

VỀ ỨNG DỤNG MÔ HÌNH FENZENBAUM ĐỂ NGHIÊN CỨU HOÀN LƯU VỊNH THÁI LAN

PTS. Nguyễn Hữu Nhân
Trung tâm Khí tượng Thủy văn phía Nam

Tóm tắt

Các ý tưởng khoa học của Fenzenbaum trong công trình nổi tiếng [10] rất hợp lý cho việc nghiên cứu hoàn lưu gió trong vịnh Thái Lan. Trong giới khoa học biển, các ý tưởng đó được hiểu qua thuật ngữ "Mô hình Fenzenbaum". chưa có tác giả nào đánh giá khả năng ứng dụng mô hình này đối với vịnh Thái Lan một cách đầy đủ. Trong bài viết này, chúng tôi muốn làm sáng tỏ thêm khả năng ứng dụng mô hình Fenzenbaum đối với bài toán về hoàn lưu vịnh Thái Lan và phân tích một số đặc điểm hoàn lưu gió của vịnh Thái Lan.

1. Mở đầu

Vịnh Thái Lan thuộc biển Đông và là vịnh lớn nhất của nó. Ba phía giáp đất liền, trong khi đó cửa vịnh lại hẹp so với bên trong và quay mặt về phía đông nam (xem H.1). Thiết diện ngang tại cửa vịnh Thái Lan nhỏ hơn bên trong 30 - 35% và nằm song song với luồng chảy nối giữa biển Đông và eo biển Malaysia. Thêm vào đó đường biên tại cửa vịnh hướng dọc trục tác động của gió mùa đông bắc và tây - nam. Tóm lại, vịnh Thái Lan là một vùng biển nông và tương đối khép kín. Phân tích trên cho thấy, vịnh Thái Lan là một đối tượng lý tưởng để áp dụng mô hình hoàn lưu gió do viện sĩ Fenzenbaum đề xuất cách đây đã 38 năm. Mô hình này được sử dụng khá phổ biến ở Nga và nhiều quốc gia trong đó có Việt Nam. Ngày nay có rất nhiều mô hình hoàn lưu nước và vật chất trên vùng biển ven bờ và cửa sông [1,2,3,11,12,16]. Tuy nhiên, mức độ thành công của các nghiên cứu phụ thuộc vào nhiều yếu tố, trong đó kinh nghiệm chọn ra một mô hình thích hợp và khả thi cho từng đối tượng cụ thể luôn luôn đóng vai trò quan trọng nhất. Cùng với sự góp sức của công nghệ thông tin, việc thử nghiệm mô hình Fenzenbaum để nghiên cứu hoàn lưu vịnh Thái Lan là một công tác rất có ý nghĩa về khoa học và thực tiễn.

2. Các cơ sở lý thuyết

Dòng chảy gió (hoàn lưu gió) trên các tầng nước cấu thành từ dòng chảy trôi (trực tiếp do gió kéo) và dòng chảy gradien (độ nghiêng của mặt thoáng gián tiếp do gió gây ra). Phương pháp tính toán hoàn lưu gió của Fenzenbaum đề nghị là một mô hình toán bao gồm các thành phần sau:

a. Phương trình xác định dòng toàn phần:

$$\beta' \Delta P + A \partial \Psi / \partial x + B \partial \Psi / \partial y = C, \quad (1)$$

$$A = -\partial \beta' / \partial x + \partial \alpha' / \partial y, \quad B = \partial \beta' / \partial y - \partial \alpha' / \partial x, \quad (2)$$

