
l:=tg2-nj;
seek(f11, l); read(f11, tlu, tru);
seek(f22, l); read(f22, slu, sru);
l:=tg2;
seek(f11, l); read(f11, tld, trd);
seek(f22, l); read(f22, sld, srd);
if (hh[i, j]<>valex)and(hh[i+1, j]<>valex) then
  geocalcu(hsmk, hh[i, j], hh[i+1, j],
    pp, tld, sld, tlu, slu, trai)
else trai:=profv;
if (hh[i, j+1]<>valex)and(hh[i+1, j+1]<>valex) then
  geocalcu(hsmk, hh[i, j+1], hh[i+1, j+1],
    pp, trd, srd, tru, sru, phai)
else phai:=profv;
if (hh[i, j]<>valex)and(hh[i, j+1]<>valex) then
  geocalcu(hsmv, hh[i, j+1], hh[i, j],
    pp, trd, srd, tld, sld, duoi)
else duoi:=profv;
if (hh[i+1, j+1]<>valex)and(hh[i+1, j]<>valex) then
  geocalcu(hsmv, hh[i+1, j+1], hh[i+1, j],
    pp, tru, sru, tlu, slu, tren)
else tren:=profv;
for k:= 1 to nk do
  begin
    u:= 0; m:= 0;
    if trai[k]<>valex then
      begin
        u:=u+trai[k]; m:= m+1;
      end;
    if phai[k]<>valex then
      begin
        u:=u+phai[k]; m:= m+1;

```

```

      end;
    if m>0 then u:= u/m else u:=valex;
    v:= 0; m:= 0;
    if tren[k]<>valex then
      begin
        v:=v+tren[k]; m:= m+1;
      end;
    if duoi[k]<>valex then
      begin
        v:=v+duoi[k]; m:= m+1;
      end;
    if m>0 then v:= v/m else v:=valex;
    if (u<>valex)and(v<>valex) then
      begin
        current.s[k]:=sqrt(sqr(u)+sqr(v));
        current.d[k]:=goclg(v, u);
        if k=horizon then
          begin
            latit:=current.vi-vmi;
            longit:=current.ki-kmi;
            vector(1, longit, latit, u, v);
          end;
        end;
      end;
    if (i mod 2=0)and(j mod 2=0) then write(ff, current);
  end;
end;
close(f11); close(f22); close(ff);
assign(f11, 'tt.tam'); erase(f11);
assign(f22, 'ss.tam'); erase(f22);
if ch in ['3', '6'] then
  begin
    assign(fi, 'info.dyn'); rewrite(fi);
    writeln(fi, df); write ln(fi, thang);
    close(fi);
    if ch='3' then repeat until keypressed;

```

```

        end;
        mhvanban;
    end;
Procedure curmap (ten: string);
    var u, v: real; paus: char;
    begin
        border; frame; scale(1);
        assign(ff, 'current.dbf'); reset(ff);
        assign(f, ten); rewrite(f);
        seek(ff, 0);
        while not(eof(ff)) do
            begin
                read(ff, current);
                with current do
                    if (s[horizon]<>valex)and(ki>kmi)and(ki<kma)
                    and(vi>vmi)and(vi<vma) then
                        begin
                            writeln(f, ki: 8: 2, vi: 8: 2,
                                s[horizon]: 8: 0, d[horizon]: 8: 0);
                            u:= s[horizon]*cos(d[horizon]*rad);
                            v:= s[horizon]*sin(d[horizon]*rad);
                            latit:= current.vi-vmi;
                            longit:= current.ki-kmi;
                            vector(1, longit, latit, u, v);
                        end;
            end;
        end;
        close(f);
        delay(3000);
        seek(ff, 0);
        while not(eof(ff)) do
            begin
                read(ff, current);
                with current do
                    if (s[horizon]<>valex)and(ki>kmi)and(ki<kma)
                    and(vi>vmi)and(vi<vma) then
                        begin

```

