

MỘT SỐ KẾT QUẢ TÍNH DÒNG NĂNG LƯỢNG TRIỀU THIÊN VĂN CHO BIỂN ĐÔNG

DU VĂN TOÁN

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu phương pháp “bề mặt” và phương pháp “khối” để tính dòng thiên văn năng lượng triều cho các thủy vực, biển và đại dương. Phương pháp “khối” có ưu điểm hơn phương pháp “bề mặt”, vì nó cho phép xây dựng bản đồ phân bố không gian mật độ dòng thiên văn của toàn vùng nghiên cứu. Trong bài giới thiệu kết quả tính toán và bản đồ mật độ dòng thiên văn cho các sóng bán nhật triều M2, S2 và các sóng nhật triều K1, O1 cho biển Đông. Theo kết quả tính toán đã xác định được vùng tăng thêm và vùng mất đi năng lượng. Đối với sóng bán nhật triều vùng mất đi năng lượng (hiệu ứng ngăn cản) bao phủ hầu hết Biển Đông, còn đối với sóng nhật triều vùng tăng thêm năng lượng (hiệu ứng cộng hưởng) lại chiếm phần lớn diện tích Biển Đông. Những kết quả này cho thấy các sóng nhật triều có ảnh hưởng lớn hơn sóng bán nhật triều đến chế độ thủy triều của Biển Đông.

I. MỞ ĐẦU

Thủy triều luôn đóng vai trò quan trọng trong các nghiên cứu Hải dương. Tuy nhiên từ trước đến nay vẫn chưa có nghiên cứu, tính toán dòng thiên văn năng lượng triều, được gây ra do lực tạo triều cho vùng biển, Đại dương trên Thế giới. Giá trị dòng thiên văn vẫn được coi là rất bé so với các thành phần khác. Nhưng do tác động rất không đồng đều của dòng này đến từng vùng biển, Đại dương mà cũng có thể là nguyên nhân gây ra những vùng có chế độ thủy triều là bán nhật triều hay nhật triều. Vùng Biển Đông có chế độ thủy triều đa dạng, hiện tượng nhật triều chiếm đa phần trên Biển Đông, nên việc tính toán dòng thiên văn cho các sóng triều chính là nhiệm vụ rất cần thiết để làm sáng tỏ thêm được cơ chế hình thành chế độ thủy triều.

II. PHƯƠNG PHÁP VÀ SỐ LIỆU NGHIÊN CỨU

Dòng thiên văn, hay công do tác động của lực tạo triều có thể được tính bằng hai phương pháp “bề mặt” và “khối”. Phương pháp thứ nhất lực tạo triều F được biểu diễn qua độ lệch thủy triều tĩnh $F = \rho g \vec{\nabla} \bar{\zeta}$ và để tính toán được dòng thiên văn cần có số liệu về dòng chảy triều ở các biên lỏng vùng nghiên cứu, mực dao động triều cho toàn vùng nghiên cứu. Phương pháp thứ hai lực tạo triều được biểu thị qua các thành phần riêng cho

toàn vùng tính toán, số liệu tính toán chỉ cần đến dòng chảy triều trong toàn vùng nghiên cứu, mà không cần đến số liệu mực nước triều. Đối với cả hai phương pháp đều cần đến số liệu độ sâu vùng nghiên cứu. Lựa chọn phương pháp tính phụ thuộc vào tính chất và cơ sở dữ liệu về chuyển động triều trong vùng nghiên cứu. Phương pháp thứ nhất thường dính liền đến xác định hiệu của các giá trị lớn nên thường kém hơn phương pháp thứ hai về độ chính xác. Chúng ta xem xét hai phương pháp trên.

1. Phương pháp “bề mặt”

Dòng thiên văn năng lượng triều được tính qua hai thành phần: phần “bề mặt”

$$A_{\Omega}^S = \rho g \iint_S \bar{\zeta} \frac{\partial \zeta}{\partial t} dS \quad (1)$$

và phần “biên lòng”

$$A_{\Omega}^{\Gamma} = \rho g \oint_{\Gamma} h u_n d\Gamma \quad (2)$$

Mật độ tương ứng của các dòng a_{Ω}^S và a_{Ω}^{Γ} có dạng sau

$$a_{\Omega}^S = \rho g \bar{\zeta} \frac{\partial \zeta}{\partial t} \quad (3)$$

$$a_{\Omega}^{\Gamma} = \text{div}(\rho g h \mathbf{u} \bar{\zeta}) \quad (4)$$

Nếu thời gian tính trong tất cả các điểm của vùng tính toán so với cùng thời điểm giá trị thủy triều tĩnh lớn nhất theo kinh tuyến Greenwich, thì các giá trị $\bar{\zeta}$, ζ và u_n đối với sóng M_2 có thể biểu diễn dưới dạng sau

$$\bar{\zeta} = \bar{H} \cos(\sigma + 2\lambda) \quad (5)$$

$$\zeta = H \cos(\sigma + 2\lambda - K) = H \cos(\sigma - G) \quad (6)$$

$$u_n = U_n \cos(\sigma + 2\lambda - K_n) = U_n \cos(\sigma - G_n) \quad (7)$$

Trong đó ρ – mật độ nước biển; σ – tần số của các sóng triều; g – gia tốc tự do; t – thời gian; λ – kinh độ đông; ζ – mực nước; $\bar{\zeta}$ – mực nước thủy triều tĩnh; S – diện tích mặt biển; Γ – biên lòng; h – độ sâu; u_n – thành phần tiếp tuyến vận tốc; \mathbf{u} – véc tơ vận tốc trung bình dòng triều; G , G_n – pha tại điểm tính toán; H – biên độ tại chỗ của thủy triều thực, K – góc định hướng tại chỗ, U_n – biên độ tại chỗ của giá trị u_n ; K_n – pha tại chỗ, tiếp tuyến với hướng dòng triều, được tính từ thời điểm thủy triều tĩnh lớn nhất, tức là vào thời điểm Mặt Trăng cao nhất trên kinh tuyến tại chỗ; \bar{H} – biên độ tại chỗ của thủy triều tĩnh.