$$C = \text{rot}_Z(m'T) + \text{div}(n'T), \quad (3)$$

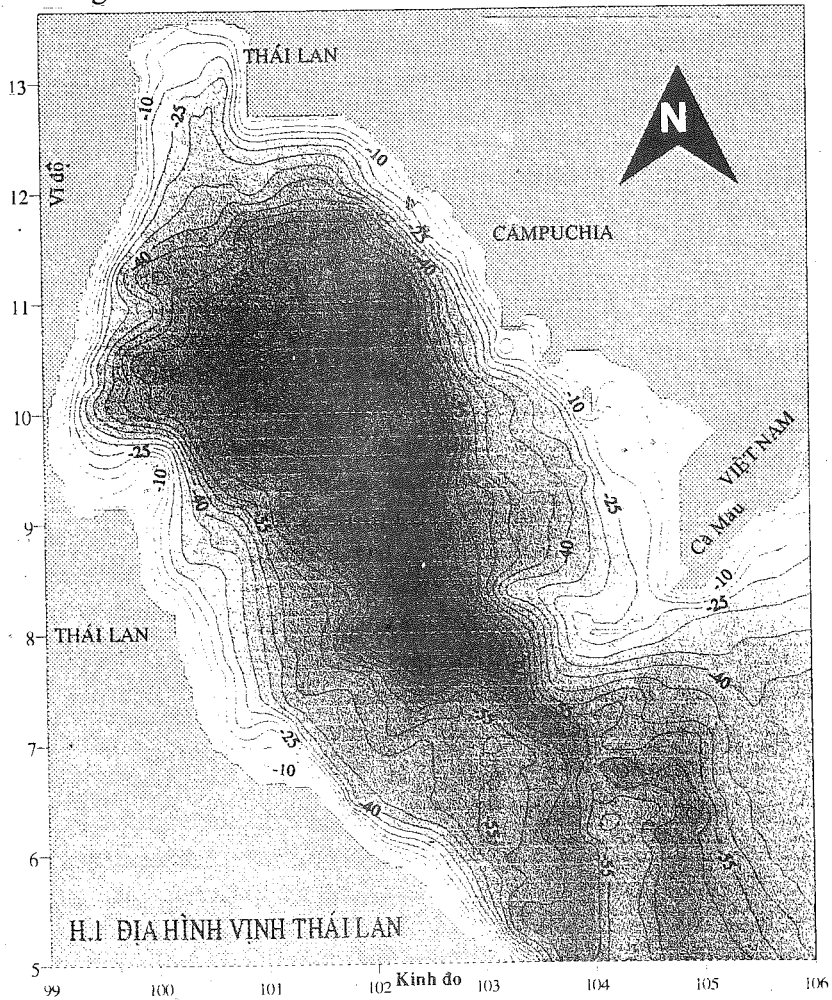
với các điều kiện:

- Trên biên rắn:

$$\partial \Psi / \partial \tau = 0, \quad (4)$$

- Trên biên lỏng:

$$\Psi = \Phi(s), \quad (5)$$



b. Các phương trình xác định mực nước:

$$\partial Z / \partial x = -m'T_x + n'T_y - \alpha' \partial \Psi / \partial x - \beta' \partial \Psi / \partial y, \quad (6)$$

$$\partial Z / \partial y = -m'T_y + n'T_x - \alpha' \partial \Psi / \partial y - \beta' \partial \Psi / \partial x, \quad (7)$$

c. Phương trình xác định các thành phần dòng chảy ngang:

$$u_2 = (N - Bm' - \lambda n')T_x + (M + Bn' - \lambda m')T_y + (\lambda \beta' - \alpha'B) \partial \Psi / \partial y - (\lambda \alpha' + \beta'B) \partial \Psi / \partial x, \quad (8)$$

$$v_2 = (-M - Bn' - \lambda m')T_x + (N + Bm' - \lambda n')T_y + (\lambda \beta' - \alpha'B) \partial \Psi / \partial x + (\lambda \alpha' + \beta'B) \partial \Psi / \partial y, \quad (9)$$

Trong đó:

$$*T = CW |W| \quad W = \{T_x, T_y\};$$

* Δ : toán tử Laplace hai chiều ngang (x,y);

* U_2, V_2 : các thành phần vận tốc dòng chảy gió;

*Z: mực nước do gió lùa so với mực nước trung bình;

* ψ : dòng toàn phần theo nghĩa SHTOCKMAN;

*W: véc tơ vận tốc gió tại độ cao 10 m so với mặt biển;

*T: véc tơ ứng suất gió tại mặt biển với các thành phần T_x, T_y ;

* C_w : hệ số ma sát gió bằng 0,0026;

*n tiếp tuyến đường bờ rạn;

*M, N, m', n', λ, β, α , là các thông số mô hình phụ thuộc các dữ liệu nhập.

