

## TIẾN TỚI XÂY DỰNG HỆ THỐNG MÔ HÌNH DỰ BÁO VÀ KIỂM SOÁT MÔI TRƯỜNG BIỂN ĐÔNG

**Đinh Văn Ưu**

Trung tâm Động lực học Thủy khí Môi trường (CEFD), Đại học Quốc gia Hà Nội,  
334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

ĐT: 84-4-38584945, E-mail: uudv@vnu.edu.vn

### **Tóm tắt:**

Biển Đông nằm trong khu vực hoạt động mạnh mẽ của hệ thống gió mùa Á-Úc và bồn nước ấm nhiệt đới-xích đạo tây Thái Bình Dương nên sự biến động của thời tiết, khí hậu và các hiện tượng cực đoan thường thể hiện hết sức mạnh mẽ gắn liền với quá trình tương tác biển-khí quyển-lục địa khu vực và toàn cầu. Với yêu cầu gia tăng về đảm bảo thông tin phục vụ quản lý và khai thác tài nguyên và môi trường biển, việc xây dựng và phát triển một hệ thống mô hình dự báo và kiểm soát môi trường Biển Đông đang được đặt ra một cách cấp bách.

Từ các kết quả nghiên cứu và phát triển trong hơn 10 năm qua, hệ thống mô hình của Trung tâm Động lực học biển (MDEC-VNU) đã được ứng dụng trong mô phỏng cấu trúc ba chiều (3D) hoàn lưu và nhiệt-muối Biển Đông. Hệ thống mô hình này cũng đã được hoàn thiện và ứng dụng trong nghiên cứu các trường thủy động lực, vật chất và các hợp phần môi trường, sinh thái cho các thủy vực vừa và nhỏ như Vịnh Bắc Bộ, các vùng ven bờ cửa sông Quảng Ninh, Hải Phòng v.v.. Các kết quả mô phỏng đã bước đầu lý giải hiện tượng dầu loang vào bờ biển Việt Nam năm 2007 cũng như biến động độ đục tại bãi tắm Đồ Sơn, Hải Phòng. Mô hình MDEC-VNU được phát triển và hoàn thiện theo hướng kết hợp mô hình biển-khí quyển, thủy động lực-sinh thái sẽ là công cụ hữu ích tiên tiến xây dựng hệ thống mô hình dự báo và kiểm soát môi trường Biển Đông.

### **EAST VIETNAM SEA MODELING SYSTEM FOR MARINE ENVIRONMENTAL PREDICTION AND MONITORING**

### **Abstract:**

Bien Dong (South China Sea) is located in the most atmosphere-ocean active regions: Asian-Australian monsoon region and west Pacific warm pool, therefore the strong variability of weather, climate and extreme events are related with the regional and global air-sea-land interaction processes. In the condition increasing requirements on providing the information for management and exploitation of marine environment and resources, it is urgent to develop and establish a modeling system for marine environmental prediction and monitoring.

After 10 years experiences in research and development, the system of the MDEC-VNU models had been applied to simulate the three-dimensional thermohaline and circulation structure of the Bien Dong/South China Sea. This system was applied also to simulate the hydrodynamics, suspended matter and environmental components included oil in the Gulf of Tonkin and coastal estuarine areas as Quang Ninh, Hai Phong, etc. The simulated results can help to explain as well the oil pollution case appeared in the Vietnamese coastal during winter season 2007 as variation of water turbidity in the Doson beach. The MDEC-VNU modeling system developing and completing by coupling the ocean-atmospheric, echo-hydrodynamic models is useful tool for future Bien Dong modeling system for marine environmental prediction and monitoring.

## I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Dự báo trường hoàn lưu trong biển luôn là một thách thức đối với các nhà hải dương học. Tuy nhiên đây là một yêu cầu có ý nghĩa xã hội và kinh tế hết sức to lớn. Quá trình tăng cường khai thác biển làm xuất hiện nhiều vấn đề môi trường như ô nhiễm biển, đánh bắt quá mức v.v.. Hiện nay nhu cầu dự báo biển và kiểm soát môi trường biển đã trở nên cần thiết tương tự dự báo thời tiết.

