

PHÂN TÍCH ĐIỀU HÒA THỦY TRIỀU VÀ DÒNG TRIỀU BẰNG PHƯƠNG PHÁP BÌNH PHƯƠNG TỐI THIỂU

KS. Lê Xuân Hoàn

Viện Cơ học, Trung tâm Khoa học tự nhiên và Công nghệ quốc gia

1. Đặt vấn đề

Các phương pháp thường dùng hiện nay để phân tích điều hoà các chuỗi đo ngắn ngày mực nước và dòng triều là phương pháp Franco 7 ngày và phương pháp Darwin 15 ngày hoặc 30 ngày. Yêu cầu ứng dụng của các phương pháp nói trên là: 1) Chuỗi số liệu phải đo liên tục từng giờ và độ dài chuỗi phải đủ 7 ngày hoặc 15 hay 30 ngày. 2) Số sóng phân tích hạn chế, chỉ phân tích được từ 6 đến 11 sóng. Trong thực tế do điều kiện tài chính hoặc thời tiết không cho phép nên thường các chuỗi số liệu đo đạc không đảm bảo được các yêu cầu nói trên. Mặt khác, do yêu cầu tính toán đòi hỏi số lượng sóng phân tích nhiều hơn. Một phương pháp cho phép khắc phục được các nhược điểm nói trên mà vẫn đảm bảo được độ chính xác cần thiết trong phân tích các chuỗi số liệu mực nước và dòng chảy, đó là phương pháp bình phương tối thiểu (BPTT). Chính những lý do trên, chúng tôi đã chọn phương pháp BPTT để xây dựng chương trình phục vụ cho việc phân tích điều hoà mực nước và dòng chảy.

2. Cơ sở lý thuyết phân tích điều hoà bằng phương pháp BPTT

Công thức để tính độ cao thủy triều bằng phương pháp phân tích điều hoà được viết dưới dạng sau:

$$z_t = A_0 + \sum_{i=1}^r f_i H_i \cos[q_i t + (V_0 + u)_i - g_i] \quad (1)$$

Trong đó: Z_t - độ cao mực nước tại thời điểm t , A_0 - độ cao mực nước trung bình, r - số sóng cần phân tích, $f_i, (V_0 + u)_i$ - các tham số thiên văn của biên độ và pha chỉ phụ thuộc thời gian, H_i, g_i - biên độ và pha của sóng chỉ phụ thuộc vị trí điểm nghiên cứu, q_i - tốc độ góc của sóng.

Trong công thức trên, hai đại lượng H_i và g_i là không đổi đối với một địa điểm đã cho nên chúng được gọi là các hằng số điều hoà (HSDH). Việc xác định các đại lượng này trong phương trình (1) từ chuỗi số liệu thực đo thủy triều Z_t chính là nhiệm vụ của phân tích điều hoà thủy triều.

Ta biến đổi công thức độ cao mực nước triều (1) tới dạng thuận tiện cho sơ đồ phân tích điều hoà bằng phương pháp BPTT. Nhóm những đại lượng biến thiên chỉ theo thời gian hoặc chỉ theo không gian và đưa ra những ký hiệu [1]:

$$a_i = f_i \cos[q_i t + Gr. (V_0 + u)_i]; \quad (2)$$

$$b_i = f_i \sin[q_i t + Gr. (V_0 + u)_i];$$

$$X_i = H_i \cos g_i; \quad Y_i = H_i \sin g_i \quad (3)$$

các phương trình độ cao mực nước (1) ứng với thời gian t sẽ có dạng sau:

$$z_t = A_0 + \sum_{i=1}^r [(a_i)_t X_i + (b_i)_t Y_i]. \quad (4)$$

Nhiệm vụ là ở chỗ từ một hệ các phương trình (4), phải tìm các ẩn A_0 , X_i và Y_i để từ đó tính những hằng số điều hoà của các phân triều:

$$H_i = \sqrt{X_i^2 + Y_i^2}, \quad g_i = \arctg \frac{Y_i}{X_i}. \quad (5)$$

Việc giải hệ n phương trình tuyến tính (4) thực hiện bằng phương pháp BPTT. Phương pháp BPTT đảm bảo tìm các ẩn A_0 , X_i và Y_i sao cho vế phải của các phương trình (4) phù hợp tốt nhất với các giá trị mực nước z_t thực đo, tức làm cho tổng các bình phương của hiệu mực nước quan trắc và mực nước mô tả bằng phương trình (4) trong tất cả các quan trắc trở thành cực tiểu

$$\sum_{t_1}^{t_n} \left\{ z_t - A_0 - \sum_{i=1}^r [(a_i)_t X_i + (b_i)_t Y_i] \right\}^2 = \min$$

Khảo sát điều kiện cực tiểu của biểu thức này theo các biến A_0 , X_i và Y_i sẽ rút ra một hệ gồm $2r + 1$ phương trình đại số tuyến tính, trong đó r – số các phân triều được phân tích (từ M_2 đến phân triều được quy ước ký hiệu là W):

$$AX - N = 0$$

hay dưới dạng ma trận

$$\begin{array}{cccccc|c|c} n & [a_{M_2}] & [b_{M_2}] & \dots & [a_W] & [b_W] & A_0 & [z] \\ [a_{M_2}] & [a_{M_2} a_{M_2}] & [a_{M_2} b_{M_2}] & \dots & [a_{M_2} a_W] & [a_{M_2} b_W] & X_{M_2} & [a_{M_2} z] \\ [b_{M_2}] & [a_{M_2} b_{M_2}] & [b_{M_2} b_{M_2}] & \dots & [b_{M_2} a_W] & [b_{M_2} b_W] & Y_{M_2} & [b_{M_2} z] \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ [b_W] & [a_{M_2} b_W] & [b_{M_2} b_W] & \dots & [b_W a_W] & [b_W b_W] & Y_W & [b_W z] \end{array} =$$

trong đó ký hiệu $[]$ chỉ phép lấy tổng theo thời gian từ t_1 đến t_n .

Việc giải hệ các phương trình trên được thực hiện bằng một trong các sơ đồ của phương pháp tính, như phương pháp lặp Gause-zeidel.

3. Chương trình tính

Để nâng cao độ chính xác, trong quá trình thiết lập hệ phương trình đại số tuyến tính các đối số thiên văn được tính tại tất cả các thời điểm quan trắc. Trong khuôn khổ của đề tài cơ sở Viện Cơ học năm 2000 chúng tôi đã xây dựng một bộ chương trình được viết bằng ngôn ngữ Fortran 90 nhằm hiện thực hoá các nội dung nói trên. Chương trình có những chức năng chính và thủ tục phụ trợ sau: a) Số liệu trước khi đưa vào phân tích được xử lý nhiều và làm trơn bằng phương pháp trung bình trượt có trọng số; b) Phân tích chuỗi mực nước dài từ 6 tháng trở lên để nhận được bộ HSDH của 30 sóng; c) Đối với các chuỗi ngắn ngày hoặc bị gián đoạn thì chương trình tự động lựa chọn số sóng tối ưu để phân tích; d) Dự tính thủy triều với bước thời gian tùy chọn; g) Phân tích điều hoà các chuỗi đo dòng chảy ngắn ngày, tách dòng chảy dư tại từng thời điểm quan trắc, lập bảng tần suất, vẽ hoa dòng chảy.

4. Kết quả tính toán

a. Phân tích điều hoà chuỗi mực nước

Dùng phương pháp BPTT để phân tích chuỗi mực nước 1 năm tại 3 trạm đại diện cho 3 vùng có tính chất thủy triều khác nhau là Hòn Dấu, Đà Nẵng, Vũng Tàu và nhận được bộ hằng số điều hoà của 30 phân triều tại mỗi trạm (bảng 1). Ở đây chúng ta nhận được hai sóng chu kỳ mùa S_a và S_{sa} mà phương pháp Franco và Darwin không nhận được. Chúng đều có biên độ khá lớn ở cả 3 trạm, tổng biên độ của hai sóng này tại Hòn Dấu là 17,2cm, tại Đà Nẵng là 23,7cm và tại Vũng Tàu là 22,4cm. Như vậy, trong dự báo thủy triều rất cần thiết phải tính đến hai sóng này. Ngoài ra, chúng ta còn thu nhận được ở đây một số sóng khác có biên độ từ 1 đến 4cm. Trong một số trường hợp cần thiết có thể phải đưa thêm các sóng này vào.