```

                            u:= s[horizon]*cos(d[horizon]*rad);
                            v:= s[horizon]*sin(d[horizon]*rad);
                            latit:= current.vi-vmi;
                            longit:= current.ki-kmi;
                            vector(0, longit, latit, u, v);
                        end;
            end;
        if keypressed then paus:= readkey;
        if paus=#27 then stop:= true;
        case paus of
            'B': tlbd:= tlbd+0.5*tlbd;
            'b': tlbd:= tlbd+0.2*tlbd;
            'S': if tlbd-0.5*tlbd>0 then tlbd:= tlbd-0.5*tlbd;
            's': if tlbd-0.2*tlbd>0 then tlbd:= tlbd-0.2*tlbd;
            'R', 'r': Xo:= Xo+50;
            'L', 'l': xo:= xo-50;
            'U', 'u': yo:= yo-50;
            'D', 'd': yo:= yo+50;
            '+': tldc:= tldc+0.2*tldc;
            '-': if tldc-0.2*tldc>0 then tldc:= tldc-0.2*tldc;
        end;
        close(ff);
    end;
Procedure parsec;
    var
        h0: real; n, l, r: integer;
        ds, kinh: array[1.. njmax] of real;
    begin
        assign(ff, 'current.dbf'); reset(ff);
        for i:= 1 to ni-1 do
            begin
                str(i, ten1);
                ten1:= 'sec'+ten1;
                gotoxy(2, 10);
                write('Tao cac file dang Surfer... ',
                    ten1+'.dat ', ten1+'.b ln');
            end;
        end;
    end;

```



```

l:= 0;
repeat
  l:= l+1;
until (hh[i, l]=0)or(hh[i+1, l]=0)or(l=nj);
r:= nj+1;
repeat
  r:= r-1;
until (hh[i, r]=0)or(hh[i+1, r]=0)or(r=1);
n:= 0;
if l<r then for j:= l to r do
  begin
    n:= n+1;
    h0:= (hh[i, j]+hh[i+1, j])/2;
    if h0>0 then
      begin
        ds[n]:= -h0;
        if h0>hlim then ds[n]:= -hlim;
        end else ds[n]:= 0;
        kinh[n]:= klu+(j-1)*grid;
      end;
    if ds[n]<0 then
      begin
        n:= n+1; ds[n]:= 0;
        kinh[n]:= kinh[n]+grid;
      end;
    if ds[1]<0 then
      begin
        n:= n+1; ds[n]:= 0;
        kinh[n]:= kinh[1]-grid;
      end;
    n:= n+1;
    ds[n]:= ds[1];
    kinh[n]:= kinh[1];
    if n>1 then
      begin
        assign(fbl, ten1+'.bln'); rewrite(fbl);

```

```

        writeln(fbl, n, ' 0');
        for k:= 1 to n do
          writeln(fbl, kinh[k]: 0: 2, ' ', ds[k]: 0: 2);
        close(fbl);
        assign(f, ten1+'.dat'); rewrite(f);
      end;
    for j:= 1 to nj-1 do
      if hh[i, j]+hh[i, j+1]+hh[i+1, j]+hh[i+1, j+1]>0 then
        begin
          read(ff, current);
          if n>1 then with current do for k:= 1 to nk do
            if (s[k]<>valex)and(h[k]<=hlim) then
              writeln(f, ki: 0: 2, ' ', -h[k], ' ',
                s[k]*sin(d[k]*rad): 0: 2);
            end;
          if n>1 then close(f);
        end;
      close(ff);
    end;
Procedure ophys;
  type ari=array[1.. 100] of integer;
  arr=array[1.. 100] of real;
  var
    ds: ari;
    tem, sal, dcdltram: arr;
    dd, tieude, ten, ten1, ten2: string;
    chon: char; f: text;
    k, sotang: integer;
Function t202326 (b: byte; t, s: real): real;
  var
    f: text;
    i, c, d, s1, s2, t1, t2: integer;
    st: string[3];
    traitren, traiduoi, phaitren, phaiduoi, nt: real;
  begin
    if t>=30 then d:= 32 else

```

