Kết quả phân tích điều hoà thuỷ triều tại trạm hải văn Hòn Dấu

Đoàn Văn Chinh[1]
[1] *Viện Kỹ thuật công trình đặc biệt, Học viện Kỹ thuật Quân sự, Hà Nội, Việt Nam*
Email tác giả liên hệ: dhc963789798@gmail.com

https://doi.org/10.5281/zenodo.21073049

Tóm tắt:
Bài báo sử dụng phương pháp phân tính điều hoà thuỷ triều đối với chuỗi số liệu quan trắc mực nước từng năm (từ năm 1960 đến năm 2011) tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu, Đồ Sơn, Hải Phòng. Kết quả nhận được bộ hằng số điều hoà của 13 sóng triều. Từ các giá trị thành phần biên độ hằng số điều hoà thuỷ triều thu được nhận thấy, tại vị trí nghiên cứu, năng lượng tạo ra thuỷ triều do nhóm sóng nhật triều (K1, O1, P1, Q1) chiếm ưu thế hơn nhóm sóng bán nhật triều (M2, S2, N2, K2). Các sóng triều nước nông (M4, MS6 và M6) có biên độ khá nhỏ so với nhóm sóng nhật triều, bán nhật triều và nhóm sóng triều chu kỳ dài nửa năm, một năm (Sa và Ssa); Kết quả phân tích điều hoà chuỗi số liệu quan trắc có độ dài một năm chỉ ra rằng, bộ hằng số điều hoà của các sóng bán nhật triều, sóng nhật triều ổn định hơn bộ hằng số điều hoà của các sóng triều nước nông và các sóng triều chu kỳ dài nửa năm, một năm. Thành phần biên độ của bộ hằng số điều hoà của các sóng bán nhật triều và sóng nhật triều có xuất hiện đột biến sai lệch theo chu kỳ 18-19 năm, sai lệch mang tính chu kỳ này phù hợp với chu kỳ tuần hoàn của nút quỹ đạo mặt trăng là 18,61 năm. Kiến nghị khi sử dụng phương pháp phân tích điều hoà thuỷ triều trong các nhiệm vụ khoa học - kỹ thuật yêu cầu độ chính xác cao cần phải quan tâm hiệu chỉnh sai lệch mang tính chu kỳ 18.61 năm, hoặc sử dụng chuỗi mực nước có thời gian quan trắc dài hơn.
Từ khóa: *Thuỷ triều; Phân tích điều hoà thuỷ triều, Hằng số điều hoà, Hòn Dấu.*
Ngày nhận bài: 15/04/2026 Ngày sửa lại: 14/05/2026 Ngày chấp nhận đăng: 15/05/2026 Ngày xuất bản: 30/06/2026

Tidal Harmonic Analysis Results at the Hon Dau Tide Gauge Station

Doan Van Chinh[1]
[1]*The Institute of Construction Technology, Le Quy Don Technical University*
Corresponding Author Email: dhc963789798@gmail.com

Abstract:
The paper presents several results obtained using the tidal harmonic analysis method to analyze annual water level observation data over 51-year period (1960–2011) at the Hon Dau tidal station, Do Son, Hai Phong. The results yield sets of harmonic constants for 13 principal tidal constituents. From the amplitude components of the harmonic constants, it is observed that at the study station, the energy generating tides is dominated by the diurnal tidal group (K1, O1, P1, Q1) rather than the semidiurnal group (M2, S2, N2, K2). The shallow-water tidal constituents (M4, MS6, and M6) have relatively small amplitudes compared to the diurnal, semidiurnal, and long-period tidal constituents (semiannual Sa and annual Ssa). The harmonic analysis of one-year data series indicates that the sets of harmonic constants for semidiurnal and diurnal constituents are more stable than those for shallow-water constituents and long-period (Sa and Ssa) constituents. The amplitude components of the harmonic constants for semidiurnal and diurnal tides exhibit anomalous variations with an 18–19 year cycle. This cyclic deviation corresponds to the 18.61-year lunar nodal cycle. It is recommended that when applying tidal harmonic analysis in scientific and technical tasks requiring high accuracy, attention should be given to correcting for the 18.61-year cyclic variation, or alternatively, longer water level observation time series should be used.
Key words*: Tides, Tidal harmonic analysis, Tidal harmonic constants, HonDau.*