Do chúng tôi chỉ có số liệu thực đo tại Hòn Dấu nên tại trạm này được so sánh với số liệu thực đo năm 1988. Còn tại Đà Nẵng và Vũng Tàu thì so sánh với bảng thủy triều năm 2002. Kết quả so sánh cho thấy sai số bình phương trung bình (BPTB) khá tốt (bảng 2). Tuy nhiên, sai số tại Hòn Dấu có lớn hơn, điều này là do so sánh với số liệu thực tế còn bao gồm cả nước dâng do gió. Hình 1 so sánh kết quả dự tính với số liệu thực đo tại Hòn Dấu vào tháng I-1988. Chúng ta thấy kết quả khá tốt, đặc biệt là về pha khá phù hợp kể cả trong kỳ triều kém (bảng 3). Qua rất nhiều kết quả tính toán và so sánh chúng tôi nhận thấy rằng các sai số về biên độ bao giờ cũng xảy ra vào kỳ triều kém, trong kỳ triều cường sự sai khác này thường không đáng kể.

Số sóng phân tích ảnh hưởng rất nhiều đến kết quả tính toán, đối với một chuỗi ngắn thì việc phân tích quá nhiều hay quá ít sóng đều cho kết quả không tốt. Từ bảng 3 chúng ta thấy, từ chuỗi số liệu một tháng nếu chỉ phân tích 4 sóng chính (M_2 , S_2 , K_1 , O_1) hoặc phân tích tới 30 sóng thì sai số BPTB đều khá lớn (tương ứng 21,5 và 19,6cm). Nhưng nếu chỉ phân tích 11 sóng hoặc 25 sóng (không phân tích các sóng chu kỳ dài từ nửa tháng) thì sai số BPTB đã giảm đi khá nhiều (tương ứng là 11,9 và 11,0cm). Điều này là do khi phân tích quá ít sóng thì sẽ bỏ qua các sóng có biên độ đáng kể và gây sai số khi dự báo, nhưng nếu phân tích quá nhiều sóng, gồm cả những sóng có chu kỳ không phù hợp với độ dài chuỗi thì có thể gây ảnh hưởng sai số đến các sóng khác.

Bảng 1. Kết quả tính HSDH 30 sóng bằng phương pháp BPTT từ chuỗi 1 năm

Tên Sóng	Hòn Dấu		Đà Nẵng		Vũng Tàu	
	H(cm)	G(độ)	H(cm)	G(độ)	H(cm)	g(độ)
M2	8.38	50.38	17.13	298.54	78.02	35.51
S2	4.78	105.86	5.63	339.30	29.55	80.37
N2	1.51	42.87	3.63	277.91	15.15	13.55
K2	1.37	54.88	1.84	354.85	10.00	87.07
v2	0.32	51.68	0.81	240.72	3.98	345.72
μ2	1.13	42.16	0.59	257.45	1.50	336.31
L2	0.37	310.61	0.06	286.02	0.17	258.85
T2	0.58	7.87	0.48	35.83	0.71	173.62
2N2	2.06	135.43	0.08	283.31	0.15	229.35
K1	65.60	90.92	19.39	286.58	59.12	311.74
O1	73.84	30.78	13.01	242.06	44.64	258.76
P1	20.87	87.37	5.57	287.92	19.35	310.10
Q1	15.45	358.29	1.98	229.92	8.22	240.56
J1	1.20	103.74	0.84	322.62	2.39	357.81
S1	2.22	81.56	0.29	192.50	0.64	30.33
2SM2	0.43	191.63	0.07	146.12	0.24	96.65
MO3	0.66	27.20	0.07	39.63	0.01	203.45
MK3	1.96	354.91	0.03	88.89	0.17	264.54
M4	1.76	287.30	0.41	245.71	1.31	282.28
MS4	0.73	342.33	0.40	262.95	1.30	324.85
S4	0.04	89.58	0.06	7.61	0.05	352.74
MN4	0.69	249.01	0.21	204.06	0.55	273.45
M6	0.58	234.67	0.24	294.54	0.49	151.50
2MS6	0.51	301.14	0.14	320.95	0.37	205.30
2MN6	0.49	203.13	0.07	285.30	0.24	120.50
Mm	0.65	341.64	4.03	47.24	3.21	340.95
MSf	1.66	94.81	1.92	60.09	1.36	160.65
Mf	1.09	48.75	1.46	91.93	2.09	240.03
Sa	11.41	199.95	16.97	241.50	18.70	279.30
SSa	5.79	58.34	6.75	113.72	3.67	74.62

