

TÍNH TOÁN BIÊN ĐỘ VÀ PHỔ NĂNG LƯỢNG SÓNG NỘI Ở VÙNG BIỂN ĐÔNG NAM VIỆT NAM

NGUYỄN BÁ XUÂN, TRẦN VĂN CHUNG

Tóm tắt: Trên cơ sở tính toán gián tiếp biên độ và phổ năng lượng sóng nội thông qua các chuỗi số liệu đo đạc nhiệt độ liên tục tại 2 trạm ở vùng biển Đông Nam Việt Nam, đã cho thấy: Ở vùng biển nước nông thềm lục địa, vào thời kỳ gió mùa Tây Nam, tại độ sâu từ 12-38m, sóng nội xuất hiện với biên độ trung bình từ 5-10m; Còn ở vùng ngoài khơi vào thời kỳ gió mùa Đông Bắc, biên độ trung bình sóng nội có giá trị lớn hơn: tại độ sâu từ 10-60m, 70-220m và 230-600m, biên độ sóng nội có các giá trị tương ứng là: 20-80m, 1-5m và 8-15m; Từ kết quả tính toán gián tiếp phổ năng lượng sóng nội cho thấy, phổ năng lượng sóng nội ở vùng nước nông thềm lục địa vào thời kỳ gió mùa Tây Nam nhỏ hơn 20 lần so với phổ năng lượng sóng nội tại vùng nước sâu vào thời kỳ gió mùa Đông Bắc; Phổ năng lượng sóng nội ở vùng biển Đông Nam Việt Nam rất phức tạp và chủ yếu được hình thành từ năng lượng của các thành phần sóng có chu kỳ từ 3-24 giờ, trong đó lớn nhất là năng lượng của thành phần sóng thủy triều 12 và 24 giờ. Các thành phần sóng có chu kỳ nhỏ hơn 3 giờ có năng lượng rất nhỏ.

I. MỞ ĐẦU

Sóng nội hay còn gọi là sóng ngầm, là một hiện tượng động lực phức tạp và hình thành phổ biến trong lòng biển với biên độ và chu kỳ cực đại có thể đạt tới vài trăm mét và vài ngày tương ứng. Sự tồn tại của sóng nội trong biển đóng vai trò rất quan trọng trong các quá trình xáo trộn thẳng đứng và thường gây ra các hiệu ứng (gọi là hiệu ứng sóng nội), làm biến đổi mạnh có chu kỳ các đặc trưng của trường thủy văn, động lực khác. Trong việc nghiên cứu ứng dụng sóng nội phục vụ công tác quốc phòng trên biển, cần lưu ý đến sự ảnh hưởng của sóng nội có thể gây lật đổ tàu ngầm, làm chệch đường bắn đạn và gây nên hiện tượng nhiễu của trường âm thanh lan truyền trong biển. Bởi vậy việc nghiên cứu sóng nội không những có ý nghĩa về khoa học mà còn có ứng dụng trong công tác Quốc phòng - tác chiến hải quân ở biển.

Sóng nội được hình thành thông qua các ngoại lực tác động trong môi trường nước biển phân tầng theo phương thẳng đứng. Do sự phụ thuộc vào các ngoại lực tác động sóng nội có các tên gọi khác: sóng nội trọng lực, sóng nội triều, sóng nội quán tính và v.v... Trên Thế giới, đặc biệt ở các nước phát triển, sóng nội được nghiên cứu rất cơ bản cả về lý thuyết lẫn thực nghiệm từ những thập niên 50, 60 của thế kỷ XX. Ở Việt Nam, sóng

nội được nghiên cứu những năm gần đây trong khuôn khổ đề tài cấp nhà nước KC.09.18, tiến hành từ 2003 đến 2005 và đạt được những kết quả quan trọng bước đầu. Tuy nhiên, sóng nội là một hiện tượng động lực phức tạp, do đó việc nghiên cứu chuyên sâu để từng bước bổ sung và hoàn thiện các kết quả nghiên cứu là một việc làm rất cần thiết.

Trong công trình này, bằng phương pháp tính toán gián tiếp biên độ và phổ năng lượng sóng nội, dựa trên cơ sở sử dụng các số liệu đo đạc nhiệt độ tại 2 trạm liên tục ở vùng biển Đông Nam Việt Nam, tác giả đã tiến hành nghiên cứu các nguyên nhân chủ yếu và cơ chế hình thành sóng nội ở Biển Đông.

Công trình được thực hiện dựa vào nguồn kinh phí hỗ trợ của đề tài nghiên cứu cơ bản mã số 713606, do tác giả chủ trì trong giai đoạn 2006-2008.

II. TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

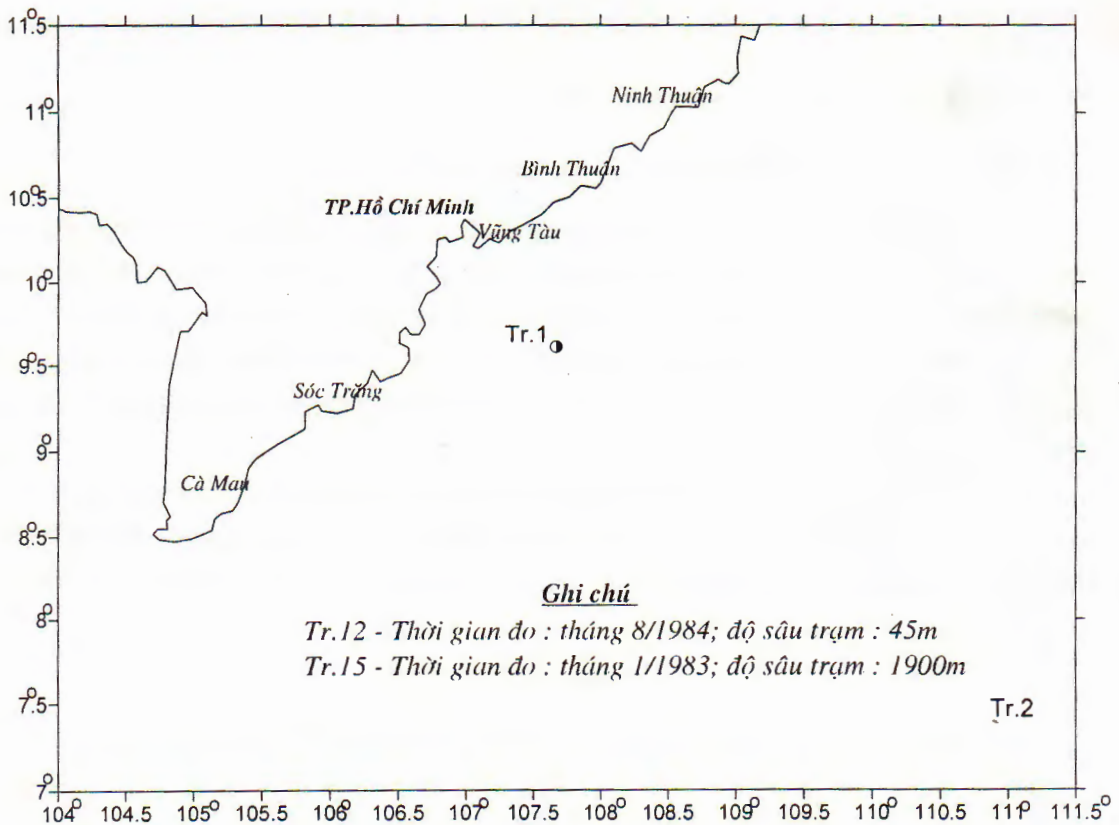
1. Tài liệu sử dụng

Trong công trình này chúng tôi đã sử dụng nguồn số liệu đo đạc nhiệt độ tại 2 trạm liên tục ở vùng biển Đông Nam Việt Nam, do tàu nghiên cứu khoa học Bogorov (Liên Xô cũ) tiến hành trong thời kỳ mùa gió Tây Nam và Đông Bắc. Các thông tin chủ yếu về các trạm đo đạc liên tục có thể tham khảo ở hình 1 và bảng 1 dưới đây:

Bảng 1: Các thông tin chủ yếu về các trạm đo đạc liên tục

Trạm	Toạ độ trạm	Độ sâu trạm	Tàu khảo sát	Thời gian đo đạc	Khoảng thời gian đo giữa các lần	Khoảng cách đo nhiệt độ theo độ sâu
Tr.1	$\varphi = 9^{\circ}45'42''N$ $\lambda = 107^{\circ}58'42''E$	45m	Bogorov (Liên Xô cũ)	24- 27/8/1984	10 phút/lần	2m/1 số liệu
Tr.2	$\varphi = 7^{\circ}22'30''N$ $\lambda = 110^{\circ}53'54''E$	1900m	Bogorov (Liên Xô cũ)	27- 30/1/1983	10 phút/lần	2-20m/1 số liệu

Đây là các nguồn số liệu được đo đạc bằng thiết bị tự động có độ chính xác cao do Liên Xô cũ chế tạo (máy ИСТОК) và rất phù hợp trong việc sử dụng để nghiên cứu hiện tượng sóng nội ở biển. Những nguồn số liệu có chất lượng như thế này vẫn chưa được tiến hành đo đạc bởi các nhà khoa học Việt Nam. Bởi vì ở nước ta những năm trước đây do chưa có đủ các điều kiện về thiết bị và kinh phí, nên việc đề ra nhiệm vụ nghiên cứu sóng nội chưa được thực hiện.