Với đặc thù là một biển ven, hệ thống mô hình dự báo và giám sát môi trường biển cần bao gồm các tiểu hệ thống sau:

- Thiết bị và cơ sở hạ tầng quan trắc

Hệ thống quan trắc đảm bảo yêu cầu bao quát các quá trình khí quyển và hải dương và tác động của chúng trạng thái biển và thời tiết; cần trang bị các cơ sở hạ tầng truyền tin cập nhật và công nghệ quan trắc đảm bảo yêu cầu phân tích, đồng hóa số liệu và cập nhật đầu vào cho dự báo.

- Cơ sở hạ tầng truyền và quản lý thông tin

Yêu cầu đảm bảo thu nhận, quản lý và chuyển giao số liệu quan trắc; đảm bảo chất lượng sản phẩm và dễ sử dụng và trao đổi.

- Các mô hình

Có khả năng áp dụng với điều kiện đường bờ, địa hình và gradient mật độ phức tạp.

Có tính đến đặc thù của các lớp biên mặt và đáy cho phép tích hợp bài toán vận chuyển trầm tích.

Có tính đến đặc thù của điều kiện biên hở (cửa sông và biển hở)

- Ứng dụng và tiếp cận cộng đồng

Với đặc thù của đới bờ yêu cầu trước hết là mực nước, mô hình nước dâng bão được chú trọng nhất; bên cạnh đó hoàn lưu là yếu tố không thể thiếu đối với cả vùng ven bờ lẫn ngoài khơi. Những thông tin về mực nước và dòng chảy cần thiết cho bài toán vận chuyển trầm tích và các nhu cầu hàng hải, tìm kiếm cứu nạn, khắc phục sự cố môi trường, v.v.. Trường hoàn lưu còn có ý nghĩa quan trọng trong phân bố các đặc trưng sinh học, hóa học liên quan đến nghề cá.

Bên cạnh các ứng dụng vừa nêu, có thể phát triển các mô hình đánh giá tác động và hiệu quả kinh tế của thông tin dự báo và giám sát biển.

## II. HỆ THỐNG MÔ HÌNH MDEC-VNU

Mô hình thủy động lực ba chiều (3D) MDEC-VNU được phát triển trên cơ sở mô hình quy mô biển ven của GHER- Đại học Liege. So với mô hình GHER, mô hình MDEC đã được hoàn thiện cho phép mô phỏng các quá trình quy mô nhỏ và vừa với việc tính đến tương tác sóng-lớp biên, quá trình trao đổi đối ngang [1-6].

Trong hệ thống mô hình MDEC-VNU, các mô hình biến đổi và lan truyền vật chất đã được phát triển cho nồng độ các hợp phần môi trường sinh thái biển và các pha dầu tích hợp với mô hình thủy động lực 3D.

Đối với các hợp phần môi trường, sinh thái ( $y_j$ ) có thể bao gồm các chất dinh dưỡng, các hoá chất bền vững, các hợp phần hữu cơ và vô cơ (bùn cát), sinh vật phù du và các vi sinh vật:

$$\frac{\partial y_j}{\partial t} + \nabla \cdot (\mathbf{v} + m \mathbf{y}_j) = Q_{y_j} + \frac{\partial}{\partial x_i} \left( \tilde{\lambda} \frac{\partial y_j}{\partial x_i} \right)$$

Trong đó công thức tính suất sản sinh và tiêu huỷ của hợp phần vật chất được xây dựng trên nguyên lý động lực học các quá trình chuyển hóa trong môi trường nước:

$$Q_{yj} = I_{yj} + \sum_{\alpha, \beta} q_{\alpha, \beta} - \sum_{\alpha, \beta} f_{\alpha, \beta}, \quad j, \alpha, \beta = 1, N$$