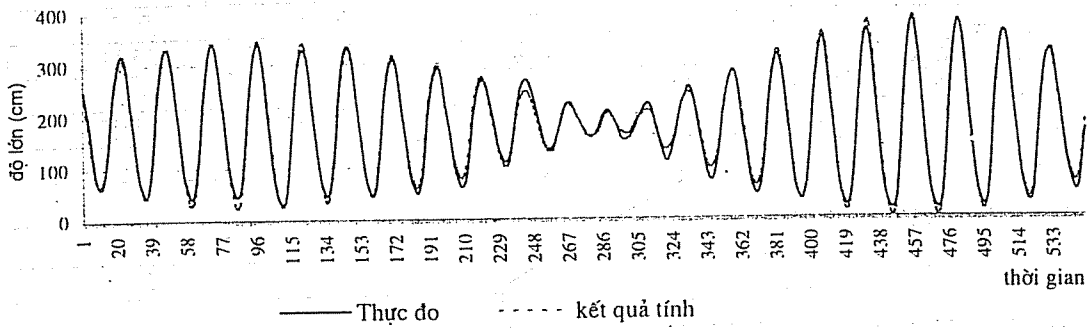
Bảng 2. So sánh sai số bình phương trung bình (BPTB) dự tính thủy triều (cm) tại 3 trạm Hòn Dấu, Đà Nẵng và Vũng Tàu

Hòn Dấu (số liệu thực đo 1988)	Đà Nẵng (bảng thủy triều 2002)	Vũng Tàu (bảng thủy triều 2002)
17,3	3,4	4,3

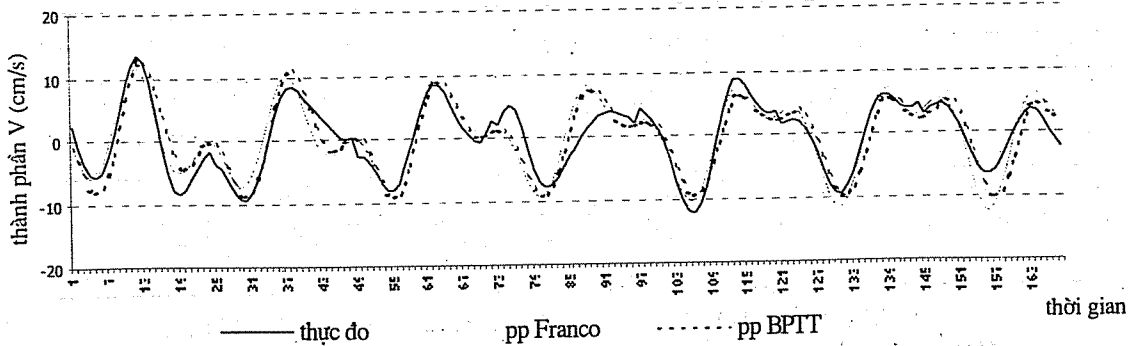
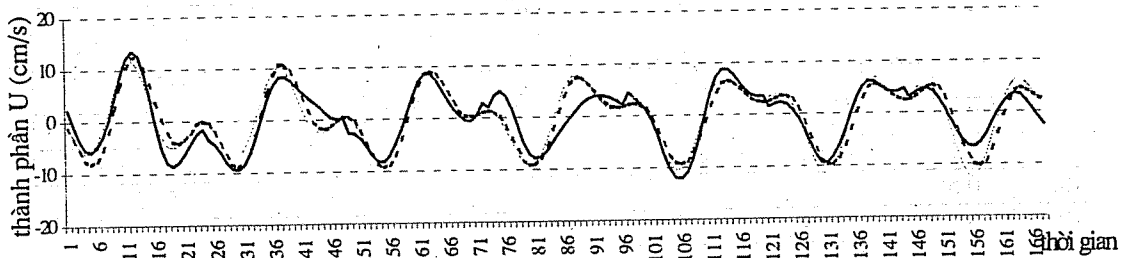
Bảng 3. So sánh sai số BPTB (cm) tính bằng phương pháp BPTT khi thay đổi số sóng phân tích, so với số liệu thực đo tại Hòn Dấu tháng I-1988

