

KẾT QUẢ TÍNH TOÁN THỬ NGHIỆM TỐC ĐỘ DÒNG THẲNG ĐỨNG TRONG VỊNH BÌNH CANG – NHA TRANG

Bùi Hồng Long, Phạm Xuân Dương
Viện Hải dương học (Nha Trang)

TÓM TẮT

Bài báo sẽ trình bày một số kết quả tính toán thử nghiệm tốc độ dòng thẳng đứng trong vịnh Bình Cang - Nha Trang bằng phương pháp sử dụng phương trình khuếch tán các hợp chất, dựa trên cơ sở các nguồn số liệu đo đạc nhiệt-muối liên tục theo phương thẳng đứng tại các trạm mặt rộng trong thời kỳ gió mùa Tây Nam (tháng 6, 7) và thời kỳ chuyển mùa (tháng 9, 10). Kết quả tính toán cho thấy:

-Trong thời kỳ gió mùa Tây Nam, ở vùng phía bắc liên vịnh Bình Cang-Nha Trang nhận thấy dòng thẳng đứng có xu thế đi lên từ đáy với tốc độ trung bình đạt xấp xỉ $5,2 \times 10^{-3}$ cm/s; còn ở vùng phía nam dòng thẳng đứng có hướng đi xuống từ bề mặt với tốc độ trung bình đạt xấp xỉ $-4,3 \times 10^{-3}$ cm/s.

- Trong thời kỳ chuyển mùa, tại khu vực vịnh Bình Cang và ở vùng phía nam vịnh Nha Trang, dòng thẳng đứng nhìn chung có hướng đi xuống với tốc độ trung bình đạt xấp xỉ $-4,2 \times 10^{-4}$ cm/s. Còn ở vùng giữa vịnh Nha Trang, dòng thẳng đứng có xu thế đi lên với tốc độ trung bình xấp xỉ $5,9 \times 10^{-2}$ cm/s.

EXPERIMENTAL RESULTS OF CALCULATION ON THE VERTICAL SPEED IN THE BINH CANG – NHA TRANG BAY

Bui Hong Long, Pham Xuan Duong
Institute of Oceanography (Nha Trang)

ABSTRACT

This paper illustrated some experimental results of calculation on the vertical speed in the Binh Cang–Nha Trang Bay by the diffusibility equation of matters on the basis of using the vertical temperature–salinity data measured continuously in the spatial stations. The calculated results show that:

-During the southwestern monsoon (June and July), in the northern area of Binh Cang–Nha Trang Bay, the vertical current is directed to the sea surface with the average speed of about 5.2×10^{-3} cm/s. Whereas in the south and entrance parts of Nha Trang Bay, the vertical current is directed to the sea bottom with the average speed of about -4.3×10^{-3} m/s.

-During the changed period (September and October), in southern part of Nha Trang and Binh Cang Bays, there is the vertical current with a direction to the sea bottom with the average speed of about -4.2×10^{-4} m/s. Whereas in the middle area of Nha Trang Bay, there is the vertical current with a direction to the sea surface with the average speed of about 5.9×10^{-2} m/s.

I. MỞ ĐẦU

Tuy có tốc độ rất nhỏ (khoảng 10^{-4} - 10^{-1} cm/s) [Võ Văn Lành và cộng sự, 2003, 2007], nhưng dòng chảy thẳng đứng đóng một vai trò rất quan trọng trong quá trình truyền nhiệt và trao đổi vật chất theo phương thẳng đứng trong biển và đại dương. Cũng do có tốc độ thẳng đứng rất nhỏ, nên việc đo đạc bằng máy móc không thể thực hiện được, tuy nhiên để nghiên cứu, người ta có thể tiến hành bằng nhiều con đường khác nhau: bằng con đường lý thuyết, thực nghiệm hoặc bán thực nghiệm... Trên thế giới, có nhiều nhà khoa học đã từng sử dụng phương trình khuếch tán vật chất để tính tốc độ thẳng đứng (Marchuk và Dymnikov, 1985; Lê Quang Toại, 2002, 2003).

Liên vịnh Bình Cang – Nha Trang là một vùng biển ven bờ nước nông có địa hình đáy và đường bờ tương đối phức tạp và chịu tác động của hệ thống gió mùa Đông Bắc và gió mùa Tây Nam, do đó việc nghiên cứu dòng chảy thẳng đứng để đánh giá khả năng xuất hiện hiện tượng nước trôi trong vùng nghiên cứu là rất cần thiết.

