



Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất

Trang điện tử: <http://tapchi.humg.edu.vn/>



Xác định dị thường mực nước biển trên Biển Đông bằng số liệu đo cao vệ tinh

Nguyễn Văn Sáng^{1,*}, Lê Thị Thanh Tâm¹, Vũ Văn Trí¹,
Trần Thị Thu Trang¹, Phạm Văn Tuyên²

¹Trường Đại học Mỏ - Địa Chất, Việt Nam

²Công ty cổ phần Dịch vụ và Thương mại 568, Việt Nam

THÔNG TIN BÀI BÁO

Quá trình:

Nhận bài 23/4/2016

Chấp nhận 10/7/2016

Đăng online 30/8/2016

Từ khóa:

Sea Level Anomaly

Altimetry

Mean Sea Surface

Dị thường mực nước biển

Đo cao vệ tinh

Mặt biển trung bình

TÓM TẮT

Dị thường mực nước biển (Sea Level Anomaly - SLA) là chênh lệch giữa độ cao mặt biển (Sea Surface Height - SSH) và mặt biển trung bình (Mean Sea Surface - MSS). Dị thường mực nước biển cho phép chúng ta quan sát được sự thay đổi của đại dương theo mùa và các hiện tượng khí hậu như El Nino... Để xác định SLA chúng ta sử dụng mô hình mặt biển trung bình MSS ở dạng grid và số liệu đo cao vệ tinh. Vị trí các điểm đo cao vệ tinh thường không trùng với các mắt lưới của mô hình MSS nên cần phải nội suy độ cao mặt biển trung bình cho các điểm đo. Việc nội suy này có thể dùng phương pháp Collocation. Tính toán thực nghiệm được thực hiện trên Biển Đông đối với số liệu vệ tinh đo cao SARAL/ALTIKA chu kỳ thứ 18. Mô hình mặt biển trung bình được sử dụng là mô hình DTU13MSS. Kết quả tính toán thực nghiệm cho thấy ở chu kỳ này, trên Biển Đông, dị thường mực nước biển biến đổi từ -1,581 m đến 0,649 m, giá trị trung bình là 0,108 m.

© 2016 Trường Đại học Mỏ - Địa chất. Tất cả các quyền được bảo đảm.

1. Đặt vấn đề

Trong những năm gần đây, đo cao vệ tinh (Altimetry) được ứng dụng rộng rãi và hiệu quả trên thế giới. Bằng số liệu đo cao vệ tinh có thể xác định được độ cao mặt biển, geoid biển, dị thường trọng lực biển, mực nước biển trung bình, dị thường mực nước biển (Lee-Lueng Fu, Anny Cazenave, 2001). Ở Việt Nam, đo cao vệ tinh mới được ứng dụng vào nghiên cứu Biển Đông một số năm gần đây, các nghiên cứu vẫn còn khá ít, một số là nghiên

cứ ứng dụng các sản phẩm của thế giới như: khai thác ứng dụng mô hình mặt biển trung bình động lực - MDT, khai thác mô hình dị thường trọng lực biển (Bùi Công Quế và nnk, 2008), (Bùi Khắc Luyện, Nguyễn Văn Sáng, 2014). Gần đây, có một số công trình nghiên cứu sâu về xử lý số liệu đo cao vệ tinh trên Biển Đông như: xác định vị trí điểm giao cắt, bình sai giao cắt, xác định dị thường trọng lực (Nguyễn Văn Sáng, 2012), (Nguyễn Văn Sáng, 2011), (Nguyễn Văn Sáng, 2013), xác định mặt biển trung bình động lực (Nguyễn Văn Sáng, Lê Thị Thanh Tâm, 2014) Dị thường mực nước biển (Sea Level Anomaly - SLA) là chênh

*Tác giả liên hệ.