$$\bar{H}_{M_2} = 0.243 \cos^2 \varphi \quad (8)$$

$$\bar{H}_{S_2} = 0.113 \cos^2 \varphi \quad (9)$$

$$\bar{H}_{K_1} = 0.142 \sin 2\varphi \quad (10)$$

$$\bar{H}_{O_1} = 0.101 \sin 2\varphi \quad (11)$$

Nếu tính thời gian theo giá trị cực đại thủy triều tính tại chỗ cho sóng M_2 , thì chúng ta có:

$$\bar{\zeta} = \bar{H} \cos(\sigma t) \quad (12)$$

$$\zeta = H \cos(\sigma t - K) \quad (13)$$

$$u_n = U_n \cos(\sigma t - K_n) \quad (14)$$

Từ đó ta có công thức tính mật độ dòng “bề mặt” và “biên lòng” có dạng sau

$$a_{\Omega}^s = \frac{1}{2} \rho g \sigma \bar{H} \bar{H} \sin K [1 + \cos(2\sigma t)] - \frac{1}{2} \rho g \sigma \bar{H} \bar{H} \cos K \sin(2\sigma t) \quad (15)$$

$$a_{\Omega}^r = \frac{1}{2} \rho g h \bar{H} \bar{U}_n \cos K_n [1 + \cos(2\sigma t)] + \frac{1}{2} \rho g h \bar{H} \bar{U}_n \sin K_n \sin(2\sigma t). \quad (16)$$

Các thành phần thứ nhất của hai công thức trên là các thành phần tích cực hoạt động, các thành phần thứ hai là các thành phần phản ứng lại. Nếu lấy trung bình cho chu kỳ triều thì các thành phần phản ứng lại bị triệt tiêu, còn lại mật độ dòng thực và có dạng sau

$$(a_{\Omega}^s) = \frac{1}{2} \rho g \sigma \bar{H} \bar{H} \sin K \quad (17)$$

$$(a_{\Omega}^r) = \frac{1}{2} \rho g h \bar{H} \bar{U}_n \cos K_n \quad (18)$$

Như vậy, số liệu đầu vào cần có để xác định được H , K cho toàn vùng, và U_n , K_n cho các biên lòng.

Sơ đồ tính toán thực hiện như sau: theo các công thức (15), (16), (17), (18) tìm được giá trị mật độ dòng năng lượng tại trung tâm của các ô tính toán và các đường biên lòng thẳng, sau đó xác định A_{Ω}^s và A_{Ω}^r bằng tích phân số theo các công thức (1) và (2). Sau đó tính dòng thiên văn bằng tổng $A_{\Omega} = A_{\Omega}^s + A_{\Omega}^r$.

2. Phương pháp “khối”

Theo phương pháp này dòng thiên văn $A_{\Omega} = \iint_S \rho h \mathbf{u} \cdot \mathbf{F} dS$ được biểu diễn qua giá trị mật độ dòng $a_{\Omega} = \rho h \mathbf{u} \cdot \mathbf{F}$, và nó lại được biểu diễn qua các thành phần $a_{\Omega} = \rho h (u \cdot F_x + v \cdot F_y)$.

Nếu tính thời gian theo Greenwich thì các thành phần lực tạo triều có dạng sau

$$F_x = -F_{\max}^{\rightarrow} \sin(\sigma t + 2\lambda) \quad (19)$$

$$F_y = -F_{\max}^{\uparrow} \cos(\sigma t + 2\lambda) \quad (20)$$

Các vận tốc thành phần có dạng sau

$$u = U \cos(\sigma + 2\lambda - K_u) = U \cos(\sigma - g_u) \quad (21)$$

$$v = V \cos(\sigma + 2\lambda - K_v) = V \cos(\sigma - g_v). \quad (22)$$

trong đó

$$F_{\max M_2}^{\rightarrow} = 7,483.10^{-7} \cos \varphi; \quad F_{\max M_2}^{\uparrow} = 3,742.10^{-7} \sin 2\varphi;$$

$$F_{\max S_2}^{\rightarrow} = 3,480.10^{-7} \cos \varphi; \quad F_{\max S_2}^{\uparrow} = 1,740.10^{-7} \sin 2\varphi; \quad F_{\max K_1}^{\rightarrow} = 4,373.10^{-7} \sin \varphi;$$

$$F_{\max K_1}^{\uparrow} = -4,373.10^{-7} \cos 2\varphi;$$

$F_{\max O_1}^{\rightarrow} = 3,11.10^{-7} \sin \varphi; F_{\max O_1}^{\uparrow} = -3,11.10^{-7} \cos 2\varphi$ - biên độ tại chỗ theo hướng kinh, vĩ tuyến cực đại của lực tạo triều đối với các sóng triều chính M_2, S_2, K_1, O_1 ; U và V - biên độ thành phần dòng triều theo kinh, vĩ tuyến; K_u và K_v - góc lệch tại chỗ của các thành phần dòng triều; g_u và g_v - góc lệch riêng của các thành phần trên. Tất cả các cặp giá trị U, K_u và V, K_v cùng U, g_u và V, g_v là các hằng số điều hoà của dòng triều trên các trục tương ứng.