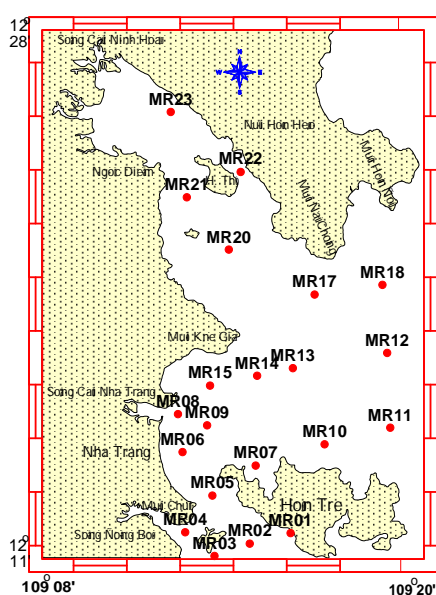
II. NGUỒN TÀI LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Nguồn tài liệu:

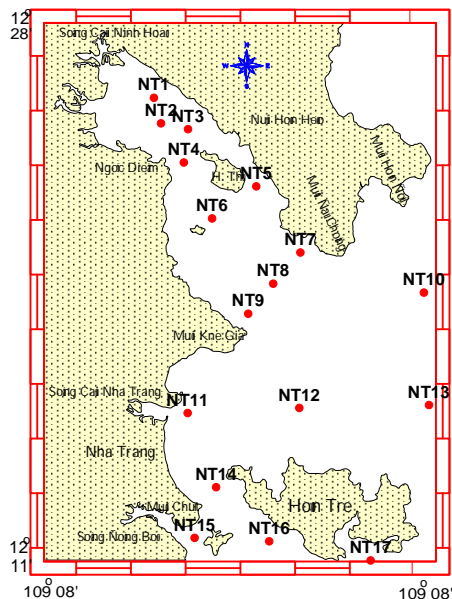
Để tính toán tốc độ dòng chảy thẳng đứng trong liên vịnh Bình Cang – Nha Trang, chúng tôi đã sử dụng các nguồn số liệu nhiệt-muối đo đạc trong các chuyến khảo sát sau đây:

- Chuyến khảo sát của dự án Đài Trạm vào tháng 9-10/2007 (đại diện cho thời kỳ chuyển mùa gió), bao gồm 24 trạm mặt rộng và một trạm liên tục. Tại mỗi trạm, cấu trúc nhiệt-muối thẳng đứng được đo đạc liên tục trong 6 lần, mỗi lần cách nhau khoảng 5 đến 10 phút (Hình 1a).

- Chuyến khảo sát của dự án NUFU vào tháng 6-7/2008 (đại diện cho thời kỳ gió mùa Tây Nam), bao gồm 17 trạm mặt rộng, trong đó tại các trạm: NT3, NT5, NT6, NT8, NT10, NT12, NT12, NT16, NT17, đã tiến hành đo đạc liên tục cấu trúc thẳng đứng của nhiệt-muối với chế độ đo tương tự như chuyến khảo sát vào tháng 6, 7 (Hình 1b).



Hình 1a



Hình 1b

Hình 1a, 1b: Sơ đồ trạm khảo sát tháng 9-10/2008 và tháng 6-7/2008
Figure 1a, 1b: Investigated stations in 9-10/2008 and 6-7/2008

Thiết bị được sử dụng để đo cấu trúc nhiệt-muối thẳng đứng là máy AST-500 của Nhật với khoảng cách đo theo độ sâu là 0,5 m. Từ hai yếu tố cơ bản này, phần mềm chuyên dụng của AST sẽ tự động tính ra độ dẫn điện và mật độ qui ước của nước biển.