```

if t<0 then d:= trunc(t)+2 else d:= trunc(t)+3;
if b=20 then
  begin
    if s<5 then c:= 1 else
    if s<10 then c:= 2 else
    if s<15 then c:= 3 else
    if s<20 then c:= 4 else
    if s<25 then c:= 5 else c:= trunc(s-25)+6;
    assign(f, dd+'zubov20.tab');
  end;
if b=23 then
  begin
    if s<5 then c:= 1 else c:= trunc(s/5)+1;
    assign(f, dd+'zubov23.tab');
  end;
if b=26 then
  begin
    if s<5 then c:= 1 else
    if s<30 then c:= trunc(s/5)+1
    else c:= trunc(s-30)+7;
    assign(f, dd+'zubov26.tab');
  end;
reset(f);
readln(f);read(f, st);
for i:= 1 to c do read(f, s1);
readln(f, s2);
if d>1 then for i:= 1 to d-1 do readln(f);
read(f, t1);
for i:= 1 to c do read(f, traitren);
readln(f, phaitren);
read(f, t2);
for i:= 1 to c do read(f, traiduoi);
readln(f, phaiduoi);
close(f);
nt:= (s-s1)/(s2-s1);
traitren:= traitren+(phaitren-traitren)*nt;

```

```

    traiduoi:= traiduoi+(phaiduoi-traiduoi)*nt;
    t202326:= traitren+(traiduoi-traitren)/(t2-t1)*(t-t1);
  end;
Function t212427 (b: byte; p, t: real): real;
var
  f: text;
  i, d, c1, c2, cot, socot, sodong, p1, p2, t1, t2: integer;
  st: string[3]; ok: boolean;
  traitren, traiduoi, phaitren, phaiduoi, nt: real;
  tem, v: array[1.. 23] of real;
begin
  if ((b=21)and(((p>1000)and(t>16))
  or((p>4000)and(t>4))))
  or((b=24)and(((p>1000)and(t>20))or
  ((p>2000)and(t>14))or((p>3000)and(t>10))
  or((p>4000)and(t>4))or((p>9000)and(t>3))))) then
    begin
      gotoxy(2, 24); write('P=', p: 0: 2);
      if (b=21)or(b=24) then write(' T=') else write(' S=');
      write(t: 0: 2, ' vuot ra ngoai pham vi bang Zubov ', tfi(b));
      gotoxy(2, 25);
      write('Nhan phim Enter ket thuc chuong trinh');
      readln; halt;
      traitren:= 0;
    end else
    begin
      if (b=21)or(b=27) then
        begin
          if p<1000 then d:= trunc(p/100)+1 else
          if p<4000 then d:= trunc(p/500)+9 else
          d:= trunc((p-4000)/1000)+17;
          sodong:= 23;
          if b=21 then assign(f, dd+'zubov21.tab')
          else assign(f, dd+'zubov27.tab');
        end;
      if b=24 then

```

```

begin
  if p<1000 then d:= trunc(p/200)+1 else
  if p<4000 then d:= trunc(p/500)+4 else
  d:= trunc((p-4000)/1000)+11;
  sodong:= 18;
  assign(f, dd+'zubov24.tab');
end;
if b=27 then socot:= 9 else socot:= 23;
reset(f);
readln(f);
read(f, st);
for i:= 1 to socot do read(f, tem[i]);
readln(f);
if d>1 then for i:= 1 to d-1 do readln(f);
if b=21 then
  begin
    if d<12 then cot:= 23 else
    if d<18 then cot:= 16 else cot:= 7;
  end;
if b=24 then
  begin
    if d<7 then cot:= 23 else
    if d<9 then cot:= 18 else
    if d<11 then cot:= 15 else
    if d<13 then cot:= 13 else
    if d<18 then cot:= 7 else cot:= 6;
  end;
if b=27 then cot:= 9;
read(f, p1);
for i:= 1 to cot do read(f, v[i]);
i:= 1;
ok:= false;
repeat
  ok:=(v[i]<>99.99)and(tem[i]>=t);
  if ok then
    begin

```

```

      c2:= i; phaitren:= v[c2];
    end else i:= i+1;
until ok;
i:= c2; ok:= false;
repeat
  ok:=(v[i]<>99.99)and(tem[i]<=t);
  if ok then
    begin
      c1:= i; traitren:= v[c1];
    end else i:= i-1;
until ok;
if traitren <> phaitren then
  traitren:= traitren+(phaitren-traitren)/
  (tem[c2]-tem[c1])*(t-tem[c1]);
if d<sodong then
  begin
    readln(f); d:= d+1;
    if b=21 then
      begin
        if d<12 then cot:= 23 else
        if d<18 then cot:= 16 else cot:= 7;
      end;
    if b=24 then
      begin
        if d<7 then cot:= 23 else
        if d<9 then cot:= 18 else
        if d<11 then cot:= 15 else
        if d<13 then cot:= 13 else
        if d<18 then cot:= 7 else cot:= 6;
      end;
    if b=27 then cot:= 9;
    read(f, p2);
    for i:= 1 to cot do read(f, v[i]);
    i:= 1;
    repeat
      ok:=(v[i]<>99.99)and(tem[i]>=t);

```

