

DAO ĐỘNG TỰ DO CỦA MỰC NƯỚC Ở BIỂN ĐÔNG

Phạm Văn Huấn

Một số công trình gần đây nghiên cứu những dao động tự do của mực nước đại dương và biển nhằm giải thích sự ngự trị của các dao động bán nhật triều trên đại dương, sự khuếch đại cộng hưởng của thủy triều ở một số vùng đặc biệt, cơ chế hình thành dao động dâng rút mực biển. Với biển Đông, vấn đề này chỉ mới được đề cập rất ít, trong khi đó chế độ dao động mực nước cả điều hòa lẫn không điều hòa đều có những nét rất độc đáo đáng được xem xét từ những khía cạnh khác nhau.

Lý thuyết các dao động tự do trong những thủy vực kín hoàn toàn hoặc hở một phần dựa trên phép xấp xỉ kênh, khi người ta coi chuyển động diễn ra trong một hướng. Việc tính các đường cong cộng hưởng đặc trưng cho mức độ xấp xỉ của thủy vực tới trạng thái cộng hưởng đối với những thủy vực hình dáng đơn giản không khó khăn, thí dụ có thể dùng các công thức Merian cho từng bộ phận của nó rồi sau đó ghép nối cho toàn thủy vực.

Trong biển thực, mà đặc trưng là sự tồn tại đường bờ phức tạp với những eo, vịnh, bán đảo và đảo, những bất đồng nhất độ sâu, thềm lục địa, sẽ diễn ra những quá trình phản xạ và phát xạ sóng phức tạp hơn, trong biển sẽ hình thành một chế độ dao động tự do rất khác nhau ở những điểm khác nhau. Với trường hợp này, có thể xây dựng bằng thực nghiệm những đường cong cộng hưởng theo số liệu quan trắc mực nước. Đánh giá triều riêng bằng cách so sánh những quan trắc nhiều năm của mực nước ở các quần đảo Axo và Bেমуда với triều tính đã cho phép tách ra những chu kỳ cộng hưởng

của Bắc Đại Tây Dương [3] bằng 9,3 và 14,8 giờ. Gareth [1] đã thử nghiệm tính các chu kỳ riêng của hệ thống vịnh Phandi-Men trên cơ sở phân tích sự khuếch đại của từng sóng điều hòa thủy triều ở những khu vực khác nhau và nhận được chu kỳ cộng hưởng bằng $13,3 \pm 0,4$ giờ.

Một phương pháp khác để tính tới độ sâu và hình dáng tự nhiên của biển là tích phân số trị những phương trình sóng của Laplat không ma sát trong khuôn khổ bài toán biên không dừng khi tạo ra những dao động riêng bởi nhiễu động ban đầu bất kỳ. Phân tích phổ các chuỗi mực nước tính được sẽ cho phép tìm những tần số riêng, còn phân tích điều hòa - những hàm riêng (những nốt). Ở đây, để giải bài toán về dao động tự do của biển Đông, chúng tôi đã sử dụng phương pháp được xây dựng và phát triển trong các công trình [2, 4-6, 9] khi nghiên cứu những dao động tự do trong các biển Liguri, Hắc Hải, các biển Bắc Cực và đại dương nói chung.

Các phương trình xuất phát là những phương trình nước nông viết dưới dạng ma trận:

$$\frac{\partial \vec{W}}{\partial t} = L \vec{W} \quad (1)$$

với những điều kiện ban đầu và biên:

$$\vec{W} \Big|_{t=0} = \vec{W}_0 \quad (2)$$

$$\vec{U} \cdot \vec{n} \Big|_{S_1} = 0 \quad (3)$$

$$\eta \Big|_{S_2} = 0 \quad (4)$$

trong đó $\vec{W} = (\vec{U}, \eta)$ – hàm vector, $\vec{U}(u, v)$ –

vector các dòng toàn phần, η – độ cao mực

$$L = - \begin{pmatrix} f \cdot \vec{k} X & g(H + \eta) \nabla \\ \nabla & 0 \end{pmatrix},$$