Submission received: 15/04/2026 Revised: 14/05/2026 Accepted: 15/05/2026 Published: 30/06/2026

1. Giới thiệu

Từ xưa đến nay, bên cạnh những lợi ích kinh tế mà biển cả mang lại cho nhân loại, biển cả cũng luôn tiềm ẩn nhiều nguy cơ gây ra thảm họa, thiên tai bất lợi cho loài người và các công trình biển. Ở góc độ khoa học - kỹ thuật biển và hải dương

học có thể nhận thấy, cho dù là lợi ích hay rủi ro đến từ biển cả đều có mối liên quan mật thiết đến vấn đề dự báo về mực nước và quy mô dao động của mực nước biển. Bên cạnh đó, mực nước biển cũng luôn có vị trí vai trò quan trọng trong xây dựng kịch bản biến đổi khí hậu, các chiến lược ứng phó; các quy hoạch, kế hoạch phát triển kinh tế xã hội[1]. Chính từ những lý lẽ đó, nên các nghiên cứu khoa học – kỹ thuận biển, trắc địa biển và hải dương học, đặc biệt là vấn đề dao động mực nước biển luôn là điểm nóng trong nghiên cứu khoa học, rất đáng chú tâm. Điển hình phản ánh quy mô, chế độ, tính chất của dao động mực nước biển chính là hiện tượng thuỷ triều[2]. Thủy triều là một hiện tượng thiên nhiên đóng vai trò then chốt trong hệ sinh thái biển và kinh tế xanh. Về mặt tự nhiên, sự luân chuyển nước giúp làm sạch môi trường, vận chuyển dưỡng chất và duy trì đa dạng sinh học tại các vùng cửa sông, cửa biển, rừng ngập mặn. Trong kinh tế xanh, thủy triều là một tham số kỹ thuật quan trọng, quyết định an toàn hàng hải, hỗ trợ tàu tải trọng lớn ra vào cảng và có thể cung cấp nguồn năng lượng sạch vô tận cho điện năng. Hiểu rõ quy luật lên xuống của thuỷ triều giúp con người khai thác nguồn lợi từ biển tố hơn, chủ động kiểm soát xâm nhập mặn, bảo vệ canh tác nông nghiệp và thiết kế công trình biển thích ứng với biến đổi khí hậu. Mực nước lên xuống của thuỷ triều do năng lượng của nhiều sóng triều hợp lại mà thành, các bộ hằng số điều hòa của các sóng triều lại chính là những tham số mô tả đặc trưng của thuỷ triều và dự báo mực nước.

Các nghiên cứu về thuỷ triều và dòng triều luôn được khá nhiều nhà nghiên cứu quan tâm [2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10]. Nghiên cứu lý thuyết về thuỷ triều có thể tìm thấy ở giáo trình trong nước của tác giả Phạm Văn Huấn [2], hay trong giáo trình "Phân tích dự báo thuỷ triều và dòng triều" của tác giả Phương Quốc Hồng (người Trung Quốc) [8]. Ở trong nước gần đây điển hình là Đinh Xuân Mạnh [4], trong nghiên cứu của mình tác giả đã trình bày chi tiết về phương pháp phân tích điều hoà thuỷ triều bằng phương pháp số bình phương nhỏ nhất; cùng quan tâm đến vấn đề phân tích điều hoà mực nước còn có tác giả Nghiêm Tiến Lam [5], trong nghiên cứu của mình tác giả đã trình bày về phương pháp phân tích thuỷ triều, thảo luận những vấn đề liên quan, đặc biệt là quan hệ giữa biên độ và góc pha của một số thành phần điều hòa thủy triều. Nghiên cứu về tính ổn định và xu thế biến thiên của hằng số điều hoà thuỷ triều cũng đã được tác giả Lý Cải Tiếu (người Trung Quốc) đề cập đến trong công trình khoa học "Nghiên cứu xu thế biến đổi của hằng số điều hoà thuỷ triều"[10].