Ý nghĩa và công thức xác định chúng xem trong công trình [10]

Dữ liệu xuất bào gồm:

1. Các thành phần vận tốc dòng chảy gió tại các độ sâu khác nhau;
2. Trường mực nước;
3. Vận tốc dòng chảy trung bình theo độ sâu;
4. Dòng toàn phần;
5. Vận tốc theo phương đứng (dựa vào việc lấy tích phân phương trình liên tục theo phương thẳng đứng).

Mô hình (1) -(9) được giải bằng phương pháp số trị trên máy vi tính. Các quá trình xấp xỉ mô hình đó dẫn đến mô hình toán tồn tại dưới dạng một bộ chương trình ứng dụng. Có thể tóm tắt nội dung phần mềm ứng dụng này như sau:

1. Phương trình (1) xấp xỉ theo sơ đồ sai phân trung tâm và sơ đồ sai phân ngược dòng. Đó là sơ đồ sai phân cho phép nhận được mô hình tính toán ổn định tuyệt đối.

2. Mô hình xấp xỉ nêu trên được giải bằng phương pháp lặp giảm dư.

3. Biên lũng cách rất xa cửa vịnh, do đó trong trường hợp ổn định, có thể giả thiết rằng các đại lượng $\partial Z / \partial x$ và $\partial Z / \partial y$ rất nhỏ và tại các điểm biên lũng trên mạng lưới tính, trị số dòng toàn phần có thể tính theo (6) và (7).

4. Các ẩn số còn lại tính theo công thức giải tích.

Trong hoàn cảnh hiện nay, phương pháp tính dòng chảy gió mô tả trên hoàn toàn tương thích với chất lượng số liệu thực đo hiện có. Theo kinh nghiệm của chúng tôi, thì đó là phương pháp đơn giản, hiệu quả, độ tin cậy khá cao.

3. Các thực nghiệm số

Để làm rõ khả năng ứng dụng mô hình Fenzenbaum đối với bài toán về hoàn lưu vịnh Thái Lan và phân tích một số đặc điểm hoàn lưu gió của vịnh Thái Lan, bốn thực nghiệm số trị qui mô lớn đã được thực hiện. Các dữ liệu nhập cụ thể như sau:

Bước không gian là 4km;

Mạng lưới tính gồm 192 x 267 nút;

Địa hình đáy và bờ như hình H. 1;

Bốn loại dữ liệu gió cho 4 thực nghiệm số trị nói trên là:

1) Gió hướng tây - nam, suất 10m/s, đồng nhất trên toàn vịnh;

2) Gió mùa tây-nam trung bình trong tháng VII [13]

3) Gió hướng đông - bắc, suất 10m/s đồng nhất trên toàn vịnh;

4) Gió mùa đông - bắc trung bình trong tháng I [13]

Trong phạm vi bài viết này, chỉ một số kết quả thực nghiệm số theo các số liệu nhập nói trên được trình bày trên các hình H.2 và H.3.

4. Thảo luận kết quả thực nghiệm số

Bức tranh hoàn lưu gió tổng quát trong vịnh Thái Lan trình bày trên các hình H.2 và H.3 rất phù hợp với số liệu dòng chảy thực đo công bố trong tài liệu Naga [14]. Điều đó dẫn đến một số nhận xét học thuật quan trọng sau:

1. Mô hình Fenzenbaum làm việc khá hiệu quả đối với việc tính toán chế độ hoàn lưu nước vịnh Thái Lan. Do đó, với mức độ chính xác cho phép, chúng ta có thể dùng mô hình Fenzenbaum để nghiên cứu các đặc điểm chính của chế độ hoàn lưu gió trong vịnh Thái Lan. Tất nhiên, để đánh giá định lượng, cần có thêm các kiểm định thông qua các so sánh kết quả tính toán với số liệu thực đo. Có thể nói, đây là một hướng nghiên cứu triển khai hứa hẹn nhiều thành tích khoa học và ứng dụng.