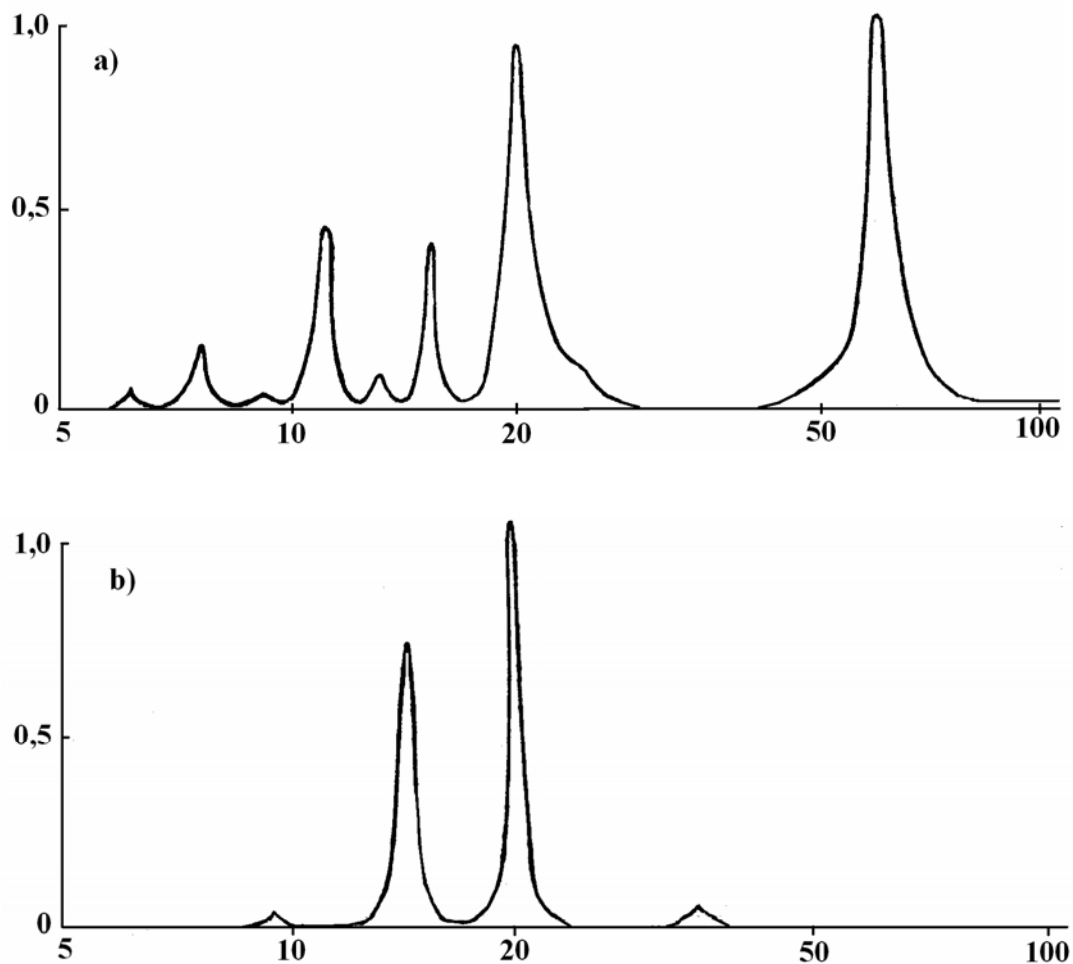
với \vec{k} , \vec{n} – những vector đơn vị hướng tuần tự thẳng đứng lên trên và pháp tuyến với đường bờ, S_1 – đường bờ, S_2 – biên lòng, $\vec{W}_0 = (0, \eta_0)$ – nhiễu động ban đầu của trường mực nước, $H = H(x, y)$ – độ sâu không nhiễu động của biển, f – thông số Coriolis, g – gia tốc rơi tự do, t – thời gian.

Trong bài toán (1)-(4) sự có mặt của η trong toán tử L cho phép tính được đầy đủ hơn ảnh hưởng của nước nông, điều kiện (4) loại mất phần tần thấp của phổ những dao động tự

biển, L – toán tử vi phân xác định bằng:

do có thể có trong biển Đông như là một bộ phận của đại dương. Ở đây để đơn giản không tính tới ma sát, và lại yếu tố này được biết chỉ làm giảm biên độ dao động chứ không làm thay đổi đáng kể những tần số cộng hưởng [8].