Ở bài báo này, trên cơ sở số liệu quan trắc mực nước từng giờ trong nhiều năm (từ 1960-2011) tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu, Đồ Sơn, Hải Phòng, chúng tôi tiến hành phân tích điều hoà thuỷ triều để tính toán ra các bộ hằng số điều hoà của các sóng triều, đồng thời tiến hành đánh giá độ chính xác, tính ổn định của bộ hằng số điều hoà của một số sóng triều chính dựa trên kết quả phân tích điều hoà chuỗi số liệu quan trắc mực nước có đội dài một năm. Nhằm mục đích thảo luận và kiến nghị một số vấn đề có liên quan, ngõ hầu cung cấp bổ sung nguồn tài liệu tham khảo trong lĩnh vực khoa học – kỹ thuật biển, trắc địa biển, biến đổi khí hậu và mực nước biển dâng.

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1 Phương pháp phân tích điều hoà thuỷ triều

Nghiên cứu dao động thuỷ triều và dự báo mực nước là một trong những nhiệm

vụ khoa học - kỹ thuật quan trọng, cốt lõi của nhiệm vụ này là phương pháp phân tích điều hoà thuỷ triều. Bộ hằng số điều hoà của các sóng triều có được nhờ phương pháp phân tích điều hoà thuỷ triều. Độ cao mực nước thuỷ triều z tại thời điểm bất kỳ t là tổng dao động của các sóng triều thành phần, chúng được mô tả như phương trình toán học sau đây:

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

trong đó:

A_0 – độ cao mực nước trung bình,

f_i – hệ số suy biến biên độ của sóng triều i,

H_i – hằng số điều hòa biên độ của sóng triều i,

q_i – tốc độ góc không đổi của sóng triều i,

$(V_0 + u)_i$ – những phần pha thiên văn của sóng triều i biểu diễn các góc giờ của những tinh tú giả định tại thời điểm t,

g_i – hằng số điều hòa về pha của sóng triều i,

r – số lượng các sóng triều.

Trong công thức (1) f_i và $(V_0 + u)_i$ phụ thuộc thời gian t. Khi có n giá trị độ cao mực nước quan trắc z_t, nhiệm vụ của phân tích thủy triều là xác định bộ gồm r cặp hằng số điều hòa không đổi H và g cho từng sóng triều. Để thuận tiện áp dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất có thể biến đổi phương trình (1) thành dạng biểu thức sau:

$$z_t = A_0 + \sum_{i=1}^{r} (A_i \cos q_i t + B_i \sin q_i t), \quad (2)$$

trong đó

$$A_i = f_i H_i \cos[g_i - (V_0 + u)_i], \quad B_i = f_i H_i \sin[g_i - (V_0 + u)_i]. \quad (3)$$

Biết n trị đo mực nước theo giờ, ta có n phương trình toán học ở dạng biểu thức (2). Nếu áp dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất giả hệ phương trình này sẽ tìm được:

$$H_i = \frac{\sqrt{A_i^2 + B_i^2}}{f_i}, \qquad g_i = \text{arctg}\frac{B_i}{A_i} + (V_0 + u)_i. \quad (4)$$

Chuỗi mực nước quan trắc càng dài, số lượng phương trình dạng (2) càng nhiều, thì số cặp hằng số điều hòa H và g nhận được càng nhiều, càng chính xác [2, 3, 4].

2.2 Dữ liệu nghiên cứu và trình tự tiến hành tính toán

Dữ liệu đầu vào sử dụng trong nghiên cứu này là tệp số liệu độ cao mực nước quan trắc từ trạm hải văn Hòn Dấu. Trạm hải văn Hòn Dấu thuộc Đài khí tượng Đông Bắc, toạ lạc tại phường Đồ Sơn, thành phố Hải Phòng, có vị trí địa lý cụ thể là 20°40' vĩ độ Bắc và 106°48' kinh độ Đông , như mô tả ở hình 1.