Nếu tính thời gian tại điểm bất kì theo độ cao cực đại của Mặt Trăng ta có:

$$F_x = -F_{\max}^{\rightarrow} \sin(\sigma) \quad (23)$$

$$F_y = -F_{\max}^{\uparrow} \cos(\sigma) \quad (24)$$

$$u = U \cos(\sigma - K_u) \quad (25)$$

$$v = V \cos(\sigma - K_v). \quad (26)$$

Khi đó ta có:

$$a_{\Omega}^{\rightarrow} = -\frac{1}{2} \rho h U F_{\max}^{\rightarrow} \sin K_u [1 - \cos(2\sigma)] - \frac{1}{2} \rho h U F_{\max}^{\rightarrow} \cos K_u \sin(2\sigma) \quad (27)$$

$$a_{\Omega}^{\uparrow} = -\frac{1}{2} \rho h U F_{\max}^{\uparrow} \cos K_v [1 + \cos(2\sigma)] - \frac{1}{2} \rho h U F_{\max}^{\uparrow} \sin K_v \sin(2\sigma) \quad (28)$$

$$(a_{\Omega}) = (a_{\Omega}^{\rightarrow}) + (a_{\Omega}^{\uparrow}) = -\frac{1}{2} \rho h (U F_{\max}^{\rightarrow} \sin K_u + V F_{\max}^{\uparrow} \cos K_v) \quad (29)$$

Ở đây a_{Ω}^{\rightarrow} thể hiện công do thành phần vĩ tuyến của lực tạo triều, a_{Ω}^{\uparrow} thể hiện công do thành phần kinh tuyến của lực tạo triều.

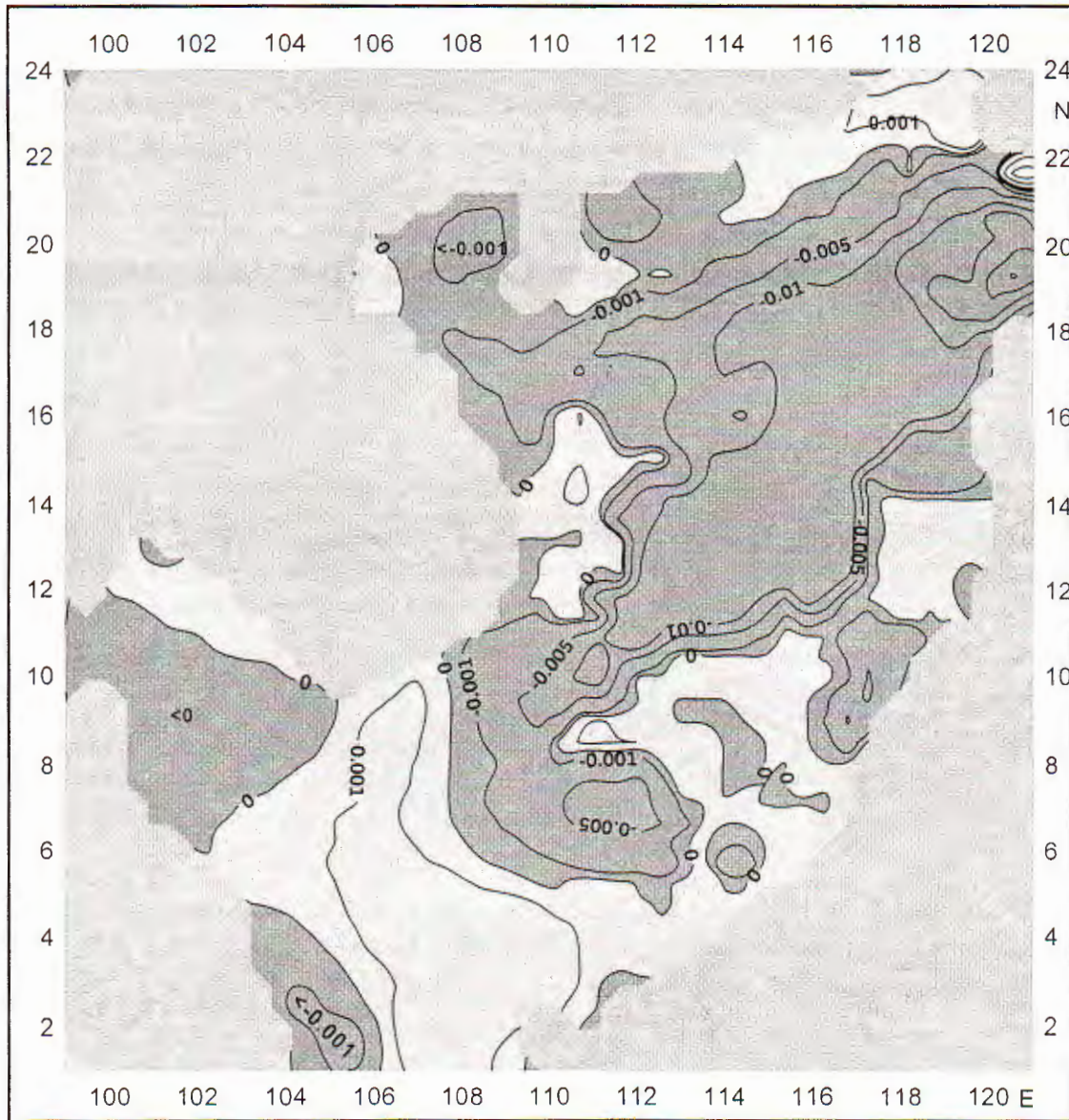
Dữ liệu đầu vào để tính toán cần có số liệu để nhận được các hằng số điều hoà dòng triều trên toàn thủy vực. Để tính dòng tổng A_{Ω} lấy tích phân số từ tất các giá trị mật độ dòng theo diện tích vùng nghiên cứu.

III. KẾT QUẢ TÍNH TOÁN CHO BIỂN ĐÔNG

Dòng thiên văn năng lượng triều là đại lượng công suất được sinh ra do lực tạo triều. Giá trị này vừa mang giá trị âm, vừa mang giá trị dương tại các thời điểm của chu kỳ triều và cả giá trị trung bình. Giá trị này là công do thủy triều nội của biển, thủy vực gây ra nên nếu có giá trị âm tức là dòng thiên văn gây tiêu hao năng lượng sóng triều nội, nhưng do đặc điểm thủy triều ở biển thường từ bên ngoài lan truyền vào (như biển Đông), tức là nó tiêu hao năng lượng của thủy triều tổng, hay chúng tôi gọi là hiệu ứng “ngăn cản” sóng triều thực tế (sóng tổng triều nội và ngoại). Còn khi dòng thiên văn có giá trị dương, tức là nó cung cấp năng lượng thêm cho sóng triều, hay gọi là hiệu ứng “cộng hưởng” kích thích tăng thêm sóng triều.