```

        if ok then
            begin
                c2:= i; phaiduoi:= v[c2];
            end else i:= i+1;
        until ok;
        i:= c2;
        repeat
            ok:= (v[i]<>99.99)and(tem[i]<=t);
            if ok then
                begin
                    c1:= i; traiduoi:= v[c1];
                end else i:= i-1;
            until ok;
            if traiduoi<>phaiduoi then
                traiduoi:= traiduoi+(phaiduoi-traiduoi)/
                (tem[c2]-tem[c1])*(t-tem[c1]);
                traitren:= traitren+(traiduoi-traitren)/
                (p2-p1)*(p-p1);
            end;
        close(f);
    end;
    t212427:= traitren;
end;
Function t222528 (b: byte; p, t, s: real): real;
var
    f: text;
    i, j, c, d, dong, s1, s2: integer;
    st: string[8];
    p2, v1, v2, trai, phai, tra: real;
    tem: array[1.. 5] of integer;
begin
    if (t>20) then v1:= 0 else
        begin
            if s<=5 then d:= 1 else
                if s<10 then d:= 2 else
                    if s<15 then d:= 3 else

```

```

                        if s<20 then d:= 4 else
                            if s<25 then d:= 5 else
                                if s<30 then d:= 6 else
                                    if s<33 then d:= 7 else
                                        if s<35 then d:= 8 else
                                            if s<37 then d:= 9 else d:= 10;
                                                if t<5 then c:= 1 else
                                                    if t<10 then c:= 2 else
                                                        if t<15 then c:= 3 else c:= 4;
                                                            if b=22 then assign(f, dd+'zubov22.tab') else
                                                                if b=25 then assign(f, dd+'zubov25.tab') else
                                                                    assign(f, dd+'zubov28.tab');
                                                                        reset(f);
                                                                            readln(f); read(f, st);
                                                                                for i:= 1 to 5 do read(f, tem[i]);
                                                                                    readln(f);
                                                                                        if d>1 then for i:= 1 to d-1 do
                                                                                            begin
                                                                                                if i=9 then dong:= 1 else dong:= 2;
                                                                                                    for j:= 1 to dong do readln(f);
                                                                                                        end;
                                                                                                            readln(f, s1);
                                                                                                                if s1=35 then v1:= 0 else
                                                                                                                    begin
                                                                                                                        read(f, p2); p2:= p/p2;
                                                                                                                            for j:= 1 to c do read(f, trai);
                                                                                                                                readln(f, phai);
                                                                                                                                    trai:= trai*p2; phai:= phai*p2;
                                                                                                                                        v1:= trai+(phai-trai)/(tem[c+1]-tem[c])
                                                                                                                                            *(t-tem[c]);
                                                                                                                                                end;
                                                                                                                                                    readln(f, s2);
                                                                                                                                                        if s2=35 then v2:= 0 else
                                                                                                                                                            begin
                                                                                                                    read(f, p2); p2:= p/p2;
                                                                                                                        for j:= 1 to c do read(f, trai);

```