Hình 1. Sơ đồ vị trí các trạm đo đạc liên tục: Tr.12 và Tr.15

2. Các phương pháp nghiên cứu

a. Phương pháp tính toán gián tiếp biên độ sóng nội

Người ta đã dựa vào biến trình biến đổi của nhiệt độ theo thời gian để tính biên độ dịch chuyển thẳng đứng của các đường đẳng nhiệt độ, tức là xác định được biên độ của sóng nội [7, 8]. Giả sử biết được cấu trúc phân bố thẳng đứng của nhiệt độ trung bình \bar{T} , biên độ của sóng nội là ζ . Khi đó sau một chu kỳ sóng nội xuất hiện, nhiệt độ tại tầng Z sẽ biến đổi giữa các giá trị : $\overline{T_{z-\zeta}}$ và $\overline{T_{z+\zeta}}$, do đó ta có :

$$\overline{T_{z-\zeta}} - \overline{T_{z+\zeta}} = -2\zeta \frac{d\bar{T}}{dz} \quad (a1)$$

Từ biểu thức (a1) có thể ký hiệu biên độ dao động của nhiệt độ tại tầng Z là :

$$A_T = \frac{1}{2} (\overline{T_{z-\zeta}} - \overline{T_{z+\zeta}}), \text{ từ đó nhận được : } \zeta = -A_T \left(\frac{d\bar{T}}{dz} \right)^{-1} \quad (a2)$$

Như vậy, từ các số liệu đo đạc nhiệt độ liên tục tại một điểm theo thời gian, chúng ta có thể xác định được A_T và $(\frac{dT}{dz})$ và do đó xác định được ξ .

b. Tính toán gián tiếp phổ năng lượng sóng nội

Phân tích phổ là một công cụ quan trọng để xác định thông tin từ chuỗi số liệu đo đạc theo vùng tần số. Nó sử dụng để phát hiện sự có mặt của các thành phần tín hiệu điều hòa theo một chuỗi thời gian hoặc thu được mối quan hệ pha giữa các thành phần tín hiệu điều hòa theo hai chuỗi thời gian khác nhau (phân tích phổ chéo). Mục đích phân tích phổ là để mô tả phân bố qua tần số của năng lượng chứa trong một tín hiệu, dựa trên một tập hợp hữu hạn của nguồn dữ liệu.

Mật độ phổ năng lượng (Power Spectral Density) (PSD) tại một vị trí đo quá trình ngẫu nhiên x_n là công thức toán học liên quan đến dãy tương quan bởi phép biến đổi Fourier rời rạc theo thời gian. Dạng tần số chuẩn hóa được cho bởi [3,4,5,6]:

$$P_{.xx}(\omega) = \frac{1}{2\pi} \sum_{m=-\infty}^{\infty} R_{.xx}(m) e^{-i\omega m} \quad (b1)$$

Có thể viết lại như một hàm của tần số vật lý f bằng cách sử dụng quan hệ $\omega = \frac{2\pi f}{f_s}$, trong đó f_s là tần số được lấy mẫu ($f_s = 1/\Delta t$), i là số phức ($i^2 = -1$):

$$P_{.xx}(f) = \frac{1}{f_s} \sum_{m=-\infty}^{\infty} R_{.xx}(m) e^{-2\pi i f m / f_s} \quad (b2)$$

Dãy tương quan có thể được dẫn ra từ PSD bằng cách sử dụng phép biến đổi Fourier thời gian rời rạc đảo:

$$P_{.xx}(m) = \int_{-\pi}^{+\pi} (P_{.xx}(\omega) e^{i\omega m}) d\omega = \int_{-f_s/2}^{+f_s/2} (P_{.xx}(f) e^{2\pi i f m / f_s}) df \quad (b3)$$

Năng lượng trung bình của dãy x_n qua toàn bộ khoảng Nyquist được biểu diễn bởi:

$$R_{.xx}(0) = \int_{-\pi}^{+\pi} P_{.xx}(\omega) d\omega = \int_{-f_s/2}^{+f_s/2} P_{.xx}(f) df \quad (b4)$$