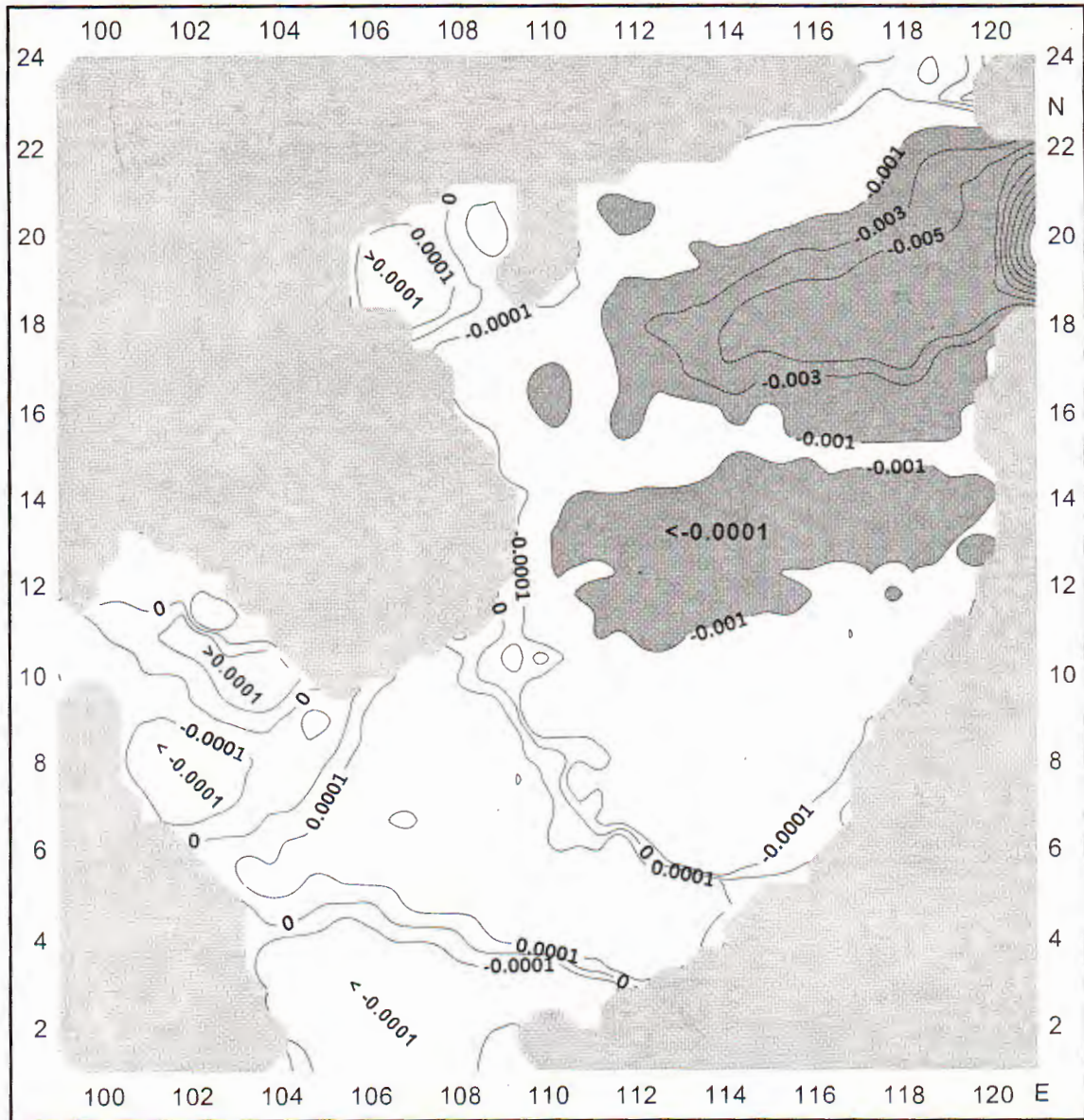
Để có thể xây dựng bản đồ phân bố mật độ dòng năng lượng thiên văn cho vùng biển bất kỳ ta phải áp dụng phương pháp “khôỉ”. Phương pháp này lần đầu tiên được áp dụng tính cho biển Đông cho các sóng triều chính bán nhật M_2 , S_2 và toàn nhật K_1 , O_1 . Kết quả tính toán được thể hiện trong các hình 1 – 4. Hình 5 là ví dụ tính cho ngày cụ thể cho trường hợp thủy triều thực tế. Số liệu tính toán bao gồm độ sâu biển, dòng chảy triều, mực triều lấy từ kết quả [1]. Vùng nghiên cứu từ 1 đến 24 độ Bắc, 99 đến 121 độ Đông. Ô lưới tính toán là $1/2$ độ \times $1/2$ độ. Vùng có bồi tối là vùng có giá trị mật độ dòng mang dấu âm, các vùng sáng có giá trị dương. Vùng bồi tối có nghĩa là vùng ngăn cản phát triển sóng triều, còn vùng sáng kích thích phát triển sóng triều. Kết quả tính toán các dòng thiên văn được trình bày trong bảng 1 cho biển Đông, vịnh Thái Lan, vịnh Bắc Bộ.