```

b28:= t222528(28, ztb, ttb, stb);
cot21:= b26+b27+b28;
cot22:= dsdz*cot21;
writeln(f2, #179, z[k]: 4, #179, t[k]: 5: 2, #179, s[k]: 5: 2,
#179, ttb: 5: 2, #179, stb: 5: 2, #179, dtdz: 7: 1,
#179, b23: 4: 1, #179, b24: 4: 1, #179, b25: 4: 1,
#179, cot10: 5: 1, ' ', #179, cot11: 7: 1,
#179, b20: 5: 2, #179, b21: 5: 2, #179, b22: 5: 2,
#179, cot15: 5: 2, #179, cot16: 5: 0,
#179, dsdz: 6: 1, #179, b26: 5: 2,
#179, b27: 5: 2, #179, b28: 5: 2,
#179, cot21: 5: 2, #179, cot22: 5: 0,
#179, cot16+cot22: 5: 0, #179);
writeln(f3, z[k]: 0, ' ', t[k]: 0: 2, ' ', s[k]: 0: 2, ' ',
ttb: 0: 2, ' ', stb: 0: 2, ' ', dtdz: 0: 1, ' ',
b23: 0: 1, ' ', b24: 0: 1, ' ', b25: 0: 1, ' ',
cot10: 0: 1, ' ', cot11: 0: 1, ' ', b20: 0: 2, ' ',
b21: 0: 2, ' ', b22: 0: 2, ' ', cot15: 0: 2, ' ',
cot16: 0: 0, ' ', dsdz: 0: 1, ' ', b26: 0: 2, ' ',
b27: 0: 2, ' ', b28: 0: 2, ' ', cot21: 0: 2, ' ',
cot22: 0: 0, ' ', cot16+cot22: 0: 0);
end;
writeln(f2, #179, z[n]: 4, #179, t[n]: 5: 2, #179, s[n]: 5: 2,
#179, ' ', #179, ' ', #179, ' ', #179, ' ',
#179, ' ', #179, ' ', #179, ' ', #179, ' ',
#179, ' ', #179, ' ', #179, ' ', #179, ' ',
#179, ' ', #179, ' ', #179, ' ', #179, ' ',
#179, ' ', #179, ' ', #179);
writeln(f3, z[n]: 0, ' ', t[n]: 0: 2, ' ', s[n]: 0: 2,
',,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,');
close(f2); close(f3);
gotoxy(2, 24);
write('Xong: Cac file ket qua: ', ten1, ' ', ten2, ' OK? ');
readln;
end;

```

```

Procedure doctram (tentram: string);
var fl: text; k: integer;
begin
  assign(fl, tentram); reset(fl);
  readln(fl, tieude);
  readln(fl, sotang);
  for k:= 1 to sotang do readln(fl, ds[k], tem[k], sal[k]);
  close(fl);
end;

Procedure Bierknes (p: integer; t, s: real;
var vt, dp, dtp, dsp, dstp, vpts: real);
var
  s2, t2, sigma0, sigma t, Et, At, Bt: real;
begin
  s2:= s*s; t2:= t*t;
  sigma0:= -0.093+0.8149*s-0.000482*s2+0.0000068*s*s2;
  et:= -sqr(t-3.98)*(t+283)/(503.570*(t+67.26));
  at:= t*(4.7867-0.098185*t+0.0010843*t2)*0.001;
  bt:= t*(18.030-0.8164*t+0.01667*t2)*0.000001;
  sigma t:= Et+(sigma0+0.1324)*(1-At+Bt*(sigma0-0.1324));
  vt:= 1000000/(sigma t+1000)-900;
  dp:= deltap(p);
  dtp:= deltatp(t, p);
  dsp:= deltas p(s, p);
  dstp:= deltastp(s, t, p);
  vpts:= vt+dp+dtp+dsp+dstp;
end;

Procedure bangdocaodl (n: integer; z: arr; t, s: arr; dcdl: arr);
var
  k: integer; vtb: real; ff: text;
  vt, dp, dtp, dsp, dstp, vpts: arr;
begin
  doctram(ten);
  for k:= 1 to n do
    Bierknes(z[k], t[k], s[k], vt[k], dp[k], dtp[k], dsp[k], dstp[k], vpts[k]);
    dcdl[n]:= 0;

```