2. Hoàn lưu trong vịnh Thái Lan phụ thuộc chủ yếu vào gió và cấu trúc địa hình đáy và bờ (lưu ý là dòng triều cần được xét riêng). Các hiệu ứng nhiệt - muối chỉ ảnh hưởng cục bộ: cận các cửa sông, cận đáy và ít ảnh hưởng đến hoàn lưu tổng thể toàn vịnh. Điều này thể hiện rất rõ khi so sánh cấu trúc các cuộn xoáy trên các hình H.2 và H.3 và cấu trúc địa hình đáy trên hình H.1. Ta có thể giảm thiểu khối lượng công tác tham số hoá hiệu ứng nhiệt- muối trong quá trình nghiên cứu hoàn lưu nước trong vịnh Thái Lan.

3. Cấu trúc không gian của gió ảnh hưởng mạnh đến trị số vận tốc dòng chảy (xem hình H.2 và H.3). Tuy nhiên, các nét lớn trong hoàn lưu nước của vịnh Thái Lan ít phụ thuộc điều đó.

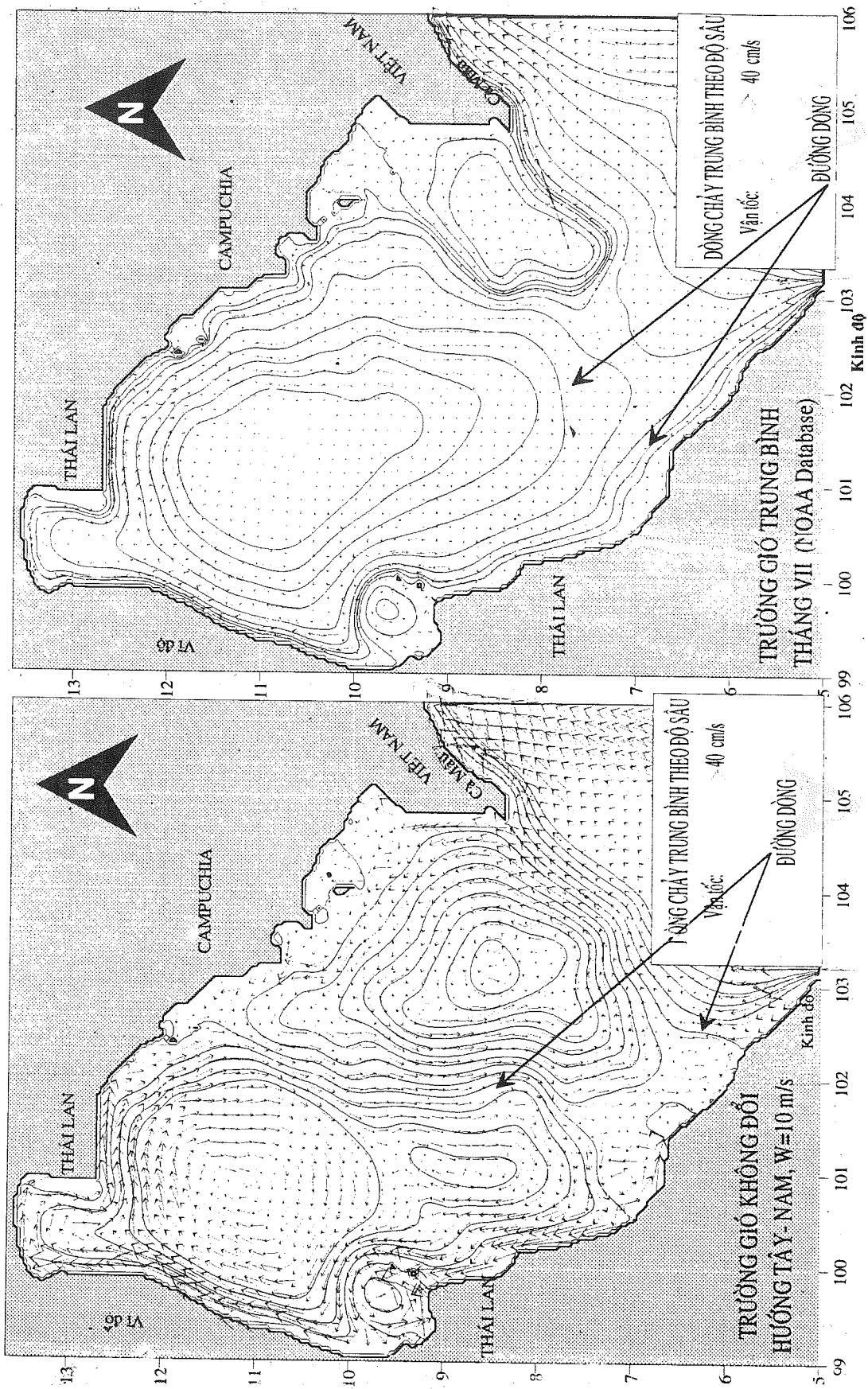
Kết quả nghiên cứu hoàn lưu gió vịnh Thái Lan trên mô hình Fenzenbaum có độ phân giải cao còn cho phép chúng ta nhận được thêm nhiều đặc điểm rất thú vị:

1. Các dòng chảy mạnh thường ép sát bờ hay các vách đáy có độ dốc lớn (xem hình H.2 và H.3 trong sự kiện diện của bức tranh địa hình hình H.1).

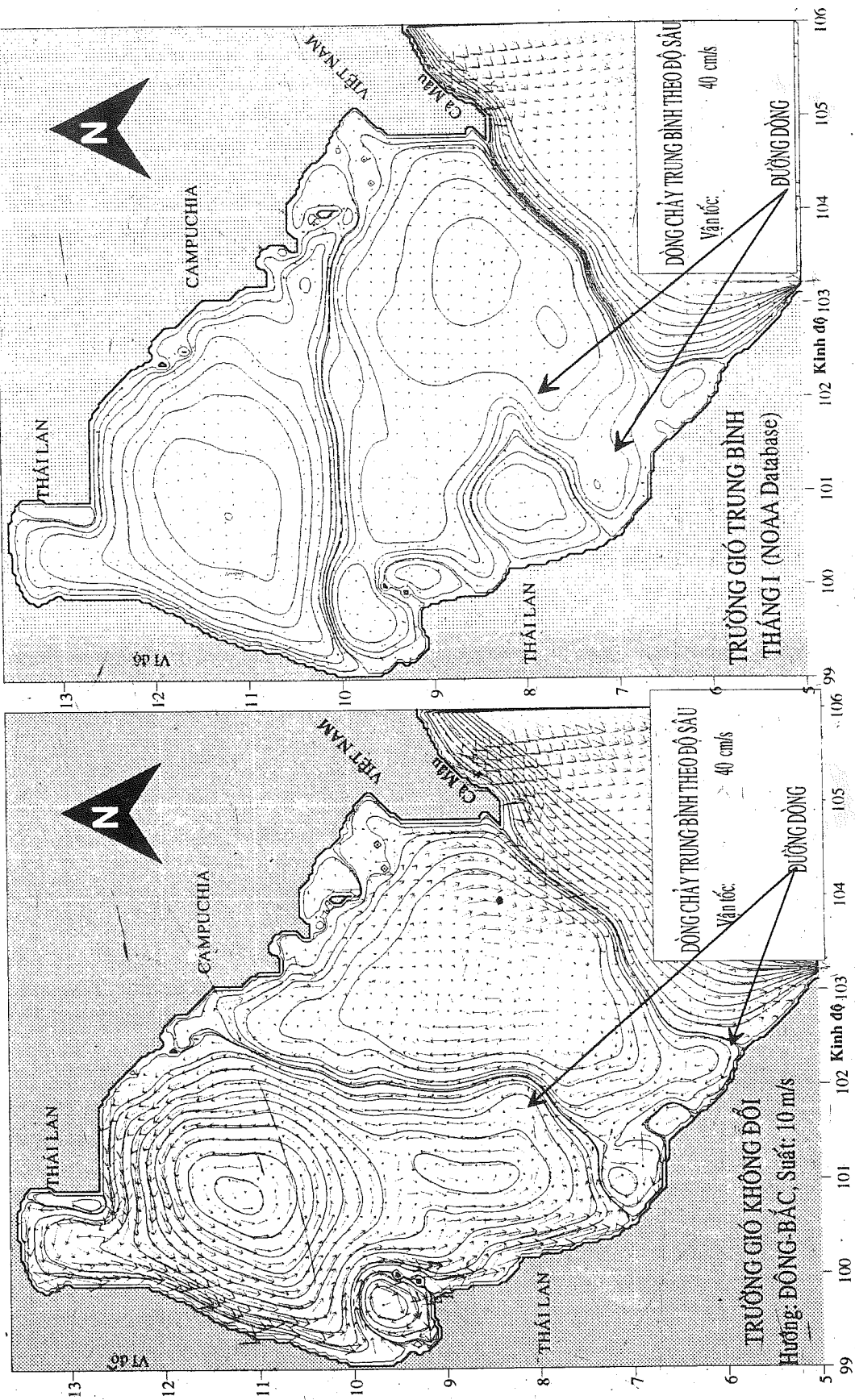
2. Luôn có hai cuộn xoáy lớn trong vịnh Thái Lan. Cuộn xoáy thứ nhất nằm phía tây và tây bắc vịnh. Cuộn kia nằm ở phía đông và đông nam. Cuộn thứ nhất ổn định, trong khi đó cuộn thứ hai hay bị biến dạng hơn (do gần cửa vịnh). Chúng luôn quay ngược chiều nhau.