Theo hình 1, ta thấy các vùng tối và trắng nằm xen kẽ nhau trong toàn biển Đông. Đặc biệt một vùng tối rất lớn ở bao phủ toàn bộ vùng khơi sâu kéo đến vùng thềm lục địa phía Nam Biển Đông, vịnh Bắc Bộ, phía Nam vịnh Thái Lan. Các vùng sáng nằm cách biệt nhau và rất nhỏ so với các vùng tối, nằm ở gần eo Đài Loan, đảo Hải Nam, phía Tây vịnh Bắc Bộ, vùng biển Bắc Trung Bộ, vùng thềm lục địa Zonde, phía Bắc vịnh Thái Lan, vùng quần đảo Trường Sa, ven bờ Tây Philippin. Các giá trị mật độ nhỏ nhất tại vùng eo biển Luzon và vào khoảng $-0,04 \text{ W/m}^2$, càng tiến vào phía trong biển càng tăng dần đạt $0,001 - 0,002 \text{ W/m}^2$. Rõ ràng là mật độ có các giá trị âm lớn hơn nhiều các giá trị dương về trị tuyệt đối. Điều này chứng tỏ sức cản của sóng bán nhật M_2 rất lớn tại vùng gần eo Luzon, sau đó hơi giảm khi đi vào sâu trong biển. Tại các vùng sáng giá trị này chỉ đạt cực đại vào khoảng $0,001 \text{ W/m}^2$ tức chỉ có tác động địa phương mà không gây ảnh hưởng lớn đến tính hoạt động triều trên toàn vùng biển Đông. Sự chuyển dịch năng lượng từ vùng tối sang vùng sáng được thực hiện bởi các sóng triều “cưỡng bức” với mật độ dòng rất nhỏ.



- Vùng ngăn cản
 - Vùng cộng hưởng
 - Đất liền

Hình 1. Phân bố mật độ dòng năng lượng triều thiên văn sóng bán nhật triều M_2 (W/m^2)

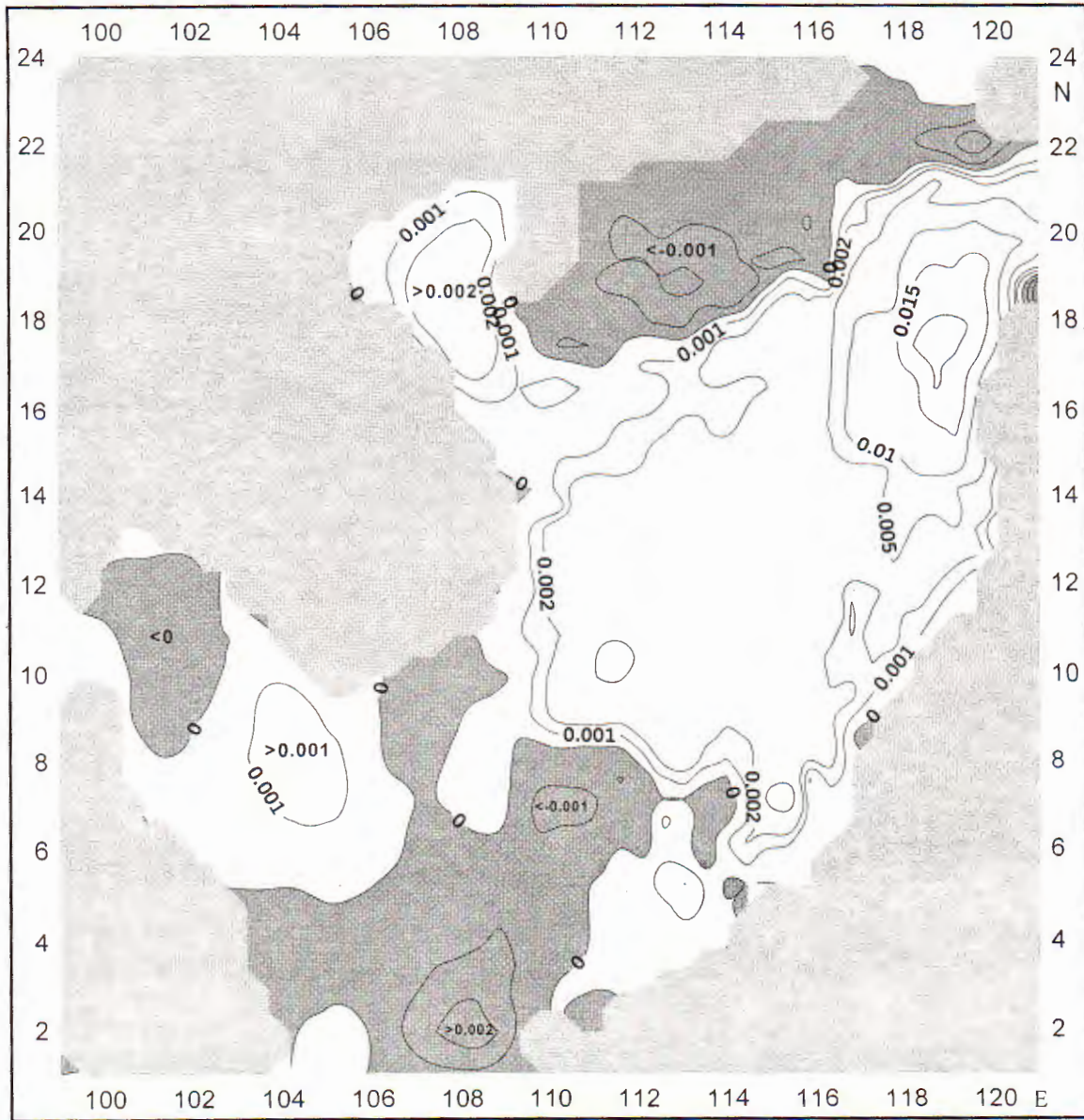


- Vùng ngăn cản
 - Vùng cộng hưởng
 - Đất liền

Hình 2. Phân bố mật độ dòng năng lượng triều thiên văn sóng bán nhật triều S_2 (W/m^2)

Theo hình 2, ta thấy phân bố mật độ dòng năng lượng thiên văn của sóng bán nhật triều S_2 cũng có xu hướng hơi tương tự như sóng bán nhật triều M_2 . Tuy nhiên các vùng của sóng bán nhật triều S_2 rõ hơn, vùng tối có 4 vùng; vùng 1 bao phủ toàn bộ vùng Bắc Biển Đông kéo dài tới thềm lục địa Zonde, loại trừ phía Tây vịnh Bắc Bộ, vùng 2 – phía Bắc vịnh Thái Lan, vùng 3 – Nam vịnh Thái Lan, vùng 4 – vùng Nam thềm Zonde. Các vùng sáng đó là vùng Tây vịnh Bắc Bộ, vùng Trung vịnh Thái lan, Bắc thềm Zonde. Về

giá trị thì của sóng bán nhật triều S_2 nhỏ hơn nhiều so với sóng M_2 . Vùng eo Luzon đạt $-0,02 \text{ W/m}^2$, ở các vùng sáng chỉ đạt tới $0,0001 \text{ W/m}^2$.