Năng lượng trung bình của một tín hiệu qua một dải tần số đặc trưng $[\omega_1, \omega_2]$, $0 \leq \omega_1 < \omega_2 \leq \pi$, có thể được tìm thấy bởi tích phân PSD qua dải đó:

$$\bar{P}_{[\omega_1, \omega_2]} = \int_{\omega_1}^{\omega_2} P_{.xx}(\omega) d\omega + \int_{-\omega_1}^{-\omega_2} P_{.xx}(\omega) d\omega \quad (b5)$$

Để thu được năng lượng trung bình qua toàn bộ khoảng Nyquist, cần thiết phải đưa vào khái niệm PSD một phía. PSD một phía được xác định bởi:

$$P_{1\text{phia}}(\omega) = \begin{cases} 0, & -\pi \leq \omega < 0 \\ 2P_{xx}(\omega), & 0 \leq \omega < \pi \end{cases} \quad (\text{b6})$$

Năng lượng trung bình của một dải tín hiệu qua dải tần số $[\omega_1, \omega_2]$, $0 \leq \omega_1 < \omega_2 \leq \pi$, có thể sử dụng tính PSD một phía như

$$\bar{P}_{[\omega_1, \omega_2]} = \int_{\omega_1}^{\omega_2} P_{1\text{phia}}(\omega) d\omega \quad (\text{b7})$$

Trong trường hợp tổng quát, để đánh giá PSD của một quá trình được đơn giản tìm phép biến đổi Fourier rời rạc theo thời gian từ việc lấy mẫu quá trình và lấy bình phương độ lớn thu được. Ước lượng này được gọi là Giảm độ phân tích chu kỳ.

Số liệu chuỗi thời gian thực trong Hải dương học là rời rạc và có thời gian hữu hạn. Độ lớn phổ cho phép lấy mẫu phải được xác định dưới dạng phép biến đổi phổ Fourier rời rạc:

$$X_L(f) = \sum_{n=0}^{L-1} x_L[n] e^{-2\pi i f n / f_s} \quad (\text{b8})$$

trong đó L độ dài tín hiệu, $x_L[n]$ là tín hiệu đo đạc tại vị trí $n=0, \dots, L-1$.

Các thí nghiệm của Monte-Carlo, Horne và Baliunas [3, 4] cho thấy rằng trong tình huống một chuỗi thời gian cách nhau đều của độ dài L, số của các tần số độc lập trong $[-f_{Nyq}, f_{Nyq}]$ là L. ($f_{Nyq} = \frac{1}{2\Delta t}$ thể hiện tần số Nyquist phù hợp với lý thuyết lấy mẫu, ví dụ thực hiện của Bendat và Piersol, 1986)). Như đã nói ở trên, tần số f được sử dụng hạn chế tới tần số Nyquist, với tần số dương, $0 \leq f_n \leq f_{Nyq}$, đúng với dãy $n=0, \dots, L/2$ và các tần số âm, $-f_{Nyq} \leq f_n \leq 0$ với dãy $n=L/2, \dots, L$. Từ $f_{Nyq-n}=f_n$, chỉ các giá trị biến đổi Fourier đầu tiên L/2 là chỉ có một. Một cách cụ thể, do $X_n=X_{L-n}$ nên chúng ta thường thì giới hạn tập trung chú ý chỉ khoảng dương.

Ước lượng giảm độ phân tích chu kỳ của PSD của một độ dài L tín hiệu $x_L[n]$ là:

$$\hat{P}_{xx}(f) = \frac{|X_L(f)|^2}{f_s L} \quad (\text{b9})$$

Tính toán thực sự của $X_L(f)$ có thể chỉ thực hiện tại một số hữu hạn của các tần số N, và thông thường dùng phép biến đổi Fourier. Trong thực hành, quy mô thực hiện đầy đủ của phương pháp giảm độ phân tích chu kỳ tính toán ước lượng PSD N-điểm (trong chương trình tính nhằm tăng độ nhẵn của đường cong, chúng tôi chọn $N=389$ theo cách làm trong [1,2,3,4,5,6])

$$\hat{P}_{xx}[f_k] = \frac{|X_L[f_k]|^2}{f_s L}, \quad f_k = \frac{k f_s}{N}, \quad k = 0, 1, \dots, N-1 \quad (\text{b10})$$

trong đó : $X_L[f_k] = \sum_{n=0}^{N-1} x_L[n] e^{-2\pi i k n / N}$

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Kết quả tính toán gián tiếp biên độ và phổ năng lượng sóng nội tại 2 trạm khảo sát, đại diện cho vùng biển nông (trạm Tr.1) và biển sâu (trạm Tr.2) của vùng biển Đông Nam Việt Nam, dựa trên cơ sở sử dụng các số liệu đo đặc nhiệt độ liên tục với khoảng thời gian đo qua 10 phút, đã cho thấy:

Ở vùng biển thềm lục địa nước nông thuộc vùng biển Đông Nam Việt Nam, trong thời kỳ gió mùa Tây Nam, qua kết quả tính toán gián tiếp biên độ sóng nội cho thấy, sóng nội được hình thành ở độ sâu từ 12-38m có biên độ trung bình khoảng từ 5–10m (bảng 2). Cũng bằng các kết quả tính toán phổ năng lượng sóng nội cho thấy, sóng nội được hình thành chủ yếu nằm trong dải năng lượng của các sóng có chu kỳ từ 5-24 giờ, trong đó năng lượng sóng nhật triều và bán nhật triều là lớn nhất (hình 2). Tuy nhiên, đây là một vùng biển nông và tương đối đồng nhất về địa hình đáy, nên sóng nội có năng lượng không lớn, năng lượng lớn nhất của sóng nội ở vùng biển này trong thời kỳ gió mùa Tây Nam chỉ có giá trị gần bằng $1(^{\circ}\text{C})^2/\text{cph}$, thấp hơn 20 lần so với sóng nội ở vùng biển sâu ngoài khơi trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc (hình 3).

Bảng 2: Kết quả tính toán biên độ sóng nội tại Tr.1
(Trong thời kỳ gió mùa Tây Nam)

Độ sâu (m)	T.tb ($^{\circ}\text{C}$)	Grad.Ttb ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$)	BDDD. ($^{\circ}\text{C}$)	H.tb (m)
12	24.82	-0.00833	0.0754	8.56
14	24.80	-0.01578	0.0752	9.02
16	24.77	-0.02073	0.0785	4.97
18	24.73	-0.01751	0.0866	4.95
20	24.69	-0.01036	0.1026	5.86
22	24.67	-0.01089	0.1050	10.13
24	24.65	-0.01547	0.1049	9.63
26	24.62	-0.01026	0.1062	6.86
28	24.60	-0.01063	0.0955	9.30
30	24.58	-0.00865	0.0803	7.55
32	24.56	-0.00656	0.0608	7.03
34	24.55	-0.00458	0.0407	6.20
36	24.54	-0.00141	0.0244	5.32
38	24.53	-1.8E-15	0.0148	10.52

Ghichú :

- T.tb : Nhiệt độ nước biển trung bình ngày đêm
- Grad.Ttb : Gradient nhiệt độ trung bình theo độ sâu
- BDDD : Biên độ dao động trung bình của nhiệt độ
- H.tb : Biên độ trung bình của sóng nội

Kết quả tính toán gián tiếp biên độ sóng nội dựa trên cơ sở các số liệu nhiệt độ đo đạc trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc ở vùng biển sâu ngoài khơi Đông Nam Việt Nam đã cho thấy : có sự khác biệt tương đối rõ nét về độ lớn của biên độ và năng lượng sóng nội giữa vùng biển sâu ngoài khơi và vùng biển nông thềm lục địa, giữa thời kỳ gió mùa Tây Nam và thời kỳ gió mùa Đông Bắc. Biên độ sóng nội trung bình ở vùng biển sâu ngoài khơi Đông Nam Việt Nam tại các độ sâu : 10-60m, 70-220m và 230-600m, có giá trị tương ứng là : 20-80m, 1-5m và 8-15m (bảng 3). Biên độ sóng nội có giá trị lớn nhất thường xuất hiện tại các độ sâu nằm phía trên và phía dưới lớp đột biến nhiệt độ. Biên độ sóng nội tại lớp đột biến nhiệt độ có giá trị không lớn khoảng từ 1-5 m. Kết quả tính toán mật độ phổ cho thấy : phổ năng lượng sóng nội ở vùng nước sâu ngoài khơi Đông Nam Việt Nam cũng có quy luật tương tự như ở vùng thềm lục địa nước nông, nhưng có giá trị lớn hơn khoảng 20 lần. Phổ năng lượng của sóng nội với chu kỳ 24 giờ tại Tr.2 có giá trị năng lượng lớn nhất bằng $23 (^{\circ}\text{C})^2/\text{cph}$. Điều đáng chú ý ở vùng nước sâu ngoài khơi, phổ năng lượng của các thành phần sóng có chu kỳ từ 0.5 giờ đến 12 giờ cũng có giá trị lớn hơn 3-5 lần so với năng lượng lớn nhất của sóng nội triều 24 giờ ở vùng biển thềm lục địa nước nông. Điều này có thể