3. Vào mùa gió tây - nam cuộn thứ nhất là một xoáy nghịch, cuộn thứ hai là xoáy thuận. Ngược lại, vào mùa gió đông- bắc, chúng thay đổi chiều quay cho nhau nhưng vị trí vẫn không thay đổi. Giữa hai xoáy đó là một luồng chảy thường có trục bắc - nam nằm ở trung tâm vịnh.

4. Sự tồn tại ổn định các xoáy trong vịnh Thái Lan chứng tỏ tính tương đối khép kín của hoàn lưu nước ở đây. Quỹ đạo quanh co của hạt nước là bằng chứng về



H2. HOÀN LƯU GIÓ TRUNG BÌNH THEO ĐỘ SÂU TRONG MÙA GIÓ TÂY NAM (kết quả tính toán)



H3. HOÀN LƯU GIÓ TRUNG BÌNH THEO ĐỘ SÂU TRONG MÙA GIÓ ĐÔNG BẮC (kết quả tính toán)

sự chậm chạp, khoan thai của nước trong vịnh Thái Lan. Điều này được khẳng định thêm bởi một thực tế nữa là phương dòng chảy bên ngoài cửa vịnh song song với thiết diện cửa, tức là sự trao đổi nước giữa vịnh Thái Lan với biển Đông là rất yếu.

5. Ngoài hai xoáy chính nói trên, có rất nhiều cuộn xoáy nhỏ trong các hốc lõm sát bờ.

Các thực nghiệm số còn cho thấy mô hình Fenzenbaum có một số nhược điểm cần biết để tránh như sau:

1. Trước hết mô hình Fenzenbaum không thể dùng để dự báo;
2. Nó không cho phép nghiên cứu các quá trình dao động. Trong khi đó, chúng ta đều thấy trước rằng, trong một vùng biển tương đối khép kín như vịnh Thái Lan, các dao động tự do lại rất dễ phát sinh và phát triển.
3. Mô hình Fenzenbaum không tính đến sự tương tác phi tuyến (thường rất có ý nghĩa cho vùng nước nông).

5. Kết luận

Trong một số trường hợp cụ thể như khảo sát chế độ hoàn lưu ổn định trong vịnh Thái Lan, mô hình Fenzenbaum là một công cụ rất tốt. Đó là phương pháp tin cậy, đơn giản, có nhiều triển vọng và đẹp về bản chất vật lý.