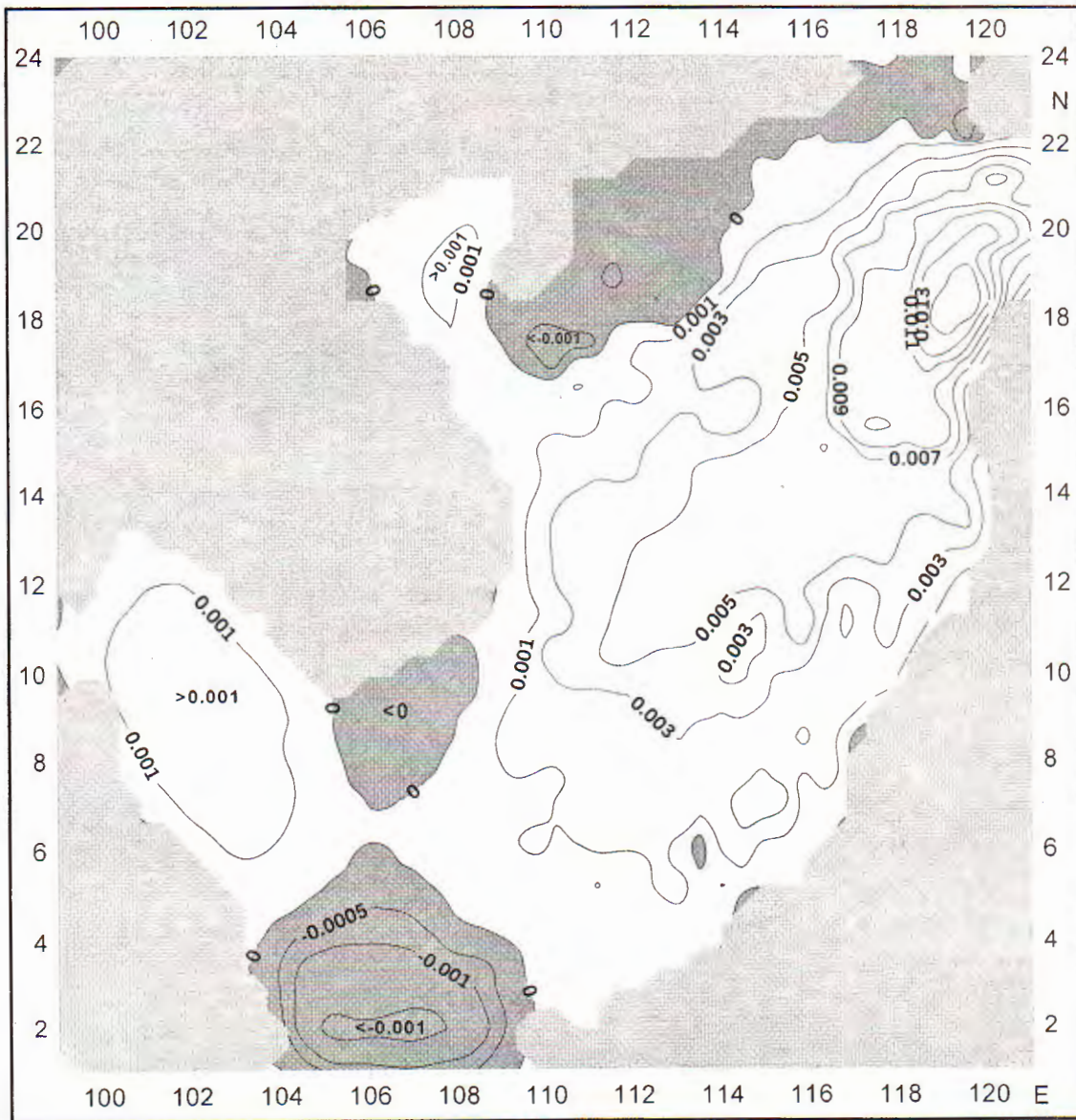


- Vùng ngăn cản
 - Vùng cộng hưởng
 - Đất liền

Hình 3. Phân bố mật độ dòng năng lượng triều thiên văn sóng nhật triều K_1 (W/m^2)

Theo hình 3, ta thấy phân bố mật độ dòng năng lượng thiên văn của sóng nhật triều K_1 có xu hướng hoàn toàn ngược lại với các sóng bán nhật triều, đó là các vùng sáng chiếm đa phần còn vùng tối chỉ chiếm phần rất nhỏ. Tuy nhiên các vùng của sóng nhật triều K_1 rõ rệt