Các hàm này được xác định bởi chính yếu tố đó ( $q_{yj}, f_{yj}$ ) hay do tương tác của nó với các yếu tố khác ( $q_{j\alpha\dots\beta}, f_{j\alpha\dots\beta}$ ). Các quá trình làm tăng và giảm nồng độ (đối với các hợp phần lý-hoá) hoặc sinh khối (đối với các hợp phần sinh học) có thể được xác định bởi một hàm nhiều biến: thời gian, nồng độ các hợp phần khác và một số đặc trưng môi trường.

Đối với ô nhiễm dầu, có thể xem xét 4 pha dầu khác nhau trong môi trường biển: váng dầu, nhũ tương, kết tủa và hoà tan, trong đó pha váng dầu chỉ tồn tại trên mặt biển, cả 3 pha còn lại có sự hiện diện trong môi trường nước biển, còn trong lớp trầm tích chỉ còn lại 2 pha và dầu hoà tan và dầu kết tủa thành các phân tử [3,4].

Trong toàn bộ lớp nước, dầu nhũ tương (nước trong dầu hoặc dầu trong nước) cũng như dầu hoà tan đều có xu thế chuyển hóa sang pha kết tủa do sự hiện diện của các chất lơ lửng trong nước. Quá trình này phụ thuộc trước hết vào mức độ chênh lệch nồng độ của các pha dầu, tiếp đến là nồng độ của các chất lơ lửng  $S_w$ , trong đó các chất lơ lửng có thể có nguồn gốc tự nhiên cũng như nhân tạo do sử dụng các hóa chất xử lý dầu. Điều này dẫn tới yêu cầu giải đồng thời bài toán đối với chất lơ lửng  $S_w$  cùng với bài toán các pha dầu trong môi trường biển.

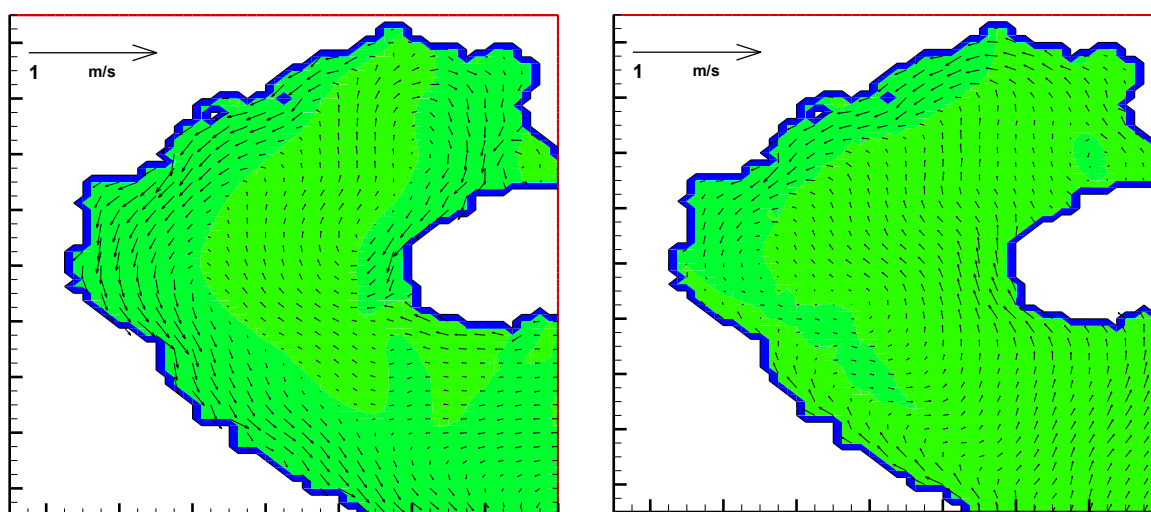
Các điều kiện biên trên và dưới của lớp nước được xác định thông qua các thông lượng trao đổi đối của các hợp phần môi trường qua các lớp biên đáy và mặt. Các thông lượng này được tính toán thông qua những mô hình lớp biên hai chiều (2D), v.d đối với váng dầu trên mặt biển và lớp trầm tích đáy.