2. Phương pháp nghiên cứu:

Chuyển động thẳng đứng là một đối tượng được nghiên cứu từ những năm đầu của thế kỷ XX, khi người ta nhận thấy tại bờ biển California, vào những thời kỳ nhất định, đã xuất hiện hiện tượng nước lạnh từ các tầng sâu đi lên tầng mặt. Để giải thích hiện tượng này, V.H. Thorade đã áp dụng lý thuyết tính toán dòng chảy trôi để tiến hành nghiên cứu với giả thiết cho rằng: đường bờ vùng tính toán nằm bên trái của hướng gió thổi; mật độ của nước biển được cho là đồng nhất; thành lập phương trình tính toán dựa trên cơ sở đánh giá sự cân bằng giữa dòng toàn phần đi từ bờ ra và thành phần dòng hướng về phía bờ. Nếu xảy ra quá trình dừng của chuyển động thì thành phần của dòng thẳng đứng sẽ được xác định. Có thể sử dụng hai cách tiếp cận phổ biến để tiến hành nghiên cứu dòng thẳng đứng:

1. Xem đây như là một bài toán tổng hợp về hệ dòng chảy 3 chiều. Khi đó thành phần thẳng đứng của dòng chảy sẽ được xác định dựa trên cơ sở tính toán từ phương trình liên tục với các điều kiện biên tương ứng.

2. Và nếu xem đây là một bài toán độc lập, khi đó dòng chảy thẳng đứng có thể được tính toán nhưng không cần xác định các thành phần nằm ngang mà vẫn thể hiện được bản chất vật lý về sự phụ thuộc giữa chuyển động thẳng đứng với các đặc trưng của trường gió và trường mật độ v.v.

Cách tiếp cận thứ hai có thể sử dụng để nghiên cứu gián tiếp dòng thẳng đứng, và phù hợp với phương pháp thu

thập số liệu, phục vụ cho việc sử dụng cho phương trình khuếch tán các hợp chất. Phương trình khuếch tán vật chất có dạng rút gọn như sau:

$$W \frac{\partial \theta}{\partial z} = \frac{A_\theta}{\rho_0} \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} - \frac{\partial \theta}{\partial t} \quad (2.1)$$

Trong đó:

A_θ : là hệ số trao đổi rối thẳng đứng.

W : là tốc độ dòng thẳng đứng (cm/s).

θ : là mật độ (được tính toán từ nhiệt, muối).

ρ_0 : là mật độ của nước biển (g/cm^3), được lấy trung bình 1g/cm^3 .

Hệ tọa độ sử dụng là hệ tọa độ Đề-Các có trục tọa độ Ox hướng về phía đông, Oy hướng lên phía bắc, Oz hướng thẳng đứng lên trên (khi đo số liệu thì gốc tọa độ O qui ước trùng với mặt biển thuận tiện cho việc xác định độ sâu của số liệu).

Sử dụng phương pháp sai phân để khai triển (2.1) sẽ thu được phương trình tính cho W như sau:

$$W_h = \frac{A_\theta}{\rho_0 \Delta z} \frac{\theta'_{h-1} - 2\theta'_h + \theta'_{h+1}}{\theta'_h - \theta'_{h-1}} - \frac{\Delta z}{\Delta t} \frac{\theta'^{t+1}_h - \theta'_h}{\theta'_h - \theta'_{h-1}} \quad (2.2)$$

Trong đó:

h : chạy từ 1 đến N và là kí hiệu tại tầng thứ h .

t : chỉ thời gian tại thời điểm t .

A_θ : được tính toán thông qua số liệu đo dòng chảy tại các trạm bằng phương pháp Ertel (theo tính toán A_θ nằm trong khoảng từ $2,5 - 3,1 \times 10^4 \text{ cm}^2/\text{s}$).

Địa hình khu vực Bình Cang-Nha Trang là tương đối phức tạp, hơn nữa để loại bỏ sự tác động của sóng gió bề mặt lên chuyển động thẳng đứng, chúng tôi chỉ xét các trạm có độ sâu lớn hơn 3 m, còn các trạm có độ sâu chưa đến 3 m được bỏ qua.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

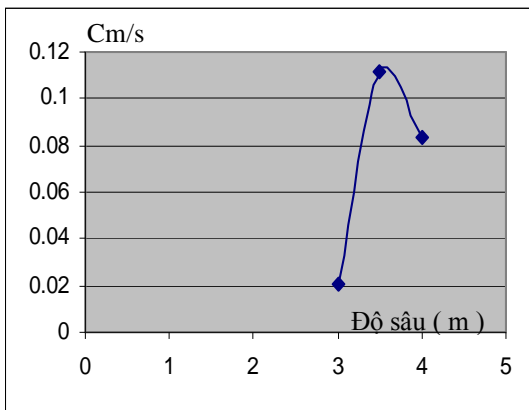
1. Vào mùa gió mùa Tây Nam:

Theo kết quả tính toán tốc độ dòng thẳng đứng bằng phương trình khuếch tán các hợp chất, đã cho thấy (bảng 1, hình 2, hình 3): trong thời kỳ gió mùa Tây Nam, liên vịnh Bình Cang-Nha Trang có thể chia ra hai vùng với tốc độ dòng thẳng đứng có hướng khác nhau: (1) Ở vùng phía bắc vịnh Bình Cang-Nha Trang, kết quả tính toán tốc độ dòng thẳng đứng cho thấy ở vùng này dòng thẳng đứng nhìn chung có xu thế đi lên với tốc độ trung bình $5,2 \times 10^{-3}$ cm/s. Tốc độ dòng đi lên có giá trị cực đại khoảng $2,8 \times 10^{-1}$ cm/s (trạm NT08, tầng 6,5 m);

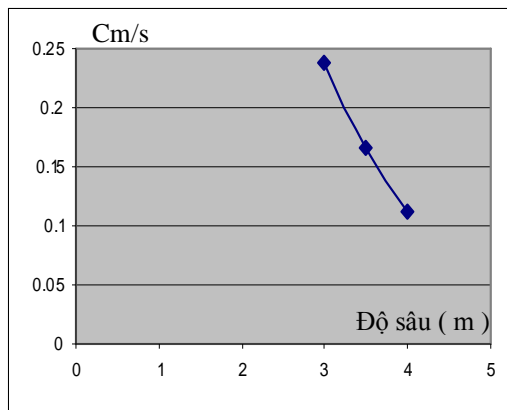
(2) Vùng thứ hai là vùng nằm ở phía nam, gồm các trạm NT12, NT14, NT16 và NT17. Ở vùng này tốc độ dòng thẳng đứng có hướng đi xuống với giá trị trung bình $-4,3 \times 10^{-3}$ cm/s, tốc độ cực đại ($-5,2 \times 10^{-1}$ cm/s). Như vậy khi xem xét ở khu vực phía bắc vịnh Bình Cang-Nha Trang, dòng thẳng đứng nhìn chung có hướng đi lên từ đáy với tốc độ trung bình xấp xỉ $5,2 \times 10^{-3}$ cm/s; ngược lại với khu vực phía nam và khu vực ngoài cửa vịnh Nha Trang, dòng thẳng đứng có hướng đi xuống với tốc độ trung bình xấp xỉ $-4,3 \times 10^{-3}$ cm/s.

Bảng 1: Kết quả tính toán tốc độ dòng thẳng đứng tại các trạm vào tháng 6-7/2008
Table 1: The calculated results on vertical current speed at stations in 6-7/2008

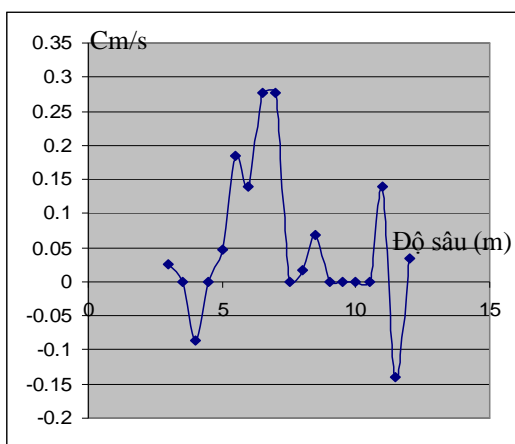
Độ sâu (m)	NT5	NT6	NT8	NT10	NT12	NT14	NT16	NT17
3,5	0,111	0,167	2E-06	0,017	-0,02	0,083	-0,42	-0,08
4	0,083	0,111	-0,085	0,167	0,048	0,167	-0,17	-0,32
4,5			-2E-06	2E-07	0,083	-0,25	-0,27	-0,14
5			0,046	-2,5E-07	0,389	-0,25	0,26	-0,15
5,5			0,185	4,2E-08	0,037	-0,04	-0,01	-0,04
6			0,139	1E-07	0,095	-0,17	0,046	-0,07
6,5			0,278	0,042	-2E-07	-0,02	0,031	-1,1E-06
7			0,278	1,2E-07	-0,08	-0,06	0,069	-0,15
7,5			2E-05	2,4E-08	2,7E-07	-0,1	0,278	-3,1E-07
8			0,017	0,083	1,1E-06	-0,03	1,1E-6	-0,26
8,5			0,069	2E-07	1,3E-06	0,056	-0,14	-0,45
9			-5E-06	6,2E-07	-0,13	2E-06	2E-06	-0,17
9,5			5E-06	0,167	3,1E-07	0,083	1E-05	-0,18
10			-8E-07	-0,23	-0,08	0,028	0,139	-0,12
15				-2E-07	-0,41	0,133	1,1E-6	-0,36
20				0,083		0,5		-0,03