Để giải bằng số bài toán (1)-(4) biển Đông được xấp xỉ bằng một vùng lưới với bước dọc theo các trục tọa độ bằng một độ kinh và vĩ. Những trị u , v , η được tính ở các điểm xê dịch với nhau một nửa bước lưới [7]. Những đạo hàm không gian được thay bằng các tương tự sai phân hữu hạn trung tâm, những trị u , v và η tại từng bước thời gian về phía trước (150 giây) được tính với độ chính xác bậc bốn của chuỗi Taylo.

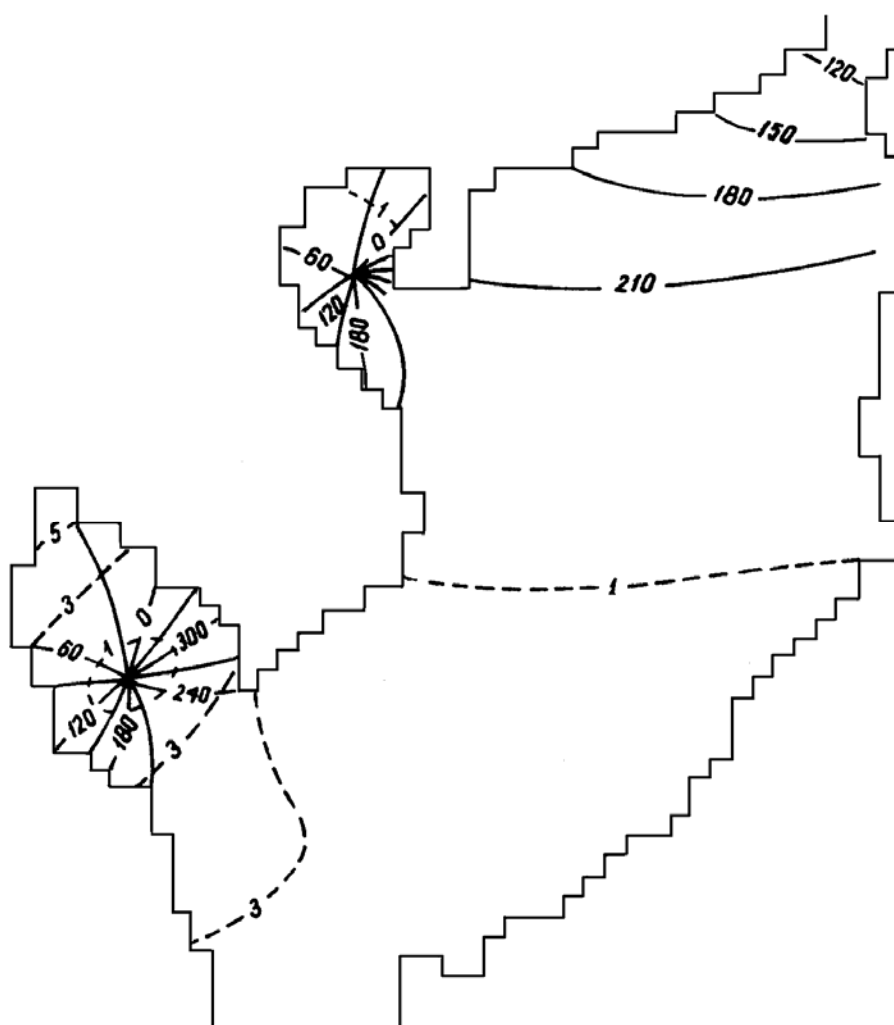


Hình 1. Những phổ dao động tự do của mực nước tại đỉnh vịnh Thái Lan (a) và đỉnh vịnh Bắc Bộ (b). Trục hoành biểu diễn chu kỳ bằng giờ, trục tung – biên độ tương đối quy chuẩn qua trị cực đại theo phổ biên độ.