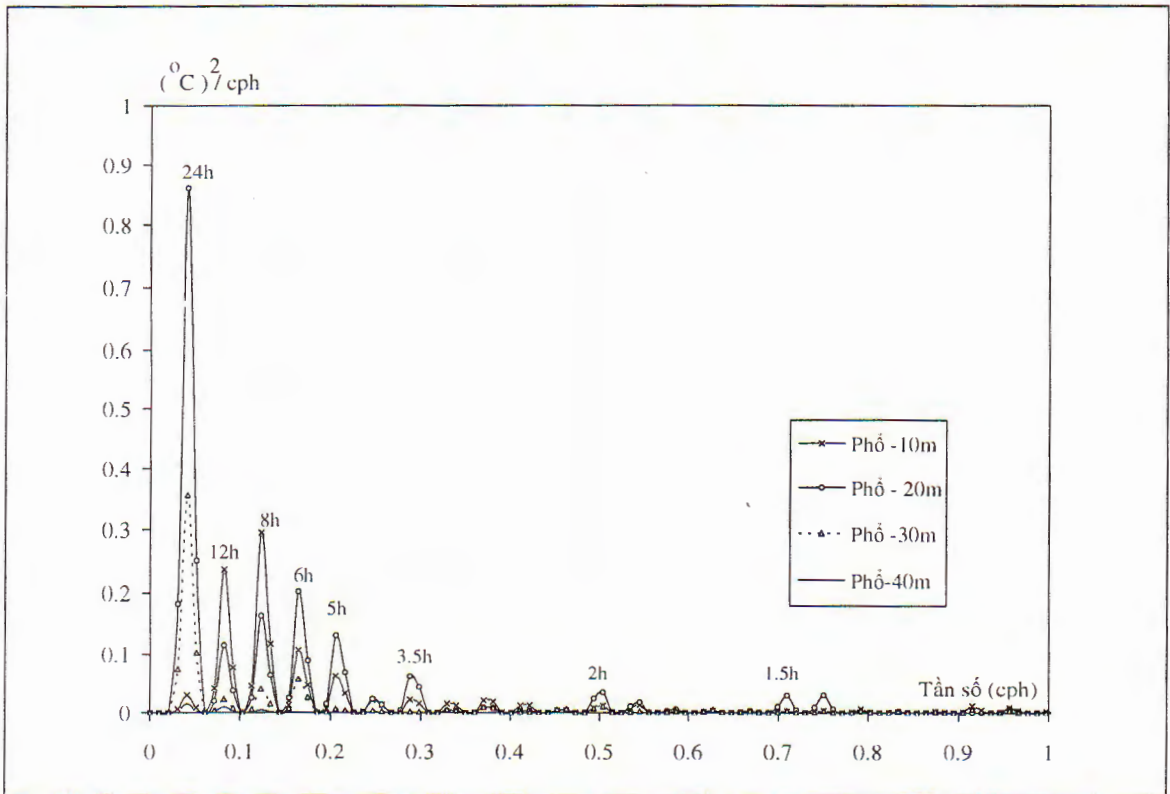
Bảng 3 : Kết quả tính toán biên độ sóng nội tại Tr.2
(Trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc)

Độ sâu (m)	T.tb ($^{\circ}\text{C}$)	Grad.Ttb ($^{\circ}\text{C}/\text{m}$)	BDDD. ($^{\circ}\text{C}$)	H.tb (m)
10	26.27	-0.00135	0.0425	31.38
14	26.27	-0.00177	0.0423	23.88
18	26.26	-0.00073	0.0406	55.68
20	26.26	-0.00057	0.0379	66.15
28	26.26	-0.00047	0.0375	80
30	26.25	-0.00055	0.0379	68.64
50	26.24	-0.00123	0.0495	40.27
60	26.22	-0.00288	0.0608	21.14
70	26.19	-0.06292	0.0766	1.21
80	25.57	-0.26653	0.5414	2.03
100	20.44	-0.14188	0.6978	4.91
140	17.09	-0.05643	0.2328	4.12
150	16.53	-0.0505	0.1809	3.58
160	16.02	-0.04108	0.1437	3.49
180	15.09	-0.04843	0.2195	4.53
190	14.60	-0.03548	0.1841	5.18
200	14.25	-0.03426	0.1645	4.80
220	13.42	-0.05483	0.2939	5.35
230	12.87	-0.0395	0.397	10.05
240	12.48	-0.03269	0.4092	12.51
250	12.15	-0.0309	0.3901	12.62