### Các kết quả ứng dụng

Hệ thống mô hình MDEC-VNU đã được ứng dụng trong mô phỏng cấu trúc 3D hoàn lưu và nhiệt-muối Biển Đông. Những kết quả này được sử dụng trong quá trình xây dựng các bản đồ hoàn lưu nước Biển Đông đã được công bố [7].

Hệ thống mô hình MDEC-VNU đã được ứng dụng trong mô phỏng các trường thủy động lực, nhiệt độ, độ muối và các hợp phần môi trường bao gồm ô nhiễm dầu trong vịnh Bắc Bộ.

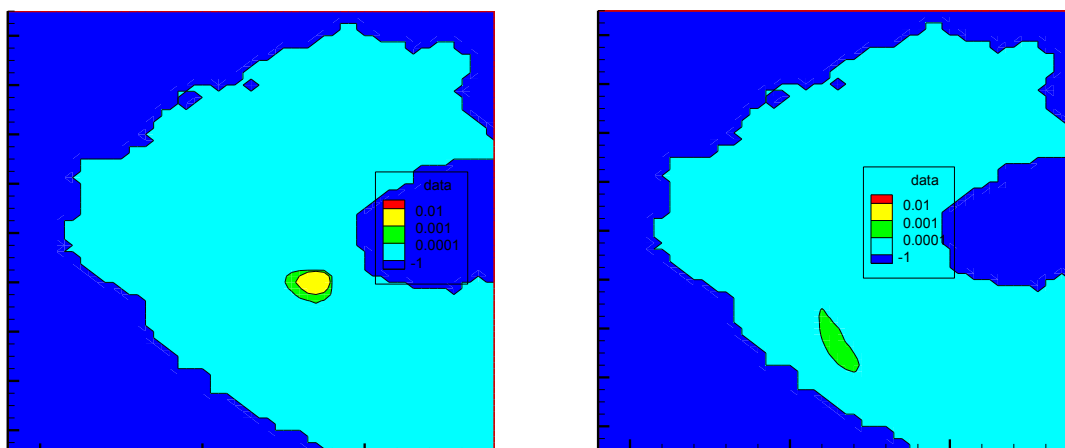
Các trường hoàn lưu và nhiệt độ, độ muối thu được cho thấy mô hình MDEC-VNU mô phỏng tốt các đặc trưng chế độ mùa trong các điều kiện phức tạp của địa hình tương tác song-biển. Trên hình 1 dẫn ra ví dụ về trường hoàn lưu nước trên mặt cho tháng 2 và tháng 4 thể hiện quá trình tiến triển theo thời gian tương ứng xuất hiện dầu ven bờ vịnh Bắc Bộ.