E-mail: nguyenvansang@humg.edu.vn

lệch giữa mực nước biển tức thời và mực nước biển trung bình. Xác định được dị thường mực nước biển sẽ phục vụ việc nghiên cứu sự thay đổi mực nước biển theo mùa, nghiên cứu khí tượng trên biển, cảnh báo sóng thần và nghiên cứu thủy triều. Theo kết quả của Cơ quan vũ trụ Châu Âu (ESA), từ kết quả xác định dị thường mực nước biển đã xác định được động năng của nước biển trên vịnh Mexico có giá trị rất lớn vào thời điểm 10 ngày trước khi siêu bão Katrina đi qua năm 2005 khi sóng thần tại Ấn Độ Dương xảy ra ngày 26/12/2004, các kết quả quan sát của vệ tinh Jason1 (chu kỳ 129) và vệ tinh ENVISAT (chu kỳ 352) đều ghi nhận giá trị lớn của dị thường mực nước biển (European Space Agency, 2009). Trong bài báo này sẽ trình bày phương pháp xác định dị thường mực nước biển và thực nghiệm tính toán trên Biển Đông với số liệu vệ tinh SARAL/ALTIKA.

2. Phương pháp xác định dị thường mực nước biển

MSS là độ cao của điểm trên mặt biển trung bình so với mặt Ellipsoid WGS-84. SSH là độ cao của điểm trên mặt biển tức thời so với mặt Ellipsoid WGS-84. Khi đó dị thường mực nước biển (SLA) được xác định bằng Phương trình:

$$SLA = SSH - MSS \quad (1)$$

Hiện nay, có một số mô hình mặt biển trung bình được xây dựng ở dạng lưới grid như mô hình DNSC08MSS, mô hình DTU10MSS, DTU12MSS, DTU13MSS ... Mặt biển tức thời được xác định từ số liệu đo cao vệ tinh, các điểm đo này không trùng với mắt lưới grid của các mô hình MSS. Do đó, để xác định được SLA theo Phương trình (1) ta phải nội suy độ cao mặt biển trung bình cho các điểm đo cao vệ tinh từ mô hình MSS. Do SSH được xác định vào thời điểm đo nên SLA cũng được xác định vào thời điểm đo đó. Khả năng quan sát dị thường mực nước biển (real time) phụ thuộc vào khả năng cung cấp số liệu của vệ tinh, phải đặt hàng với trung tâm cung cấp số liệu.

2.1. Nội suy độ cao mặt biển trung bình cho các điểm đo cao vệ tinh bằng phương pháp Collocation

Giả sử tại khu vực xét có n điểm có giá trị độ cao mặt biển trung bình là MSS_i với tọa độ là (B_i, L_i) , $i = 1, 2, \dots, n$. Gọi $y^T = (MSS_1, MSS_2, \dots, MSS_n)$ là véc tơ độ cao mặt biển trung bình. Khi đó độ cao mặt biển trung bình của điểm P trong khu vực xét được xác định theo Phương trình:

$$MSS_P = K_P^T K^{-1} y, \quad (2)$$

trong đó: K và K_P – ma trận hiệp phương sai:

$$K = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \dots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & \dots & k_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_{n1} & k_{n2} & \dots & k_{nn} \end{bmatrix}_{n,n};$$

$$k_{ij} = K(i, j) \quad (3)$$

$$i, j = 1, 2, \dots, n;$$

$$K_P = \begin{bmatrix} k_{P_1} \\ k_{P_2} \\ \dots \\ k_{P_n} \end{bmatrix}; \quad k_{P_i} = K(P, i); \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

$K(i, j)$ и $K(P, i)$ - các hiệp phương sai của độ cao mặt biển trung bình.

Trên thực tế, giá trị đầu vào là độ cao mặt biển trung bình thường không đảm bảo điều kiện $MSS_{TB} = \sum_{i=1}^n MSS_i = 0$, không thỏa mãn

điều kiện của bài toán Collocation. Do đó, số liệu đầu vào cần phải trừ đi giá trị trung bình trước khi đưa vào tính toán nội suy.