Hình 1: Trạm hải văn Hòn Dấu (Nguồn Internet)

Dữ liệu độ cao mực nước tại trạm hải văn Hòn Dấu được đo đạc từng giờ (mỗi giờ có một giá trị độ cao mực nước), để phục vụ nghiên cứu, chúng tôi đã thu thập được dữ liệu từ năm 1959 đến năm 2011. Có thể thấy, tập dữ liệu chưa được đầy đủ, còn thiếu từ năm 2011 đến nay. Tuy nhiên, tập dữ liệu này hoàn toàn thoả mãn yêu cầu đầu vào của bài toán phân tích điều hoà thuỷ triều. Tập dữ liệu này cũng hoàn toàn đáp ứng được mục đích ý nghĩa của vấn đề nghiên cứu đã đề ra.

Trước tiên, chúng tôi phân tách chuỗi dữ liệu quan trắc mực nước thực tế ra thành dữ liệu của các năm khác nhau, mỗi một giờ có một giá trị đo độ cao mực nước, như thế mỗi một năm sẽ có 8760 giá trị độ cao mực nước, tương ứng có thể lập được 8760 phương trình mực nước như phương trình dạng (1) và (2). Giải hệ phương trình này sẽ thu được bộ hằng số điều hoà của các sóng triều thành phần.

Bảng 1 dưới đây là số liệu mô tả kết quả tính toán bộ hằng số điều hoà của 13 sóng triều chính nhận được từ quá trình phân tích chuỗi số liệu quan trắc 1 năm (năm 2010), bao gồm 4 sóng triều thuộc nhóm sóng triều mang tính chất bán nhật triều là các sóng triều có kí hiệu là M_2, S_2, N_2 và K_2; 4 sóng triều thuộc nhóm mang tính chất nhật triều có ký hiệu là K_1, O_1, P_1 và Q_1; 3 sóng triều nước nông là các sóng triều M_4, MS_6 và M_6; 2 sóng triều chu kỳ dài nửa năm và một năm là *Sa và Ssa.*

Bảng 1: Hằng số điều hoà của 13 sóng triều chính phân tích từ chuỗi mực nước 1 năm (2010) tại Hòn Dấu Đồ Sơn Hải Phòng

STT	*Kí hiệu sóng triều*	*Thành phần biên độ H (cm)*	*Thành phần Pha g (độ)*
1	M_2	4.08	301.21
2	S_2	2.24	3.23
3	N_2	0.43	318.09
4	K_2	1.81	14.64
5	K_1	59.46	43.22
6	O_1	70.52	345.42
7	P_1	29.96	39.35
8	Q_1	13.57	319.38
9	M_4	0.47	335.93

10	MS_4	0.34	67.81
11	M_6	0.6	204.63
12	Sa	10.43	196.39
13	Ssa	8.21	69.61

Tiếp theo đó, dựa vào kết quả phân tích điều hoà thuỷ triều áp dụng đối với chuỗi số liệu quan trắc từng năm, tách lấy các thành phần biên độ H và thành phần pha g trong bộ hằng số điều hoà của các sóng triều tạo thành các dãy số $l_1, l_2, l_3,....l_n$. Ở đây l_i là giá trị các thành phần biên độ H và pha g của các bộ hằng số điều hoà 13 sóng triều. Nếu coi từng dãy số riêng biệt này là dãy các giá trị đo nhiều lần của một đại lượng, chúng ta có thể tiến hành áp dụng lý thuyết sai số và phương pháp bình sai trắc địa để đánh giá tính ổn định, độ tin cậy (độ chính xác) đối với các dãy số liệu đo [6], theo đó chúng ta có thể lần lượt tính toán được các giá trị trung bình xác suất nhất theo công thức (5):

$$x = \frac{[l]}{n} = \frac{l_1 + l_2 + ... + l_n}{n} \quad (5)$$

và chúng ta cũng có thể tính được sai số trung phương trị xác suất nhất theo công thức (6) dưới đây. Đây cũng chính là công thức Bessel dùng để đánh giá độ chính xác, độ tin cậy của dãy trị đo [6]:

$$m = \pm\sqrt{\frac{[v.v]}{n-1}} \quad (6)$$

Trong nghiên cứu của chúng tôi, khi áp dụng các công thức (5) và công thức (6) đối với các bộ hằng số điều hoà của của 13 phân triều có được khi phân tích chuỗi mực nước 51 năm (từ 1960 đến 2011), thì ở đây chúng ta sẽ có các dãy giá trị l_i (i=1-n, n=51) lần lượt là thành phần biên độ H và pha g của các bộ hằng số điều hoà của 13 phân; x trong công thức (5) gọi là giá trị trung bình xác suất nhất (Mean); m trong công thức (6) gọi là sai số trung phương của trị trung bình xác suất nhất (SE) dùng để đánh giá độ chính xác (tính ổn định và độ tin cậy); v gọi là số sai số (số hiệu chỉnh) được tính theo công thức (7) như sau:

$$v_i = x - l_i \quad (i = 1, 2,\ldots, 51) \quad (7)$$

Trên đây chúng tôi đã mô tả trình tự, phương pháp đánh giá độ chính xác của bộ hằng số điều hoà của 13 sóng triều chính tại trạm nghiên cứu mà chúng tôi đã thực hiện. Kết quả tính toán được trình bày ở bảng 2, số liệu trong bảng 2 biểu thị các thành phần hằng số điều hoà của 13 sóng triều chính kèm theo các tiêu chuẩn đánh giá độ chính xác, gồm có giá trị trung bình xác suất nhất (Mean) tính theo công thức (5) và sai số trung phương của trị xác suất nhất (SE) tình theo công thức (6) tương ứng với các thành phần hằng số điều hoà. Ở đây cũng muốn nhấn mạnh rằng, chúng tôi sẽ chú trọng thảo luận về độ chính xác, tính ổn định, và quy luật biến đổi của thành phần biên độ H của các sóng triều, nội dung cụ thể sẽ được tiến hành đánh giá thảo luận sẽ trình bày ở phần tiếp theo.

3. Kết quả và thảo luận

Kết quả trình bày trong bảng 1, bảng 2 chính là bộ hằng số điều hoà của 13 sóng triều chính tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu, Đồ sơn, Hải phòng, đây là kết quả phân tích điều hoà thuỷ triều từ chuỗi số liệu quan trắc mực nước từng giờ trong năm 2010 và kết quả tính trung bình 51 năm, từ năm 1960 đến năm 2011. Bộ hằng

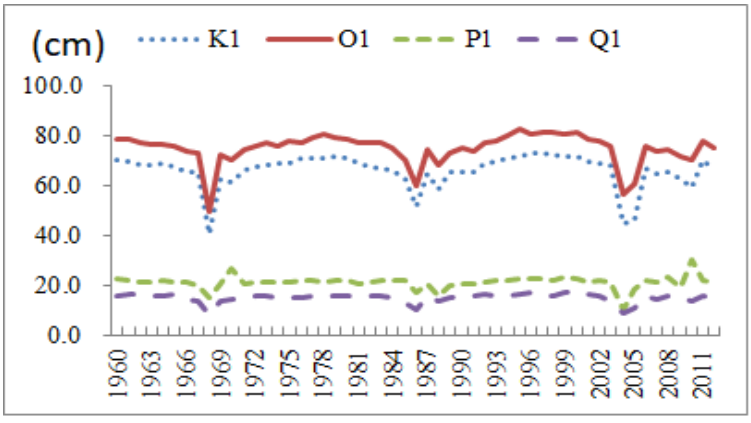
số điều hoà trong bảng 2 dĩ nhiên sẽ có độ tin cậy cao hơn kết quả trình bày trong bảng 1.

Từ giá trị thành phần biên độ hằng số điều hoà trình bày trong bảng 1 và bảng 2, chúng ta dễ dàng nhận thấy năng lượng tạo ra thuỷ triều tại đây do nhóm sóng nhật triều (K_1, O_1, P_1, Q_1) chiếm ưu thế hơn nhóm sóng bán nhật triều (M_2, S_2, N_2, K_2). Kết quả phân tích còn cho thấy, các sóng triều nước nông là những sóng triều có năng lượng khá khiêm tốn so với nhóm sóng nhật triều, bán nhật triều và nhóm sóng triều chu kỳ dài nửa năm, một năm.