4 sóng chính	11 sóng	25 sóng	30 sóng
21,5	11,9	11,0	19,6

Hình 1: So sánh kết quả tính mực nước với số liệu thực đo tại Hòn Dấu, tháng 1/1988



Hình 2: So sánh kết quả dự tính dòng triều giữa pp Franco và BPTT (7 ngày) tại Hải Hậu- Nam Định



b. Phân tích điều hoà dòng triều

Chúng tôi đã dùng nhiều chuỗi số liệu dòng chảy có độ dài và độ phân giải của chuỗi đo khác nhau để so sánh kết quả khi áp dụng phương pháp BPTT. Đối với chuỗi đo dòng chảy thì phương pháp BPTT có lợi thế hơn hẳn so với phương pháp Darwin và phương pháp Franco, thứ nhất có thể áp dụng cho chuỗi có độ dài bất kỳ, thứ hai tận dụng được độ phân giải của chuỗi đo. Dưới đây là kết quả so sánh giữa phương pháp BPTT và phương pháp Franco khi phân tích chuỗi số liệu đo dòng chảy tại vùng biển Hải Hậu – Nam Định (hình 2). Cả hai phương pháp đều cho kết quả khá tốt, đặc biệt là về pha khá phù hợp.

5. Kết luận

Qua hàng loạt các phân tích thử nghiệm và so sánh, có thể rút ra một số kết luận và đề nghị áp dụng sau đây:

- Phương pháp BPTT áp dụng vào phân tích số liệu mực nước triều và dòng triều chảy cho kết quả khá tốt. Quá trình áp dụng tiện lợi và linh hoạt hơn so với phương pháp Darwin và Franco, đặc biệt là đối với chuỗi đo dòng chảy bị gián đoạn hoặc không đủ 7 ngày để áp dụng phương pháp Franco.

- Đối với chuỗi số liệu dài ngày, phương pháp BPTT phân tích được nhiều sóng hơn (phụ thuộc vào độ dài cụ thể của mỗi chuỗi) và do đó nâng cao được độ chính xác khi dự báo.

- Về số sóng phân tích thì đối với chuỗi dưới 6 tháng không nên đưa 2 sóng chu kỳ mùa Sa và Ssa vào phân tích. Với chuỗi dưới 1 tháng không nên đưa các sóng chu kỳ dài vào phân tích, như sóng Sa, Ssa, Mm, Msf, Mf... vì các sóng này có thể làm sai số lớn cho các sóng khác. Với chuỗi 1 ngày chỉ nên phân tích 4 đến 6 sóng chính.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Văn Huấn (1993). *Dao động tự do và dao động mùa của mực nước biển Đông*, Luận án PTS, Trường Đại học Tổng hợp Hà Nội.
2. Đuvanhin (1960). *Thủy triều trong biển* (sách tiếng Nga), NXB Khí tượng Thủy văn, Leningrat.