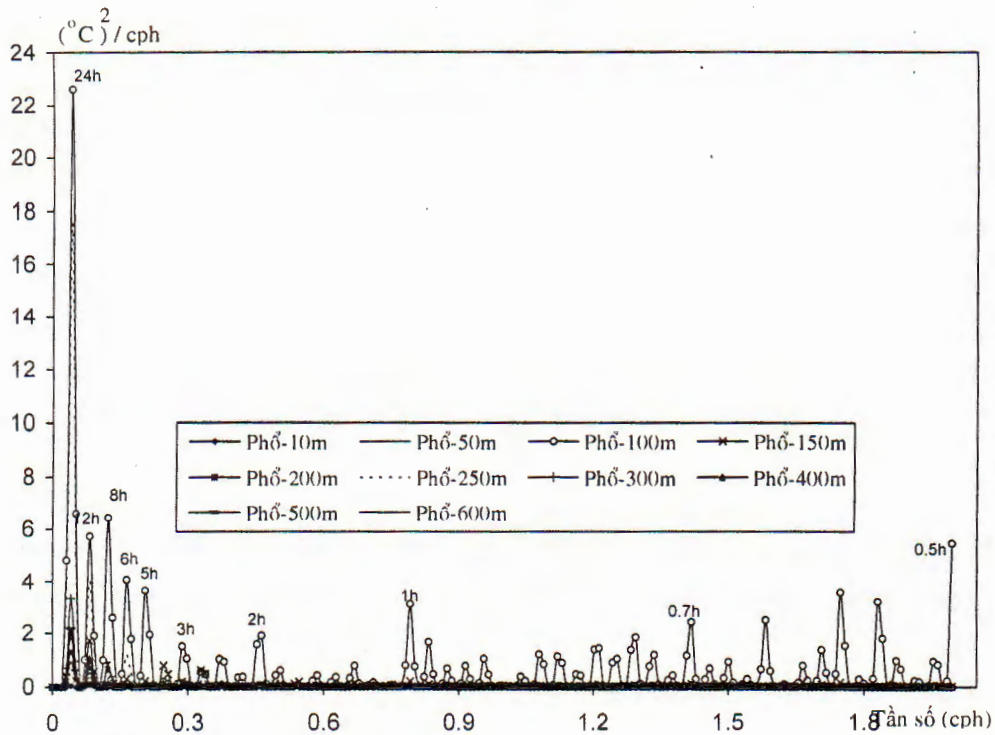
260	11.84	-0.0279	0.3318	11.89
280	11.32	-0.02258	0.2188	9.68
290	11.10	-0.01875	0.1856	9.89
300	10.91	-0.0186	0.173	9.30
340	10.17	-0.01779	0.1418	7.97
380	9.46	-0.01721	0.1793	10.41
400	9.11	-0.0144	0.1361	9.45
440	8.55	-0.00847	0.1546	18.25
460	8.38	-0.0081	0.1226	15.12
480	8.22	-0.01	0.1142	11.42
500	8.02	-0.00895	0.1344	15.01
540	7.64	-0.01217	0.1548	12.72
580	7.20	-0.00804	0.148	18.41
600	7.04	-0.00868	0.1215	14.00

Ghi chú :

- T.tb : Nhiệt độ nước biển trung bình ngày đêm
- Grad.Ttb : Gradient nhiệt độ trung bình theo độ sâu
- BDDD : Biên độ dao động trung bình của nhiệt độ
- H.tb : Biên độ trung bình của sóng nội



Hình 2. Phổ năng lượng của nhiệt độ tại các độ sâu: 10m, 20m, 30m, 40m tại trạm liên tục Tr 1, trong thời kỳ gió mùa Tây Nam



Hình 3. Phổ năng lượng của nhiệt độ tại các độ sâu: 10m, 50m, 100m, 150m, 250m, 400m, 600m tại trạm liên tục Tr 2, trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc

Nhận xét: tại vùng biển thềm lục địa nước nông của vùng biển Đông Nam Việt Nam, trong thời kỳ gió mùa Tây Nam, sóng nội tuy được hình thành nhưng với năng lượng rất nhỏ so với vùng nước sâu ngoài khơi (hình 2, 3).

Theo các kết quả tính toán phổ năng lượng của dòng chảy ở vùng thềm lục địa Đông Nam Việt Nam của tác giả [1, 2], đã cho thấy, phổ năng lượng của dòng chảy cũng có quy luật chủ yếu tập trung năng lượng tại các thành phần sóng với chu kỳ 12giờ, 24giờ và 20 ngày.