Độ dài các chuỗi trị số mực nước dùng để nhận phổ bằng 1000 giờ với độ gián đoạn 1 giờ. Tất cả các phổ xây dựng cho 16 điểm phân bố đều dọc bờ và ở phần khơi có tính gián đoạn thể hiện rõ (thí dụ, trên hình 1 biểu diễn các phổ tại hai điểm nằm ở đỉnh vịnh Bắc Bộ và đỉnh vịnh Thái Lan) và trên dải chu kỳ từ 1 đến 250 giờ đã phân biệt được tất cả 15 dao động (mốt) tự do ứng với các chu kỳ 60, 24, 19,2, 17,2, 14,7, 14,3, 13,2, 11,6, 10,6, 9,7, 9,4, 7,6, 7,1, 6,1 và 4,2 giờ. Những vùng biển khác nhau, ngoài những chu kỳ chung cho toàn biển là 24 và 19,2 giờ, còn có những chu kỳ có tính địa phương, chẳng hạn, ở vịnh Thái Lan có mặt các chu kỳ

mang năng lượng đáng kể là 60, 14,7, 11,6, 10,6 và 9,7 giờ, ở vịnh Bắc Bộ – 17,2 và 14,3 giờ, ở các vùng bờ sâu miền Trung Việt Nam và biển khơi – 17,2 giờ.

Để tái lập cấu trúc không gian của các mốt chúng tôi đã xây dựng 7 bản đồ những đường đồng pha và đồng biên độ của các dao động với chu kỳ 60, 24, 19,2, 17,2, 11,6 và 9,7 giờ (thí dụ, trên hình 2 biểu diễn cấu trúc không gian của dao động với chu kỳ 24 giờ). Nét đặc trưng trên tất cả các mốt là cấu trúc các hệ thống đồng triều liên hệ với nhau theo “quy tắc bánh răng”. Những biên độ lớn nhất thấy ở những vùng nước nông, đặc biệt ở đỉnh các vịnh.



Hình 2. Những đường đồng pha (liền nét) và đồng biên độ (gạch nổi) của dao động tự do mực nước ứng với chu kỳ 24 giờ. Biên độ quy chuẩn qua trị bình phương trung bình của nó trên toàn phổ. Gốc tính pha – tùy ý.

Những tính toán đơn giản trên đây là kết quả đầu tiên về ước lượng mô hình những chu kỳ dao động tự do ở biển Đông, có thể sử dụng để phân vùng thủy vực theo đặc điểm dao động tự do, khi giải thích những đặc điểm thủy triều vốn rất độc đáo ở biển Đông, chỉ ra khả năng phản ứng cộng hưởng của từng đới bờ đối với những kích động từ bên ngoài, chẳng hạn như những dao động khí quyển, khi nghiên cứu và dự báo nước dâng bão.

Tài liệu tham khảo

- [1] C. J. R. Garrette, 1974: Normal modes of the Bay of Fundy and the Gulf of Maine. *Can. J. Earth Sci.*, 11, N 4
- [2] L. Papa, 1977: The free oscillations of Ligurian sea computed by HN-method. *Dtsch Hydrogr. Z.*, 30H3
- [3] G. Wunsch, 1972: Bermuda sea level in relation to tides, weather and baroclinic fluctuations. *Rev. Geophys. and Space Phys.*, 10, N 1
- [4] В. Ю. Готлив, Б.А. Каган, 1980: Резонансные периоды Мирового океана. Докл. АН СССР, 252, No 3
- [5] В. Ю. Готлив, Б.А. Каган, 1983: Реконструкция пространственной структуры суточных приливов в Мировом океане с использованием собственных функций

- приливного оператора Лапласа. *Океанология*, Т. 23, Вып. 4
- [6] Е. К. Демиров, 1987: Численное решение задачи о собственных колебаниях Черного моря. *Океанология*, Т. 27, No 5
- [7] До Нгок Куйнь, 1982: Характер штормовых нагонов в Южно-Китайском море (по результатам численного моделирования). Канд. дисс., ЛГМИ, Л.
- [8] А. В. Некрасов, 1975: Приливные волны в крайних морях. Л., Гидрометеоздат.
- [9] И. В. Поляков, 1989: Механизмы формирования стоно-нагонных колебаний уровня Арктических морей. Канд. дисс., ААНИИ, Л.

SUMMARY

THE FREE OSCILLATIONS OF EASTERN SEA

The equations of long waves in shallow water are solved by a finite difference method for Eastern sea with its real configuration and bathymetry. In results 15 modes of free oscillations are determined and the space forms of 7 modes among them are reconstructed.

Ngày nhận bài: 13-8-1991

Trường đại học Tổng hợp Hà Nội