VỀ CÔNG TÁC DỰ BÁO KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN TRẬN LŨ LỊCH SỬ TRÊN SÔNG LAM THÁNG IX NĂM 2002

PGS.TS. Nguyễn Văn Tuấn

Trường Đại học Khoa học tự nhiên - Đại học quốc gia Hà Nội

1. Mở đầu

Đã từ lâu trên sông Lam mới xảy ra trận lũ lịch. Trận lũ năm 1978 là trận lũ lịch sử gần đây nhất và năm 2002 mới xảy ra trận lũ lịch sử mới. Như vậy, chu kỳ lặp lại ước tính 23 năm xảy ra lũ lớn trên sông La. Riêng sông Ngàn Phố là một nhánh của sông La lũ năm 2002 lại rất lớn, ước tính từ 70 năm trở lại đây chưa có trận lũ nào lớn như vậy.

Lũ tháng IX năm 2002 đã gây thiệt hại rất lớn về người và của. Theo báo cáo nhanh ngày 22 tháng IX năm 2002 của Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Bắc Trung Bộ và tổng hợp các thông tin khác cho thấy lũ đã gây thiệt hại 800 tỷ đồng, trong đó Hà Tĩnh là 500 tỷ đồng, Nghệ An 300 tỷ đồng, lũ đã làm chết 58 người, làm ngập 10.225 ngôi nhà ở Nghệ An, 48.688 ngôi nhà ở Hà Tĩnh, làm cuốn trôi 667 ngôi nhà ở Hà Tĩnh và 6 ngôi nhà ở Nghệ An. Lũ làm ngập 5.186 ha lúa mùa ở Nghệ An, 2.855 ha lúa mùa ở Hà Tĩnh, làm ngập 9585 ha ngô ở Nghệ An, 1190 ha ngô ở Hà Tĩnh. Lũ ngập, làm hỏng toàn bộ đường giao thông Quốc lộ 1A từ Vinh đi Hà Tĩnh, làm tê liệt Quốc lộ số 8 từ Hà Tĩnh sang nước bạn Lào, trong đó làm sạt 3,5 triệu m³ đất.

Những thiệt hại do trận lũ tháng IX-2002 thật là to lớn.

Nhìn lại trận mưa lũ tháng IX năm 2002, chúng ta có suy nghĩ gì về công tác dự báo khí tượng thủy văn? Trước tiên, xem qua diễn biến của trận mưa lũ tháng IX năm 2002.

2. Diễn biến của mưa lũ tháng IX năm 2002

- *Diễn biến về thời tiết và mưa*

Trong các ngày 17 đến 22 tháng IX năm 2002, do ảnh hưởng của rìa phía bắc của dải hội tụ nhiệt đới có trục đi qua Trung Trung Bộ và rìa phía tây nam, luỹ cao áp cận nhiệt đới kết hợp với gió đông - đông nam mạnh, ở khu vực Bắc Trung Bộ có mưa, mưa vừa, mưa to và rất to kết hợp với dông lớn ở nhiều nơi, đặc biệt trong 2 ngày 19 và 20 tháng IX có mưa to đến rất to trên diện rộng ở Hà Tĩnh và Nghệ An. Lượng mưa trong 5 ngày từ 18 đến 22 tháng IX phổ biến 60 đến 100 mm ở Thanh Hoá, 200÷300 mm ở Nghệ An, 300÷754 mm ở Hà Tĩnh. Lượng mưa cả đợt tại một số trạm quan trắc mưa đo được như sau:

+ Tại Thanh Hoá: Hồi Xuân 105mm; Thanh Hoá 87mm; Tĩnh Gia 156mm.

+ Tại Nghệ An: Vinh 317mm; Nam Đàn 444mm; Dừa 276mm; Con Cuông 242mm.

+ Tại Hà Tĩnh: Hà Tĩnh 306 mm; Linh Cảm 436 mm; Sơn Diệm 754mm; Kỳ Anh 415mm; Hương Khê 583mm; Chu Lễ 571mm; Hoà Duyệt 485mm.

Lượng mưa 1 ngày cũng đạt giá trị cực lớn, tại Sơn Diệm 350mm, Hương Khê 303mm, Kỳ Anh 317mm, Linh Cảm 205mm, Nam Đàn 205mm. Nếu giá trị mưa ngày cực đại theo tiêu chuẩn lũ quét là lớn hơn hoặc bằng 200mm, thì trận mưa tháng IX