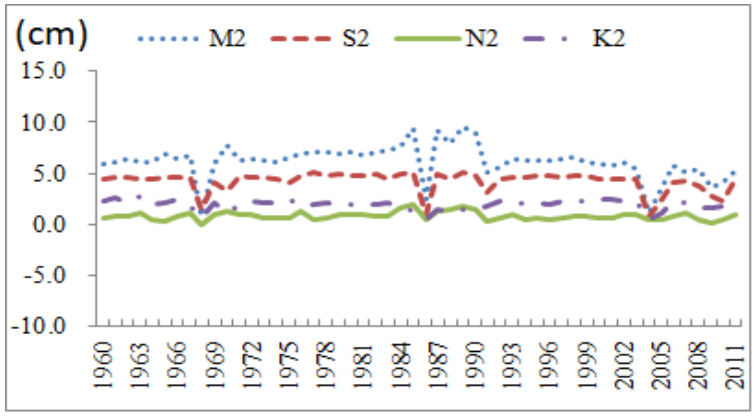
Bảng 2: Giá trị trung bình và sai số trung phương của các bộ hằng số điều hoà của 13 sóng triều chính tại Hòn Dấu Đồ Sơn Hải Phòng

Kí hiệu sóng triều	*Biên độ H*		*Pha g (Phase)*	
	Mean (cm)	*SE (cm)*	*Mean (độ)*	*SE (độ)*
M_2	6.10	0.15	85.69	0.90
S_2	4.19	0.09	103.78	0.53
N_2	0.82	0.03	97.03	0.92
K_2	1.92	0.04	102.00	0.81
K_1	65.62	0.72	89.62	0.39
O_1	74.42	0.71	82.35	1.06
P_1	21.02	0.28	84.66	0.44
Q_1	14.86	0.19	322.24	0.74
M_4	0.78	0.03	233.63	0.61
MS_4	0.50	0.02	271.78	0.79
M_6	0.44	0.01	203.84	0.42
Sa	12.41	0.65	190.50	0.25
SSa	6.28	0.40	81.41	0.41

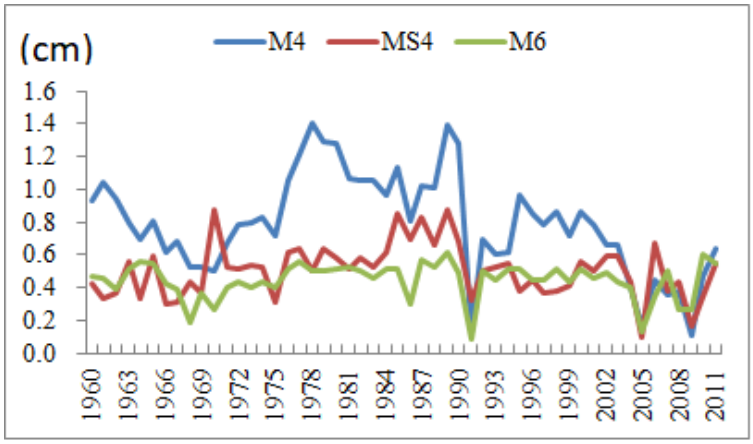
Từ những dãy giá trị thành phần biên độ H của các sóng triều phân tích được, chúng tôi tiến hành vẽ đồ thị thể hiện biến trình thay đổi của thành phần biên độ các sóng triều theo các năm. Hình 2 là biến trình thay đổi của thành phần biên độ hằng số điều hoà các sóng triều mang tính chất nhật triều; Hình 3 là biến trình thay đổi của thành phần biên độ hằng số điều hoà các sóng triều mang tính chất bán nhật triều; Hình 4 là biến trình của thành phần biên độ hằng số điều hoà của ba sóng triều nước nông; Hình 5 chính là biến trình của thành phần biên độ hằng số điều hoà các sóng triều chu kỳ nửa năm và một năm.