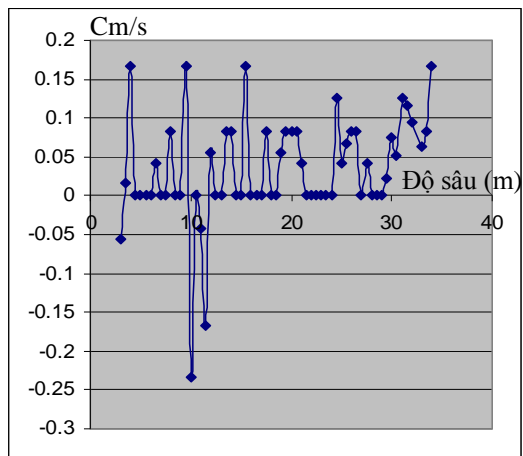
Hình 2a



Hình 2b

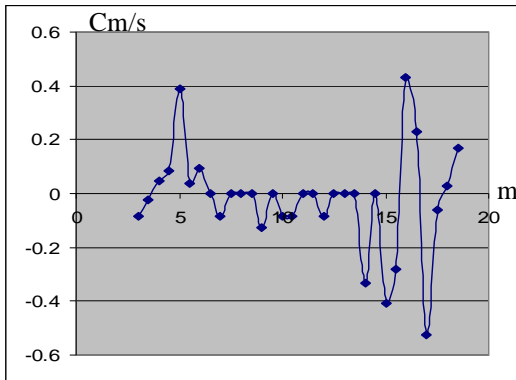


Hình 2c

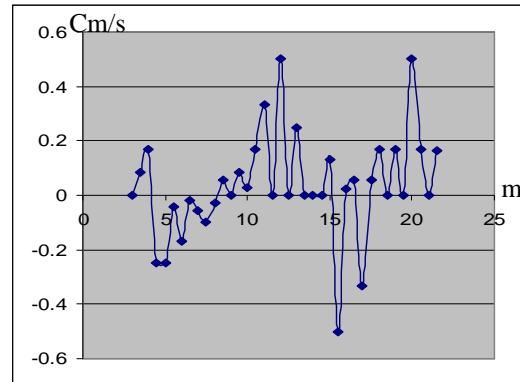


Hình 2d

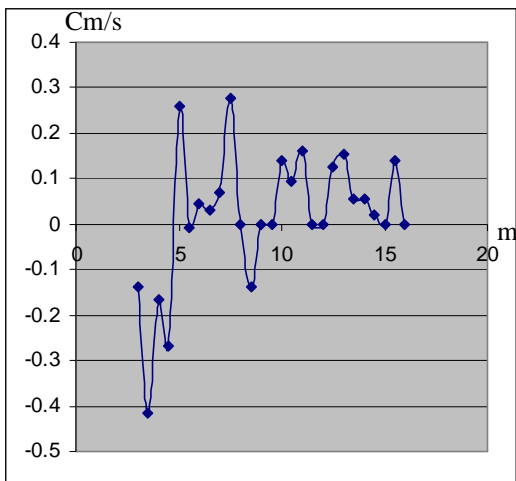
Hình 2a, 2b, 2c, 2d: phân bố tốc độ dòng thẳng đứng theo độ sâu tại các trạm NT5, NT6, NT8, NT10 (khu vực phía bắc)
Figure 2a, 2b, 2c, 2d: Distribution of vertical current speed according to the depth at stations of NT5, NT6, NT8, NT10 (northern area)