Hình 1: Kết quả mô phỏng trường dòng chảy trong tháng 2 và tháng 4

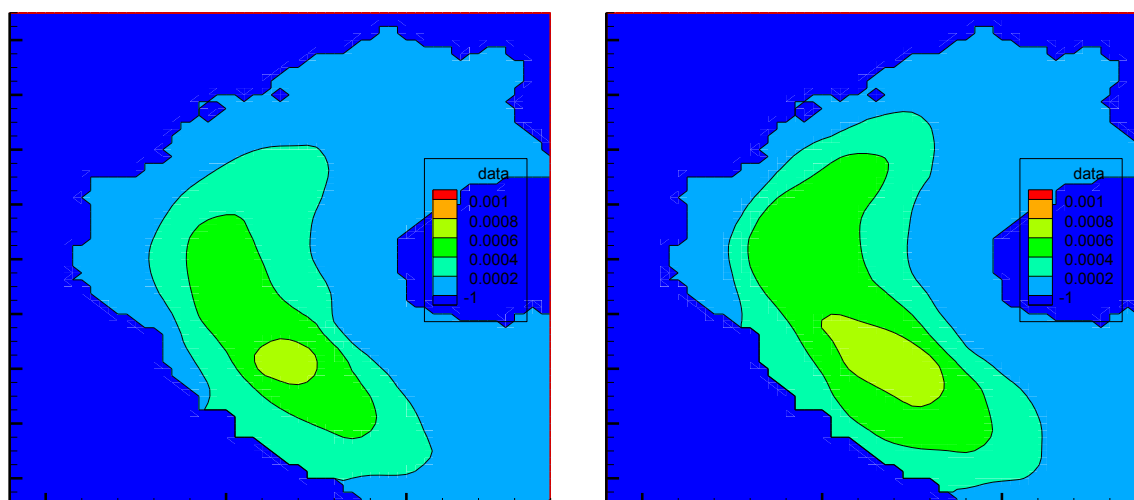
Trên các hình 2,3 dẫn ra kết quả mô phỏng diễn tiến quá trình lan truyền váng dầu và dầu kết tủa xuống đáy theo thời gian với nguồn dầu giả định 1000 tấn tràn ra trên mặt biển trên khu vực tây-nam Hải Nam.

Có thể nhận thấy quá trình lan truyền váng dầu trên mặt biển (hình 2) đã được mô phỏng khá tốt về độ dày và phạm vi phù hợp với thực tế [8]. Với điều kiện khí hậu thông thường, váng dầu trên mặt biển sẽ biến mất trong vòng 30 ngày, kết quả mô phỏng cho thấy độ dày váng dầu đã giảm từ 10mm xuống còn 0,01mm sau 30 ngày. Đối với pha dầu nhũ tương trong nước, kết quả mô phỏng cho thấy dầu loang sau 2-3 tháng có khả năng lan đến các phần bắc và nam Vịnh.



**Hình 2:** Kết quả mô phỏng lan truyền váng dầu sau 1 ngày và 30 ngày.

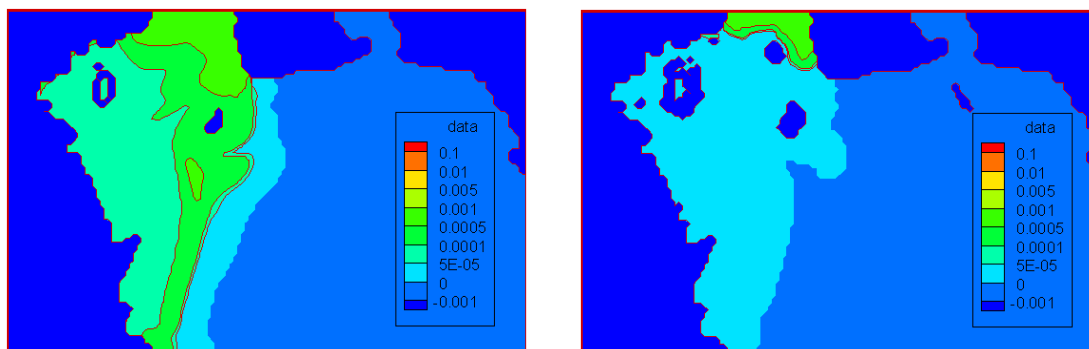
Đối với dầu kết tủa trên đáy biển, có thể nhận thấy hướng lan truyền tương tự như dầu nhũ tương, tuy nhiên khả năng tiếp cận bờ có thể xảy ra muộn hơn, thường từ 3 đến 4 tháng so với thời gian sự cố (Hình 3).



**Hình 3:** Kết quả mô phỏng lan truyền dầu kết tủa trên đáy sau 90 ngày và 120 ngày.

Từ các kết quả trên có thể kết luận về khả năng của mô hình MDEC-VNU mô phỏng và giải thích được hiện tượng xuất hiện dầu ven bờ trong mùa đông năm 2007.