Vì vậy, nội suy độ cao mặt biển trung bình được thực hiện theo các bước sau:

Bước 1. Loại bỏ giá trị trung bình MSS_{TB} từ số liệu độ cao mặt biển trung bình đầu vào.

Bước 2. Thành lập ma trận hiệp phương sai K theo số liệu đầu vào là hàm hiệp phương sai của nó $K(\ell)$.

Bước 3. Tính độ cao mặt biển trung bình MSS_P đối với bất kỳ điểm P trong khu vực xét

Bước 4. Khôi phục giá trị trung bình MSS_{TB} cho các điểm nội suy.

Khi nội suy bằng phương pháp Collocation, ta phải nghịch đảo ma trận vuông có kích thước bằng số điểm số liệu đầu vào. Khi số liệu các điểm đầu vào lớn, sẽ gặp khó khăn trong vấn đề tính toán. Mặt khác, giá trị nội suy của điểm P sẽ phụ thuộc nhiều vào các điểm có số liệu (điểm nút) ở gần, các điểm nút càng xa điểm nội suy thì ảnh hưởng càng ít. Vì vậy, để nội suy độ cao mặt biển trung bình của điểm P không cần thiết phải sử dụng hết n điểm trong khu vực xét, mà chỉ cần sử dụng m điểm ($m < n$) nằm trong bán kính R nào đó xung quanh điểm P , theo (Nguyễn Văn Sáng, Vũ Trung Thành, 2015), có thể chọn $R = 1^0$.

Như vậy số lượng ẩn trong phương trình chuẩn giảm đi, nhưng tại mỗi điểm nội suy ta phải nghịch đảo một ma trận có kích thước bằng số điểm nằm trong vòng tròn bán kính R .

2.2. Xác định các giá trị của hàm hiệp phương sai thực nghiệm của độ cao mặt biển trung bình và làm khớp với hàm lý thuyết

Để xác các giá trị k trong ma trận hiệp phương sai K và K_P thì cần phải xác định được các giá trị hiệp phương sai thực nghiệm. Đối với độ cao mặt biển trung bình, giá trị hiệp phương sai thực nghiệm được tính theo Phương trình (5) với điều kiện (6). Trong đó:

l_{ij} - khoảng cách giữa hai điểm i và j ; Δl - khoảng cách gần nhất giữa các điểm, trong trường hợp này chính là khoảng cách gần nhất giữa các điểm mắt lưới, đối với mô hình MSS có kích thước $1' \times 1'$, chọn $\Delta l = 1'$; p - là một số tự nhiên dương phụ thuộc vào độ rộng của khu vực nghiên cứu, đối với $R = 1^0$ có thể chọn $p = 10$; n_k ($k = 1, 2, \dots, p$) - số lượng cặp điểm i và j thỏa mãn điều kiện (6); n_0 chính là số điểm có độ cao mặt biển trung bình trong khu vực xét. Điều kiện (6) được biểu diễn trên Hình 1. Từ đây ta thấy, giá trị hiệp phương sai thực nghiệm tính theo Phương trình (5) chỉ sử dụng những điểm j nằm trên phần gạch chéo.

Sau khi có các giá trị của hàm hiệp phương sai thực nghiệm, các tham số của hàm hiệp