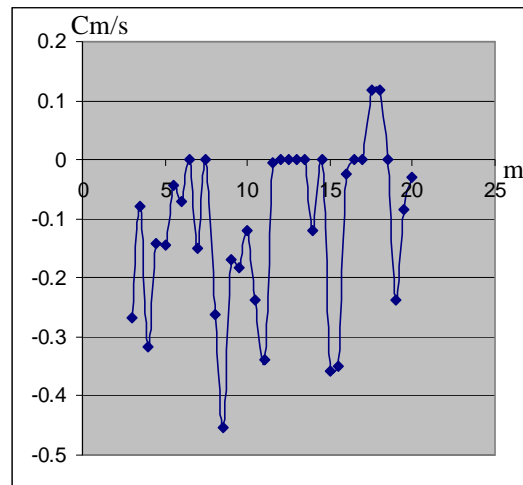
Hình 3a



Hình 3 b



Hình 3 c



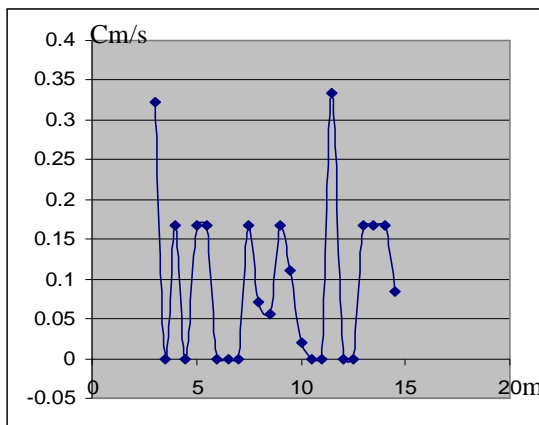
Hình 3 d

Hình 3a, 3b, 3c, 3d: Phân bố tốc độ dòng thẳng đứng theo độ sâu tại các trạm NT12, NT14, NT16, NT17 (khu vực phía nam vịnh Nha Trang)
Figure 3a, 3b, 3c, 3d: Distribution of vertical current speed according to the depth at stations of NT12, NT14, NT16, NT17 (southern area of Nha Trang Bay)

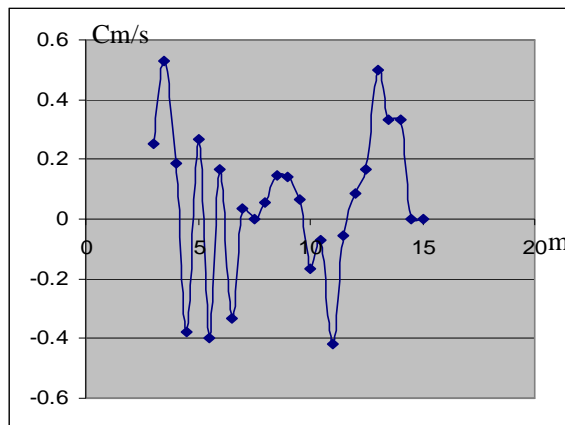
2. Vào thời kỳ chuyển mùa:

Các kết quả tính toán dòng thẳng đứng trong vùng vịnh Bình Cang – Nha Trang dựa trên nguồn số liệu thu thập được của chuyến khảo sát tháng 9-10/2007 của dự án Đài Trạm, các kết quả tính toán cho thấy: trong vùng biển vịnh Bình Cang và vùng biển phía nam vịnh Nha Trang, xu thế dòng thẳng đứng nhìn

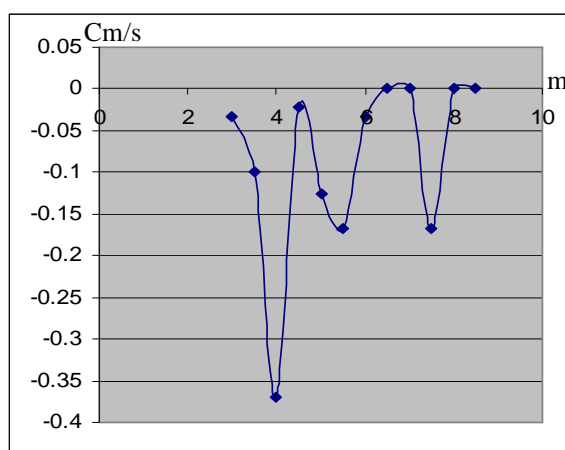
chung có hướng đi xuống với giá trị trung bình của tốc độ thẳng đứng là $-4,2 \times 10^{-4}$ cm/s, cực đại $-4,0 \times 10^{-1}$ cm/s (hình 4, bảng 2); Vùng thứ hai là vùng ở khu vực giữa vịnh Nha Trang, đại diện là các trạm NR11, MR13, MR18. Ở vùng này xu thế dòng thẳng đứng có hướng đi lên là chủ yếu với giá trị trung bình của tốc độ thẳng đứng là $5,9 \times 10^{-2}$ cm/s, tốc độ cực đại là $3,3 \times 10^{-1}$ cm/s (hình 5, bảng 2).