```

for k:=n-1 downto 1 do
dcdl[k]:= dcdl[k+1]+0.5*(vpts[k]+vpts[k+1])*(ds[k+1]-ds[k]);
assign(ff, 'docao.doc'); rewrite(ff);
writeln(ff, z[1], ',', t[1]: 0: 2, ',', s[1]: 0: 2, ',',
vt[1]: 0: 2, ',', dp[1]: 0: 2, ',', dtp[1]: 0: 2, ',',
dsp[1]: 0: 2, ',', dstp[1]: 0: 2, ',',
dp[1]+dtp[1]+dsp[1]+dstp[1]: 0: 2, ',',
vpts[1]: 0: 2, ',', ' - ', ',', ' - ', ',', dcdl[k]: 0: 0);
for k:= 2 to n do
begin
vtb:= 0.5*(vpts[k-1]+vpts[k]);
writeln(ff, z[k], ',', t[k]: 0: 2, ',', s[k]: 0: 2, ',',
vt[k]: 0: 2, ',', dp[k]: 0: 2, ',', dtp[k]: 0: 2, ',',
dsp[k]: 0: 2, ',', dstp[k]: 0: 2, ',',
dp[k]+dtp[k]+dsp[k]+dstp[k]: 0: 2, ',',
vpts[k]: 0: 2, ',', vtb: 0: 2, ',',
vtb*(z[k]-z[k-1]): 0: 0, ',', dcdl[k]: 0: 0);
end;
close(ff);
gotoxy(2, 24);
write('Xong: File ket qua: Docao.doc OK? ');
readln;
end;
Procedure Acheln;
var
dcdltram2: arr; k: integer;
hieuds, hieuh, tb1, tb2, vt, dp, dtp, dsp, dstp, sum: real;
vpts, ha, hb: arr;
begin
gotoxy(2, 8); write('Ten file so lieu tram 1: ');
readln(ten1);
gotoxy(2, 9); write('Ten file so lieu tram 2: ');
readln(ten2);
doctram(ten1);
for k:= 1 to sotang do
bierknes(ds[k], tem[k], sal[k], vt, dp, dtp, dsp, dstp, vpts[k]);

```

```

dcdltram[sotang]:= 0;
for k:= sotang-1 downto 1 do dcdltram[k]:= dcdltram[k+1]
+0.5*(vpts[k]+vpts[k+1])*(ds[k+1]-ds[k]);
doctram(ten2);
for k:= 1 to sotang do
bierknes(ds[k], tem[k], sal[k], vt, dp, dtp, dsp, dstp, vpts[k]);
dcdltram2[sotang]:= 0;
for k:= sotang-1 downto 1 do dcdltram2[k]:= dcdltram2[k+1]
+0.5*(vpts[k]+vpts[k+1])*(ds[k+1]-ds[k]);
ha[sotang]:= 0;
hb[sotang]:= 0;
for k:= sotang-1 downto 1 do
begin
hieuds:= ds[k+1]-ds[k];
ha[k]:= ha[k+1]
+0.5*(dcdltram[k]+dcdltram[k+1])*hieuds;
hb[k]:= hb[k+1]
+0.5*(dcdltram2[k]+dcdltram2[k+1])*hieuds;
end;
assign(f, 'acheln.doc'); rewrite(f);
sum:= 0;
for k:= 1 to sotang-1 do
begin
hieuds:= ds[k+1]-ds[k];
hieuh:= ha[k]-hb[k];
tb1:= 0.5*(dcdltram[k]+dcdltram[k+1]);
tb2:= 0.5*(dcdltram2[k]+dcdltram2[k+1]);
writeln(f, ds[k]: 0: 2, ',', dcdltram[k]: 0: 0, ',',
tb1: 0: 0, ',', tb1*hieuds: 0: 0, ',', ha[k]: 0: 0, ',',
dcdltram2[k]: 0: 0, ',', tb2: 0: 0, ',',
tb2*hieuds: 0: 0, ',', hb[k]: 0: 0, ',',
hieuh: 0: 0, ',', hieuh*12.655: 0: 0);
sum:= sum+hieuh*12.655;
end;
writeln(f, sum: 0: 0);
close(f);

```



```

        gotoxy(2, 24);
        write('Xong: File ket qua: Acheln.doc OK? ');
        readln;
    end;
Begin
    dd:= 'tabinst\';
    repeat
        clrscr;
        gotoxy(2, 1);
        write('0 = Ket thuc cac thu tuc');
        gotoxy(2, 2);
        write('1 = Tinh do on dinh tai mot tram hai van');
        gotoxy(2, 3);
        write('2 = Tinh do cao dong luc tai tram hai van');
        gotoxy(2, 4);
        write('3 = Tinh luu luong qua mat cat giua hai tram');
        gotoxy(2, 6); write('Chon: '); chon:= readkey;
        case chon of
            '1', '2': begin
                gotoxy(2, 8);write('Ten file so lieu: ');
                readln(ten);
                doctram(ten);
                if chon='1' then tramod(ds, tem, sal, sotang) else
                    bangdocaodl(sotang, ds, tem, sal, dcdltram);
                end;
            '3': Acheln;
        end;
    until chon='0';
End;