Theo các kết quả nghiên cứu ở 2 vùng thấy rằng : phổ năng lượng của sóng nội có dải biến đổi là rất rộng, với đủ các chu kỳ sóng, tuy nhiên đối với vùng biển thềm lục địa nước nông thuộc vùng biển Đông Nam Việt Nam, trong thời kỳ gió mùa Tây Nam, sóng nội có năng lượng không lớn, có thể do ảnh hưởng của môi trường truyền sóng và các yếu tố địa hình đáy. Còn ở vùng nước sâu trong thời kỳ gió mùa Đông Bắc, sóng nội có biên độ và năng lượng hình thành lớn hơn rất nhiều lần so với thời kỳ gió mùa Tây Nam tại vùng nước nông ven bờ.

IV. KẾT LUẬN

Ở vùng biển thềm lục địa nước nông trong thời kỳ gió mùa Tây Nam, sóng nội tuy được hình thành nhưng với năng lượng thành tạo không lớn, lớn nhất vào khoảng $1\text{ }(^{\circ}\text{C})^2/\text{cph}$, do thành phần sóng nội triều 24 giờ tạo nên. Biên độ sóng nội trung bình đạt được vào khoảng 5-10m.

Ở vùng biển nước sâu trong thời kỳ gió Đông Bắc, sóng nội được hình thành với biên độ có thể đạt tới giá trị cực đại khoảng 20-80m tại các độ sâu 10-60m. Ngoài nguồn năng lượng hình thành chiếm ưu thế do các sóng nội nhật triều và bán nhật triều tạo nên, năng lượng của các sóng nội có chu kỳ từ 0.5 đến 8 giờ cũng có giá trị lớn khá lớn.

CALCULATION OF THE AMPLITUDE AND POWER SPECTRUM OF INTERNAL WAVE IN THE SOUTH-EAST SEA REGION OF VIET NAM

NGUYEN BA XUAN AND TRAN VAN CHUNG

Summary: In this paper some indirect calculations of the amplitude and power spectrum of internal wave are presented on basis of using the continuous temperature data measured at 2 moorings stations in the South-East sea region of Vietnam. The calculated results show that : In the shallow continental shelf region during the South-West monsoon, at the depths of 12-38m, the average amplitude of internal wave has the values of 5-10m; Whereas in the more deeper region during North-East monsoon, at the depths of 10-60m, 70-220m and 230-600m, the average amplitude of internal wave has the values of 20-80m, 1-5m and 8-15m respectively; By using the power spectrum analysis of internal wave show that: The power spectrum of internal wave in the shallow continental region is less than of about 20 times in comparison with the deeper region; The power spectrum of internal wave in the South-East sea region of Vietnam is complicated and formed mainly by waves having periods of 3-24 hours, among them, the wave components with periods of 12 and 24 hours are dominance. The waves with period smaller than 3 hours are very small power.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Nguyễn Bá Xuân, Nguyễn Văn Tuấn, 2006.** Những đặc điểm chủ yếu của dòng chảy tổng hợp vùng biển thềm lục địa Đông Nam Việt Nam. Tạp chí KH và CN biển.1(T.6)/2006, 1-11, (2006)
2. **Nguyễn Bá Xuân, 2002.** Cấu trúc, thành phần và phổ năng lượng dòng chảy biển Việt Nam. Tuyển tập báo cáo và tham luận của hội thảo khoa học các công tác nghiên cứu cơ bản trong lĩnh vực các khoa học trái đất ở các tỉnh phía Nam, định hướng nghiên cứu và đào tạo nhân lực phục vụ cho các mục tiêu phát triển bền vững. 99-108 (12/2002)
3. **Michael Schulz and Karl Stattegger, 1997,** "Spectrum: Spectral analysis of unevenly spaced paleoclimatic time series", *Computer & Geosciences*, pp. 929-945
4. **Oppenheim A.V and Schafer R.W, 1975.** "Digital Signal Processing", *Prentice-Hall*, pp. 556 (Sử dụng trong tính toán hàm "psd.m" trong MATLAB)
5. **Pawlowicz R., Beardsley B., Lentz S. 2002.** "Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T_tide", *Computers & Geosciences* 28, pp. 929-937.
6. **Petre Stoica and Randolph Moses, 1997.** "Introduction To Spectral Analysis", *Prentice hall*, pp, 15 (Sử dụng trong tính toán hàm "psd.m" trong MATLAB)
7. **Zukov L. A, 1976.** Hải dương học cơ sở. Nhà xuất bản Khí tượng-Thủy văn, Leningrad, trang 152-157
8. **Smirnov G.N, 1987.** Hải dương học. Nhà xuất bản Khí tượng-Thủy văn "Vursai scola", Moskva, trang 208-210

Ngày nhận bài: 20 - 4 - 2007

Địa chỉ: Viện Hải dương học

Người nhận xét: TS. Lê Đình Mậu