Hình 4 a



Hình 4 b



Hình 4 c

Hình 4a, 4b, 4c: Phân bố tốc độ dòng thẳng đứng theo độ sâu các trạm MR02, MR09 và MR20 (ở vùng vịnh Bình Cang và vùng phía Nam vịnh Nha Trang)

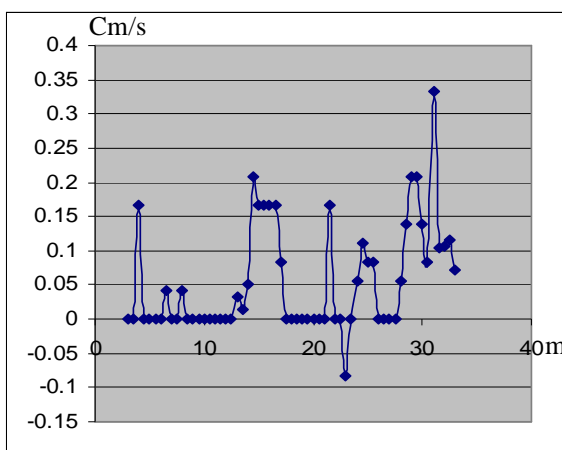
Figure 4a, 4b, 4c: Distribution of vertical current speed according to the depth at stations of MR02, MR09 and MR20 (in Binh Cang Bay and the southern area of Nha Trang Bay)

Bảng 2: Các kết quả tính toán dòng thẳng đứng tại các trạm mặt rộng trong vịnh Bình Cang – Nha Trang vào tháng 9-10/2008

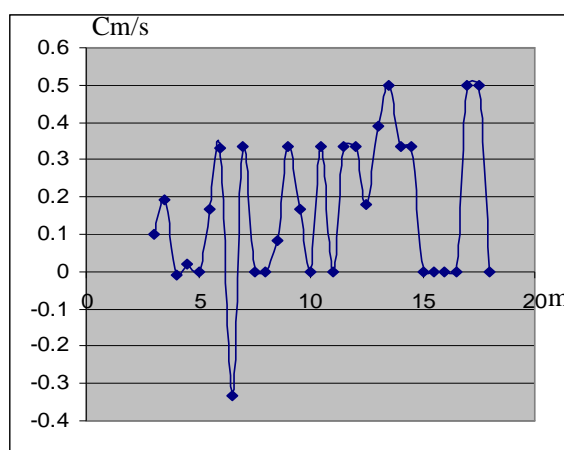
Table 2: The calculated results on the vertical speed at the survey stations in Binh Cang – Nha Trang Bay in 9-10/2008

Độ sâu (m)	MR02	MR09	MR11	MR13	MR18	MR20
3,5	-2E-07	0,52778	2E-07	0,19445	0,16667	-0,1
4	0,16666	0,187	0,16666	-0,0098	0,25	-0,37
4,5	-7E-06	-0,377	2E-08	0,02083	-0,0833	-0,0222
5	0,16666	0,26631	1,2E-07	-1E-06	-4E-07	-0,125
5,5	-0,06666	-0,4005	5E-07	0,16667	-5E-06	-0,1667
6	-1E-06	0,16667	2,4E-06	0,32952	-7E-06	-0,0333
6,5	-7E-08	-0,3333	0,04166	-0,3333	0,08333	-2E-07