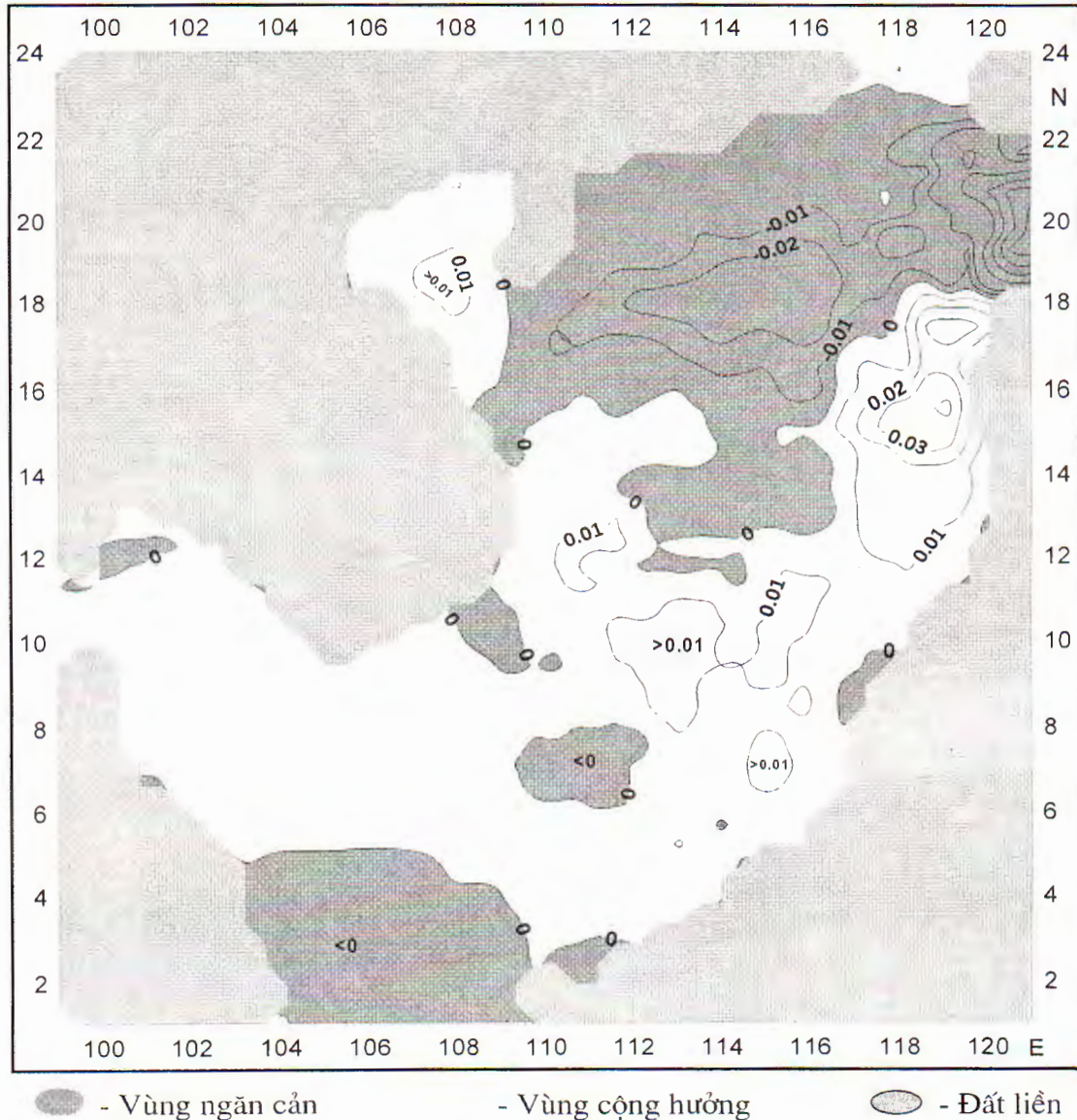
hơn và cường độ mạnh hơn. Vùng sáng có 4 vùng, vùng 1 – kéo dài tới thềm lục địa Zonde, loại trừ phía Tây Bắc giáp Trung Quốc – Đài Loan, vùng 2 – phía Nam vịnh Thái Lan, vùng 3 – Tây eo Zonde, vùng 4 – vùng eo Đài Loan. Ba vùng tối ; vùng 1 là vùng ven bờ biển Trung Quốc từ đảo Hải Nam đến đảo Đài Loan, vùng Bắc vịnh Thái lan, thềm Zonde. Về giá trị mật độ dòng thiên văn thì của sóng nhật triều K_1 xấp xỉ như của sóng bán nhật triều M_2 , chỉ có khác nhau về dấu. Vùng sáng eo Luzon đạt cực đại $0,02 \text{ W/m}^2$, ở các vùng tối chỉ đạt tới $0,001 - 0,002 \text{ W/m}^2$. Vịnh Bắc Bộ có giá trị mật độ dòng toàn dương và đạt $0,002 \text{ W/m}^2$.



- Vùng ngăn cản
 - Vùng cộng hưởng
 - Đất liền

Hình 4. Phân bố mật độ dòng năng lượng triều thiên văn sóng nhật triều O_1 (W/m^2)

Theo hình 4, ta thấy phân bố mật độ dòng thiên văn của sóng nhật triều O_1 có xu hướng giống với sóng nhật triều K_1 , đó là các vùng sáng chiếm đa phần còn vùng tối chỉ chiếm phần rất nhỏ. Tuy nhiên các vùng của sóng nhật triều O_1 rõ rệt hơn. Vùng sáng có 1 vùng liên nhau không tách rời khắp Biển Đông và hai vịnh. Có 4 vùng tối; vùng 1 là vùng ven bờ biển Trung Quốc từ đảo Hải Nam đến đảo Đài Loan, vùng Tây vịnh Bắc Bộ, vùng Bắc thềm Zonde, vùng Nam thềm Zonde. Về giá trị mật độ dòng thiên văn thì của sóng nhật triều O_1 xấp xỉ như của sóng bán nhật triều M_2 , chỉ có khác nhau về dấu. Vùng sáng eo Luzon đạt cực đại $0,02 \text{ W/m}^2$, ở các vùng tối chỉ đạt tới $0,001 - 0,002 \text{ W/m}^2$. Vịnh Bắc Bộ và vịnh Thái Lan có giá trị mật độ dòng toàn dương và đạt $0,001 \text{ W/m}^2$.