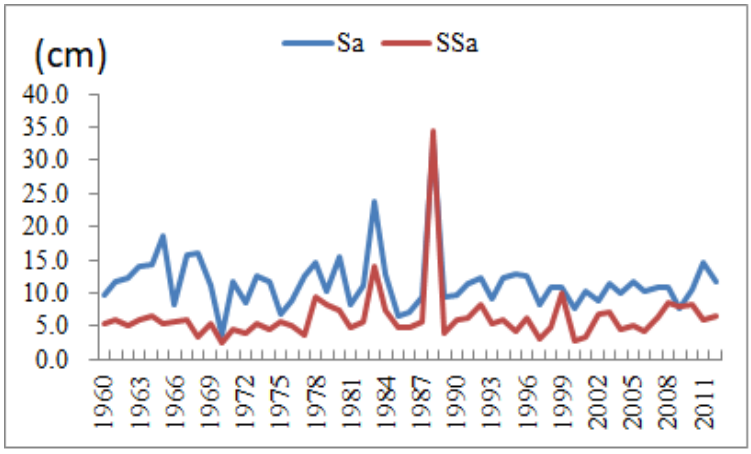
Hình 2: Biến trình giá trị thành phần biên độ sóng nhật triều từ phân tích chuỗi mực nước một năm tại Hòn Dấu Đồ Sơn Hải Phòng



Hình 3: Biến trình giá trị thành phần biên độ sóng bán nhật triều từ phân tích chuỗi mực nước một năm tại Hòn Dấu Đồ Sơn Hải Phòng



Hình 4: Biến trình giá trị thành phần biên độ sóng triều nước nông từ phân tích chuỗi mực nước một năm tại Hòn Dấu Đồ Sơn Hải Phòng



Hình 5: Biến trình giá trị thành phần biên độ sóng triều chu kỳ dài từ phân tích chuỗi mực nước một năm tại Hòn Dấu Đồ Sơn Hải Phòng

Từ kết quả tính toán trình bày trong bảng 1, bảng 2 và các hình từ hình 2 đến hình 5 trên đây cũng có thể đưa ra một số nhận xét và kết luận như sau:

Hình 2 cho chúng ta thấy, thành phần biên độ các sóng nhật triều khá ổn định. Trong nhóm các sóng triều mang tính chất nhật triều thì sóng nhật triều chính mặt trăng O_1 có biên độ lớn nhất, nó là sóng triều chiếm năng lượng cao nhất, rồi đến các sóng nhật triều tổng hợp K_1, sóng nhật triều chính mặt trời P_1 và nhật triều elip nhỏ của mặt trăng Q_1;

Hình 3 cho chúng ta thấy, thành phần biên độ các sóng bán nhật triều cũng tương đối ổn định. Sóng bán nhật triều chính mặt trăng M_2 có biên độ lớn nhất, tiếp theo là các sóng bán nhật triều chính mặt trời S_2, sóng bán nhật triều tổng hợp K_2 và sóng bán nhật triều elip lớn mặt trăng N_2;

Hình 4 đã chứng tỏ rằng thành phần biên độ của các sóng nước nông tại trạm nghiệm triều Hòn Dấu khá nhỏ và không ổn định. Tương tự, nhìn vào hình 5 cũng dễ dàng phát hiện ra thành phần biên độ các sóng triều chu kỳ dài nửa năm và một năm cũng không ổn định. Giá trị biên độ hằng số điều hoà các sóng triều chu kỳ dài nửa năm và một năm khá lớn, chúng chỉ nhỏ hơn các thành phần biên độ của nhóm sóng nhật triều, lớn hơn đáng kể các sóng bán nhật triều và các sóng triều nước nông;