Begin
    {$m 65000, 0, 65520}
    repeat
        clrscr;
        nomatch:= false;
        gotoxy(2, 1);

```

```

        write('1 > Physical properties of sea water .....');
        gotoxy(2, 2);
        write('2 > Geostrophic calculation for two stations ..');
        gotoxy(2, 3);
        write('3 > Calculate density current of SCS .....');
        gotoxy(2, 4);
        write('4 > Density current map .....');
        gotoxy(2, 5);
        write('5 > Density current on a parallel section .....');
        gotoxy(2, 6);
        write('6 - Calculate density current of SCS 12 months ');
        gotoxy(2, 7);
        write('7 > Geostrophic calculation for a section .....');
        gotoxy(2, 8);
        write('8 > Oceanographic station data analysis .....');
        gotoxy(2, 9);
        write('9 > Terminate programme .....');
        gotoxy(2, 10);
        write(' Your choice: .....');
    repeat
        ch:= readkey;
    until ch in ['1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9'];
    if not(ch='9') then
        begin
            gotoxy(2, 9); for k:= 2 to 79 do write(' - ');
            rad:= pi/180;
            assign(f, 'tabinst\horizon.std'); reset(f);
            read(f, nk);
            for i:= 1 to nk do read(f, h[i]);
            close(f);
            kmaxk:= nk;
            for i:= 1 to nk do
                begin
                    str(h[i], blank); tang[i]:= blank;
                end;
        end;
    end;
end;

```

```

case ch of
  '1': begin
    gotoxy(2, 10);
    write('Tinh the tich rieng quy uoc cua nuoc bien:');
    gotoxy(2, 11);
    write('Do sau (m) : '); readln(hlim);
    gotoxy(2, 12);
    write('Nhiet do (m) : '); readln(longit);
    gotoxy(2, 13);
    write('Do muoi (%.) : '); readln(latit);
    thetich:= Bierknes(hlim, longit, latit, 1);
    readln;
  end;
  '2': begin
    parast(1, profv);
  end;
  '3': begin
    gotoxy(2, 11);
    write('Ten file do sau (*.dep): '); readln(df);
    if df="" then df:= 'subzone';
    blank:= df+'.bln'; df:= df+'.dep';
    gotoxy(2, 12);
    write('Tinh cho thang: '); readln(thang);
    if (thang>=1)or(thang<=12) then
      begin
        str(thang, stthang); scsdyn(df, stthang);
      end;
    end;
  end;
  '4': begin
    assign(ff, 'current.dbf'); {$i-} reset(ff); {$i+}
    ok:= (ioresult=0);
    if ok then
      begin
        close(ff);
        docdepth;
        blank:= "";

```

```

      i:= 1;
      repeat
        blank:= blank+df[i]; i:= i+1;
      until df[i]='.';
      blank:= blank+'.bln';
    end else
    begin
      gotoxy(2, 9);
      write('Xu ly bang phuong phap dong luc:');
      gotoxy(2, 11);
      write('Ten file do sau (*.dep): '); readln(df);
      if df="" then df:= 'subzone';
      blank:= df+'.bln';
      df:= df+'.dep';
      gotoxy(2, 12);
      write('Calculate for month: '); readln(thang);
      if (thang>=1)and(thang<=12) then
        begin
          str(thang, stthang);
          scsdyn(df, stthang);
        end;
      end;
      ch:= '4';
    end;
    mhdohoa;
    stop:= false;
    horizon:= 1;
    repeat
      if horizon in [1..nk] then
        begin
          str(h[horizon], name);
          name:= 'Map'+name+'.dat';
          curmap(name);
          end;
          horizon:= horizon+1;
          if horizon>nk then horizon:= 1;
        until stop;

```