Hình 5. Phân bố mật độ dòng năng lượng triều thiên văn thực tính ngày (27 – 12 – 2000) (W/m^2)

Hình 5 cho ta thấy sơ bộ kết quả tính mật độ dòng thiên văn cho một ngày cụ thể. Trong bài báo có tính thử nghiệm cho kết quả của ngày 27 tháng 12 năm 2000. Hai vùng tối có tác động ngăn cản nằm ở phía Bắc ($108^{\circ} - 121^{\circ} E$, $14^{\circ} - 24^{\circ} N$) và ở eo Zonde ($1^{\circ} - 5^{\circ} N$, $103^{\circ} - 109^{\circ} E$). Vùng phía Nam biển Đông phân bố tương đối phức tạp, có vùng gần ven bờ Việt Nam ($10^{\circ} - 11^{\circ} N$, $108^{\circ} - 110^{\circ} E$), và vùng Nam quần đảo Trường Sa. Tại vịnh Bắc Bộ và vịnh Thái Lan dòng thiên văn có tác động cộng hưởng triều. Để biết thêm qui luật của phân bố và tác động dòng thiên văn hàng ngày ta cần có các điểm đo thực nghiệm và so sánh với tính toán cụ thể.

Bảng 1. Công suất dòng thiên văn các sóng triều ở Biển Đông, vịnh Bắc Bộ và vịnh Thái Lan ($10^9 Watts$)

Vùng biển	Sóng bán nhật triều		Sóng nhật triều	
	M_2	S_2	K_1	O_1
Biển Đông	- 12,20	- 3,349	6,66	7,60
Vịnh Bắc Bộ	- 0,09	0,010	0,24	0,07
Vịnh Thái Lan	- 0,07	- 0,011	0,07	0,44

Theo bảng 1 ta thấy được kết quả định lượng dòng thiên văn cho các vùng nghiên cứu. Kết quả này thu được từ cả hai phương pháp “bề mặt” và “khối” là như nhau cho các vùng Biển Đông, vịnh Thái Lan, vịnh Bắc Bộ. Sóng bán nhật triều gây ra hiệu ứng ngăn cản ở tất cả các vùng nêu trên, sóng nhật triều gây ra hiệu ứng cộng hưởng. Các giá trị ở hai vịnh Bắc Bộ và Thái Lan nhỏ hơn nhiều so với ở Biển Đông. Sóng bán nhật triều M_2 có công suất cản lớn nhất 12,20 *Watts*, hai sóng nhật triều có công suất cộng hưởng lần lượt là 6,66 *Watts* và 7,60 *Watts*. Tại hai vịnh công suất của hai sóng nhật triều áp đảo lên sóng bán nhật triều.

IV. KẾT LUẬN

- Giới thiệu chi tiết hai phương pháp mới tính dòng thiên văn cho vùng biển, thủy vực bất kì, đó là phương pháp “bề mặt” và phương pháp “khối”. Phương pháp “khối” có ưu điểm hơn phương pháp “bề mặt” cho ta xây dựng bản đồ phân bố không gian mật độ dòng thiên văn năng lượng cho các sóng triều chính và cho sóng thủy triều cụ thể từng ngày.

- Vùng “ngăn cản” của sóng bán nhật triều ở Biển Đông bao phủ vùng rộng suốt từ eo Luzon cho tới tận thềm lục địa Zonde. Còn vùng “cộng hưởng” của sóng nhật triều cũng bao phủ vùng rộng suốt từ eo Luzon cho tới tận thềm lục địa Zonde.

- Kết quả định lượng cho thấy dòng thiên văn của sóng bán nhật triều làm mất đi năng lượng, còn của dòng nhật triều tăng thêm năng lượng cho thủy triều ở cả ba vùng Biển Đông, vịnh Thái Lan và vịnh Bắc Bộ.

- Tác động của công suất dòng thiên văn ở cả hai vịnh Bắc Bộ và vịnh Thái Lan rất nhỏ so với ở Biển Đông.

- Tác động của công suất dòng thiên văn ở Biển Đông là rất đáng kể, hay là sự tác động của lực tạo triều ở Biển Đông là rất rõ rệt, cho nên các nghiên cứu về chế độ thủy triều ở biển Đông cần phải tính đến yếu tố này thì kết quả mới có độ tin cậy cao được.

- Vì do lực tạo triều gây ra thủy triều nội, nên khi kết hợp với triều từ bên ngoài (Thái Bình Dương) vào yếu tố này gây ra những hiệu ứng đáng kể là “ngăn cản” hay “cộng hưởng”. Như vậy tại Biển Đông rõ ràng sóng nhật triều của thủy triều nội đã gây ra hiệu ứng cộng hưởng, còn sóng bán nhật triều đã bị ngăn cản. Vì vậy công trình này đã đưa ra cách giải thích mới về chế độ thủy triều là nhật triều ở Biển Đông, vịnh Thái Lan, vịnh Bắc Bộ.

- Phương pháp nghiên cứu này có thể áp dụng cho một thủy vực, biển bất kì và có thể giải thích được chế độ thủy triều ở các vùng biển trên Đại dương Thế giới.

Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ kinh phí của Chương trình nghiên cứu cơ bản hướng các Khoa học Trái đất của Hội đồng Khoa học Tự nhiên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Dư Văn Toán, 2001.** Năng lượng thủy triều biển Nam Trung Hoa. L. A. T. S. Đại học Khí tượng thủy văn. Xanh Petecbua, 198 tr. (tiếng Nga)
2. **Nhekrasov A. V., 1990.** Năng lượng thủy triều Đại dương. Leningrad. GIMIZ. 288 tr. (Tiếng Nga)

TIDAL ASTRONOMICAL ENERGY OF BIEN DONG (EAST SEA) OF VIETNAM

DU VAN TOAN

Summary. In this paper the astronomical energy of tidal waves are defined, and the calculation formulae are presented. Based on calculations of tide and tidal flow, various types of energy were calculated for the whole Bien Dong (East sea) of Vietnam, and the results were analysed. Tidal oscillation in the Bien Dong (East sea) of Vietnam is characterised by the domination of astronomical energy of diurnal waves over those of semi-diurnal ones. This anomaly phenomenon distinguishes the Bien Dong (East sea) of Vietnam with other seas and oceans of the world.

Ngày nhận bài: 17 - 11 - 2004
Người nhận xét: TS. Bùi Hồng Long

Địa chỉ: Phân viện Hải dương học Hà Nội