Dựa vào kết quả thể hiện hình dáng biến trình dãy giá trị thành phần biên độ của các sóng triều chính (các sóng nhật triều và các sóng bán nhật triều) mô tả hình 2 và hình 3, chúng ta phát hiện ra trong kết quả phân tích thành phần biên độ các sóng triều này đều hàm chứa yếu tố biến đổi mang tính chất hệ thống, có chu kỳ. Các giá trị cực trị bao gồm giá trị thấp nhất và giá trị gần với giá trị thấp nhất xuất hiện đột biến vào các năm 1968 và 1986; giá trị cao nhất và giá trị gần với giá trị cao nhất xuất hiện vào các năm 1978 và 1996. Chu kỳ xuất hiện các giá trị biến thiên đặc biệt này phù hợp với chu kỳ tuần hoàn của nút quỹ đạo mặt trăng (lunar nodal cycle) là 18,61 năm, đây cũng là chu kỳ dài nhất, có vai trò rất quan trọng trong nghiên cứu hiện tượng thuỷ triều. Kết quả này nhắc nhở chúng ta khi nghiên cứu thuỷ triều hay phân tích điều hoà thuỷ triều sử dụng vào những nhiệm vụ khoa học- kỹ thuật yêu cầu độ chính xác cao như tính toán mặt quy chiếu độ sâu (số "0" độ sâu), tính giá trị độ cao, độ sâu thiết kế cho các dự án công trình quan trọng có giá trị kinh tế lớn cần phải quan tâm đến các biến thiên (sai số) có tính chu kỳ này để có phương pháp hiệu chỉnh vào kết quả tính toán để đạt độ tin cậy cao hơn, hoặc cần thiết phải tiến hành sử dụng chuỗi số liệu quan trắc dài hơn, bao phủ hết các chu kỳ thiên văn ảnh hưởng đến biến thiên độ cao thuỷ triều. Được biết chiều dài lý tưởng của chuỗi quan trắc mực nước phục vụ các bài toán khoa học kỹ thuật yêu cầu độ chính xác cao thường là 19-20 năm.

Những kết quả tính toán cũng như nhận xét đánh giá và thảo luận trên đây có giá trị khoa học và mang ý nghĩa tham khảo nhất định. Tuy nhiên, chúng tôi cũng khuyến nghị cần mở rộng hướng nghiên cứu đối với các sóng triều khác, dùng chuỗi số liệu có thời gian quan trắc dài hơn một năm, đồng thời sử dụng số liệu của các trạm nghiệm triều có vị trí địa lý khác nhau; cũng như cần thiết phải kết hợp với các kết quả nghiên cứu về động lực học biển, khí tượng thuỷ văn, hải văn khác để có những kết luận khách quan hơn, chính xác hơn.

Tài liệu tham khảo

[1] Bộ Tài Nguyên và Môi trường, "Kịch bản biến đổi khí hậu và nước biển dâng", 2020
[2] Phạm Văn Huấn, "Động lực học biển. Phần 3 - Thủy triều", *Nhà xuất bản Đại học Quốc*

gia Hà Nội, 2002

[3] Hoàng Trung Thành, "Nghiên cứu đặc điểm biến thiên mực nước biển ven bờ Việt nam" Luận án tiến sỹ. *Viện khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường*, 2011

[4] Đinh Xuân Mạnh, Phạm Kỳ Quang, "Phân tích điều hòa thủy triều theo phương pháp bình phương nhỏ nhất", *Tạp chí Khoa học công nghệ hàng hải*, 2014

[5] Nghiêm Tiến Lam, "Quan hệ biên độ và góc pha giữa một số thành phần điều hòa thủy triều", *Tạp chí Khoa học Thuỷ lợi và Môi trường*, 2018

[6] Trương Quang Hiếu, Lưu Anh Tuấn, "Cơ sở toán học của lý thuyết sai số và phương pháp bình sai trắc địa", *Nhà xuất bản Giao thông vận tải*, 2014

[7] 翟国君, 黄谟涛, 暴景阳. 海洋测绘基准的需求及现状. *海洋测绘*. 2003(04)

[8] 方国洪, 郑文振, 陈宗镛. 潮汐和潮流的分析和预报. 1986

[9] 暴景阳, 张明亮, 唐岩. 理论最低潮面定义和算法的应用问题分析. *海洋测绘*. 2009(04)

[10] 李改肖, 孙新轩, 刘雁春 沈康, 潮汐调和常数的变化趋势研究. *海洋测绘*. 2010 (03)

Article © 2026 by Magazine of Geodesy - Cartography is licensed under CC BY 4.0