```

        mhvanban;
    end;
'5': begin
    assign(ff, 'current.dbf'); {$I-} reset(ff); {$I+}
    ok:= (ioresult=0);
    if ok then
        begin
            close(ff);
            docdepth;
        end else
        begin
            gotoxy(2, 9);
            write('Xu ly bang phuong phap dong luc:');
            gotoxy(2, 11);
            write("Ten file do sau (*.dep): "); readln(df);
            if df="" then df:= 'subzone';
            blank:= df+'.bln';
            df:= df+'.dep';
            gotoxy(2, 12);
            write("Tinh cho thang: "); readln(thang);
            if (thang>=1)and(thang<=12) then
                begin
                    str(thang, stthang);
                    scsdyn(df, stthang);
                end;
            ch:= '5';
        end;
        gotoxy(2, 11);
        write('Do sau gioi han ..... '); readln(hlim);
        parsec;
    end;
'6': begin
    for thang:= 1 to 12 do
        begin
            df:= 'subzone';
            blank:= df+'.bln';

```

```

        df:= df+'.dep';
        str(thang, stthang);
        scsdyn(df, stthang);
        assign(ff, 'current.'+stthang);
        {$I-} reset(ff); {$I+}
        if ioresult=0 then
            begin
                assign(ff, 'current.'+stthang); erase(ff);
            end;
        assign(ff, 'current.dbf');
        rename(ff, 'current.'+stthang);
    end;
    end;
'7': geosect;
'8': ophys;
    end;
until ch='9';
if no match then
    begin
        gotoxy(2, 23);
        write('Cac tri so T hoac S khong tuong ung do sau');
        gotoxy(2, 24);
        write('      Xem cac file \tabinst\****.cor');
    end;
    clrscr;
End.

```

Định Dạng các FILE Dữ liệu

1. Dùng trong các thủ tục tính độ cao động lực, độ ổn định thẳng đứng TRAM.TXT:

Tram 1 10.00°E-14.00°N (dòng tiêu đề)

35 tang (số tầng quan trắc)

0	28.04	33.71
5	28.04	33.71
10	28.03	33.71

20	27.91	33.71
21	27.90	33.71
25	27.86	33.74
29	27.72	33.77
30	27.68	33.80
48	22.92	34.33
50	22.85	34.34
75	19.02	34.48
77	18.96	34.49
100	17.43	34.57
102	17.35	34.58
125	15.82	34.57
150	15.11	34.56
152	15.06	34.56
198	13.69	34.52
200	13.63	34.52
250	12.47	34.49
254	12.35	34.49
300	11.06	34.44
400	9.12	34.40
402	9.10	34.40
493	8.00	34.41
500	7.92	34.41
600	7.10	34.43
700	6.23	34.44
800	5.50	34.46
806	5.48	34.46
988	4.46	34.52
1000	4.38	34.52
1200	3.59	34.56
1206	3.55	34.56
1446	3.03	34.57

(Ghi chú: Trong thủ tục tính lưu lượng nước qua mặt cắt hai trạm dùng hai file cùng định dạng này).

2. Cặp trạm dùng trong các thủ tục tính độ cao động lực và dòng chảy địa chuyển (thí dụ file PARAST.TXT)

Tram ... °Đ - ... °B (Dòng tiêu đề)

5 50.0 50.0 60.00 23.00 (Số tầng, độ sâu trạm A, B, khoảng cách (hải lý), vĩ độ vùng)

0.00 25.00 34.06 25.20 34.10 (Độ sâu, nhiệt độ, độ muối hai trạm)

10.00 25.00 34.08 25.21 34.12

20.00 25.10 34.10 25.21 34.16

30.00 25.32 34.16 25.41 34.25

50.00 25.22 34.24 25.29 34.38

25.22 34.24 25.29 34.38 (Nhiệt độ, độ muối tại đáy trạm A, trạm B)

3. Mặt cắt nhiệt, muối dùng trong thủ tục tính độ cao động lực và dòng chảy địa chuyển (thí dụ file SECTION.TS)

Dòng thứ nhất là tiêu đề. Dòng thứ hai ghi số tầng quan trắc và số trạm. Dòng thứ 3 ghi độ sâu biển tại từng trạm. Các dòng tiếp sau ghi tầng sâu và tuần tự nhiệt độ các trạm tại tầng sâu. Hết mảng số liệu về nhiệt độ thì đến mảng số liệu về độ muối.