Hệ thống mô hình đã được áp dụng để nghiên cứu chế độ thủy động lực và môi trường cho các vùng biển và cửa sông có điều kiện địa hình và sự tương tác biển-lục địa mạnh như Hải Phòng- Quảng Ninh, Đông Nam Bộ, v.v..[2-5]. Trên hình 4 dẫn ra ví dụ về kết quả mô phỏng trường trầm tích lơ lửng trên vùng biển cửa sông Hải Phòng.



**Hình 4:** Kết quả mô phỏng nồng độ trầm tích lơ lửng trong trường gió SE 7m/s với lưu lượng song trên trung bình (trái) và ở mức trung bình (phải)

### III. KẾT LUẬN

Hệ thống mô hình MDEC có triển vọng ứng dụng trong xây dựng hệ thống monitoring và dự báo môi trường cho Biển Đông và các vùng biển ven bờ cửa sông. Để tiến tới mục đích nghiệp vụ, hệ thống mô hình này cần được hoàn thiện theo hướng tích hợp với mô hình đồng hóa số liệu biển và các mô hình sinh thái, mô hình sóng và mô hình khí quyển.

#### Cảm ơn

Các kết quả nghiên cứu thu được là sản phẩm của các đề tài nghiên cứu các cấp, trong đó có các đề tài trọng điểm ĐHQG Hà Nội QGTD 07.04 và QGTD 11.04, tác giả chân thành cảm ơn về sự hỗ trợ đó.

#### Tài liệu tham khảo

1. Đinh Văn Ưu “Các kết quả phát triển và ứng dụng mô hình ba chiều (3D) thủy nhiệt động lực biển ven và nước nông ven bờ Quảng Ninh”, Tạp chí Khoa học ĐHQG Hà Nội, XIX, 1, trang 108-117 (2003).
2. Đinh Văn Ưu, Đoàn Văn Bộ, Hà Thanh Hương, Phạm Hoàng Lâm, “Ứng dụng mô hình dòng chảy ba chiều (3D) nghiên cứu quá trình lan truyền chất lơ lửng tại vùng biển ven bờ Quảng Ninh” Tuyển tập công trình Hội nghị Khoa học Cơ học thủy khí toàn quốc năm 2005, Hà Nội, trang 623-632.
3. Đinh Văn Ưu, “ Phát triển và ứng dụng mô hình tính toán vận chuyển chất lơ lửng và biến động trầm tích đáy cho vùng biển Vịnh Hạ Long” Tạp chí Khoa học ĐHQG Hà Nội, T. XXII, 1PT-2006, trang 11-19.
4. Đinh Văn Ưu, Hà Thanh Hương, Phạm Hoàng Lâm, *Development of system of Hydrodynamic-environmental models for coastal area (Case study in Quangninh-Haiphong region)*, Journal of Science, Earth Sciences, T. XXIII, No.1, pp. 59-68 (2007).
5. Nguyễn Kim Cương, Đinh Văn Ưu, Umeyama Motohiko, *Development of Modeling System to Simulate Hydrodynamic and Environmental Quantities in the Hai Phong Estuary, Vietnam*, Proceedings of the 34th IAHR World Congress, 26 June -1 July 2011, Brisbane, Australia, 3255-3262
6. Đinh Văn Ưu, *Ứng suất gió trên mặt biển có sóng*, Tuyển tập Nghiên cứu biển, II-2, Nha Trang, 117-122. (1981)
7. Đề tài KC-09-24, *Biên tập và xuất bản tập bản đồ các điều kiện tự nhiên và môi trường vùng biển VN và kế cận* (2005)
8. Fingas Merv, Ben Fieldhouse, “Formation of water-in-oil emulsions and application to oil spill modeling”, Journal of Hazardous Materials 107, pp.37-50 (2004)