Đặc điểm chính của chế độ hoàn lưu ổn định trong vịnh Thái Lan thể hiện ở tính độc lập và khép kín của nó. Hai xoáy quay ngược chiều nhau và cùng song song tồn tại trong vịnh Thái Lan là hai cơ chế chính điều khiển sự vận động của nước và vật chất tại đây.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Hữu Nhân (1997). Mô hình tính toán sự bồi lắng hồ Trị An. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 5 (407).
2. Nguyễn Hữu Nhân (1996). Đặc điểm lan truyền dầu hạ du sông Sài Gòn Đồng Nai. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 7(406).
3. Nguyễn Hữu Nhân (1996) Vài suy nghĩ về động lực sa bồi vùng cửa sông Hậu Giang. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 1(400).
4. Nguyễn Hữu Nhân (1995). Báo cáo chuyên đề " Tính toán sự lan truyền ô nhiễm dầu trên thêm lục địa Việt Nam. Báo cáo tổng kết "thuộc đề tài cấp Nhà nước KT. 03.21. Hà Nội - TP. Hồ Chí Minh.
5. Nguyễn Hữu Nhân (1994). Phát triển và chuyển giao phần mềm dự báo mực nước tại các cửa sông Cửu Long. Dự án dự báo xâm nhập mặn vùng ĐBSCL giai đoạn III. UB sông Mekong, Bangkok, Thái Lan.
6. Nguyễn Hữu Nhân, Phan Văn Hoạch (1994). Về dự báo sự lan truyền dầu thô do sự cố trên thêm lục địa Nam Việt Nam. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 7(391). 1993.
7. Nguyễn Hữu Nhân, Bảo Thanh (1994) . Về áp dụng mô hình lan truyền triều hai chiều trong vịnh Gành Rái và cửa sông tiếp giáp. Tạp chí Khí tượng Thủy văn, 9(405).

(xem tiếp trang 42)

loài động vật có các loài quý hiếm gần như bị diệt chủng như: giang sen, bồ nông xám v.v..

Ngoài ra, Cần Giờ cũng có một bề dày lịch sử mà có thể chưa nhiều người biết đến như :

- Di tích người cổ cách đây hơn 2000 năm mà các cuộc khai quật di chỉ khảo cổ đã khẳng định.
- Cuộc thủy chiến Thất Kỳ Giang.
- Cuộc khởi nghĩa Trương Định (tướng không đầu).
- Chiến khu rừng sác; những trận nổi sóng Lòng Tàu, Đồng Tranh nhấn chìm tàu giặc v.v..

Chúng ta có thể ví vùng đất ngập mặn Cần Giờ như “nàng công chúa ngủ quên trong rừng” đang chờ những bàn tay và khối óc sáng tạo của những nhà nghiên cứu khoa học thay “chiếc đũa thần” của chàng hoàng tử trong chuyện cổ tích vực dậy nhanh mảnh đất đầy tiềm năng kinh tế của một huyện đảo.

(tiếp theo trang 39)

8. Đặng Công Minh, Nguyễn Hữu Nhân, Nguyễn Quốc Thắng (1983). Chuyển động triều vịnh Thái Lan. Tuyển tập báo cáo đề tài cấp Nhà nước. Động lực triều ĐBSCL, 1983.

9. Wolanski Eric, Nguyen Huu Nhan... (1996) Fine sediment dynamics in the Mekong Estuary, Vietnam. Tạp chí: Estuarine, Coastal & Shelf Science, USA.

10. Fenzenbaum A.N (1960). Các cơ sở lý thuyết và phương pháp tính dòng chảy biển ổn định. "NXB Viện hàn lâm khoa học LX", Moskva (tiếng Nga).

11. Marchouck G.I.(1984). Mô hình hoá trong bài toán kiểm soát ô nhiễm môi trường. " Nauka", Moskva (tiếng Nga).

12. Csanady G.T. (1993). Circulation in the Coastal Ocean "D.Reidel Publishing Company", Boston, USA.

13. NOAA Database (1993). Washington D.C., USA.

14. Wyrski K. (1961). Scientific results of marine investigations of South China Sea and Gulf of Thailand 1959-1961. Naga Report Volume 2. 195pp.

15. Schnoor J.L. (1966). Environmental modeling. John Wiley and Sons inc. NY. USA.

16. Hess K.W. (1990). MECCA documentation. USA.