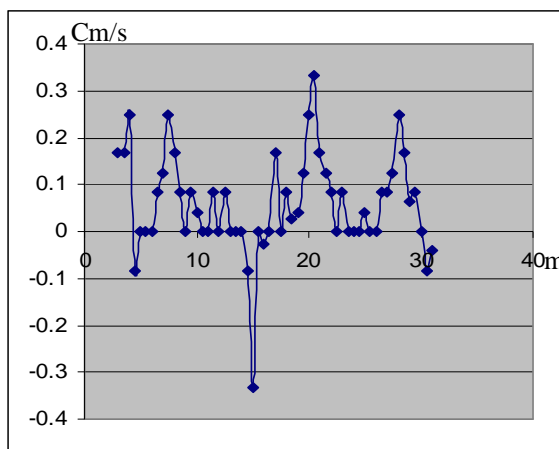
7	-3E-07	0,03333	4E-07	0,33333	0,125	-2E-06
7,5	0,16668	1,2E-06	2,4E-06	-2E-07	0,25	-0,1667
8	0,07143	-0,05556	0,04167	5E-06	0,16667	-2E-08
8,5	-0,05555	0,14815	2,4E-06	0,08333	0,08333	-2E-06
9	0,016667	0,13889	-1E-06	0,33333	4E-07	
9,5	0,11112	-0,06667	-2E-06	0,16666	0,08334	
10	0,01961	-0,1667	-4E-07	4E-09	0,04166	
15		-3E-08	0,16667	1,5E-07	-0,3333	
20			3E-07		0,25	
25			0,08333		0,04166	
30			0,13889		-2E-08	
33			0,07143			



Hình 5 a



Hình 5 b



Hình 5c

Hình 5a, 5b, 5c: Phân bố của tốc độ thẳng đứng theo độ sâu tại các trạm MR11, MR13 và MR18 (vùng giữa vịnh Bình Cang – Nha Trang)

Figure 5a, 5b, 5c: Distribution of vertical current speed according to the depth at stations of MR11, MR13 and MR18 (middle area of Bình Cang – Nha Trang Bay)

IV. KẾT LUẬN

Qua các kết quả tính toán thử nghiệm về tốc độ dòng thẳng đứng của nước biển trong vịnh Bình Cang-Nha Trang bằng cách sử dụng phương trình khuếch tán vật chất, đã cho thấy rằng:

Vào thời kỳ gió mùa Tây Nam giá trị cực trị của dòng thẳng đứng hướng lên mặt biển và dòng thẳng đứng hướng xuống đáy biển có giá trị cực đại là 5×10^{-1} cm/s và $4,5 \times 10^{-1}$ cm/s. Ở khu vực phía bắc vịnh Bình Cang-Nha Trang, dòng thẳng đứng nhìn chung có hướng đi lên từ đáy; ngược lại với khu vực phía nam và khu vực ngoài cửa vịnh Nha Trang, dòng thẳng đứng có hướng đi xuống.

Vào thời kỳ chuyển mùa, dòng thẳng đứng hướng lên mặt biển có giá trị cực đại là $5,3 \times 10^{-1}$ cm/s và dòng thẳng đứng hướng xuống đáy biển có giá trị cực đại là $4,2 \times 10^{-1}$ cm/s. Ở khu vực phía nam vịnh Nha Trang và vịnh Bình Cang, dòng thẳng đứng nhìn chung có hướng đi xuống. Còn tại khu vực giữa vịnh Nha Trang, dòng thẳng đứng có xu thế đi lên.

Người nhận xét:

- TS. Nguyễn Bá Xuân
- TS. Lã Văn Bài

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Lê Quang Toại, 2003. Động lực học các hoàn lưu đại dương. Tủ sách Bộ môn Hải dương, Khí tượng và Thủy văn, Trường Đại Học Khoa Học Tự Nhiên Tp.HCM. 275 trang, Ban xuất bản trường Đại Học Khoa học Tự nhiên Thành Phố Hồ Chí Minh.
2. Lê Quang Toại, 2002. Giáo trình hải lưu cho vật lý địa cầu. Tủ sách Bộ môn Hải dương, Khí tượng và Thủy văn, Trường Đại Học Khoa Học Tự Nhiên Tp.HCM. 287 trang, Ban xuất bản trường Đại Học Khoa học Tự nhiên Thành Phố Hồ Chí Minh.
3. Marchuk G. I. and V. P. Dymnikov, 1985. Problems of computational mathematics and mathematical modelling. Mir publishers Moscow. 270 trang, Printed in the Union of Soviet Socialist Republic.
4. Võ Văn Lành, Tổng Phước Hoàng Sơn, Nguyễn Văn Tuấn, 2007. Những vùng nước trôi, nước chìm mạnh và ổn định trong lớp nước tầng mặt biển Đông. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển, 7(2): 49-58.
5. Võ Văn Lành, Nguyễn Văn Tuấn, Phạm Xuân Dương, 2003. Sự trao đổi rối thẳng đứng trong Biển Đông. Tạp chí Khoa học và Công nghệ biển. 3(4): 13 – 23.