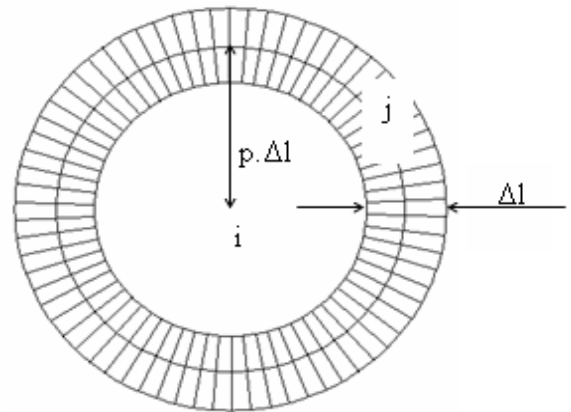
$$\left\{ \begin{aligned} K(0) &= \frac{1}{n_0} \sum_{i=1}^{n_0} MSS_i^2 \\ K(1.\Delta l) &= \frac{1}{n_1} \sum_{m=1}^{n_1} MSS_i.MSS_j \\ K(2.\Delta l) &= \frac{1}{n_2} \sum_{m=1}^{n_2} MSS_i.MSS_j \\ &\dots \\ K(k.\Delta l) &= \frac{1}{n_k} \sum_{m=1}^{n_k} MSS_i.MSS_j \\ &\dots \\ K(p.\Delta l) &= \frac{1}{n_p} \sum_{m=1}^{n_p} MSS_i.MSS_j \end{aligned} \right. \quad (5)$$

với điều kiện:

$$k.\Delta l - \frac{\Delta l}{2} < |l_{ij}| \leq k.\Delta l + \frac{\Delta l}{2}, \quad (6)$$

Phương sai lý thuyết được xác định bằng cách làm khớp hàm lý thuyết với các giá trị hiệp phương sai thực nghiệm theo nguyên tắc bình phương nhỏ nhất.

Hàm hiệp phương sai lý thuyết có thể chọn các hàm Maxkov hoặc Gaussian ...



Hình 1. Sơ đồ các điểm tham giá tính hiệp phương sai thực nghiệm

3. Tính toán thực nghiệm

Trên cơ sở lý thuyết trình bày ở trên, chúng tôi tiến hành thực nghiệm tính toán dị thường mực nước biển trên khu vực Biển Đông (vĩ độ từ 8^0 đến 22^0 , kinh độ từ 105^0 đến 114^0). Mô hình MSS được sử dụng là mô hình

DTU13MSS do Trung tâm vũ trụ Đan Mạch xây dựng. Số liệu đo cao vệ tinh được sử dụng là số liệu vệ tinh SARAL/ALTIKA chu kỳ thứ 18 (được đo từ ngày 30/10/2014 đến ngày 06/11/2014). Các số liệu được cung cấp bởi AVISO (AVISO, 2010).

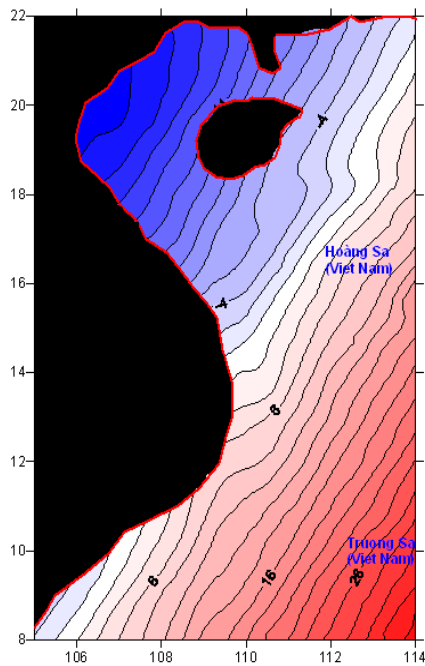
Trên Hình 2 và 3 là độ cao mặt biển trung bình DTU13MSS và độ cao mặt biển đo bằng vệ tinh SARAL/ALTIKA trên Biển Đông.

Trên Hình 4 là dị thường mực nước biển trên Biển Đông được xác định từ số liệu đo cao vệ tinh SARAL/ALTIKA chu kỳ thứ 18 và mô hình mặt biển trung bình DTU13MSS, với các thống kê: giá trị dị thường mực nước biển nhỏ nhất là -1,581m, giá trị dị thường mực nước biển lớn nhất là 0,649m, giá trị dị thường mực nước biển trung bình là 0,108m.

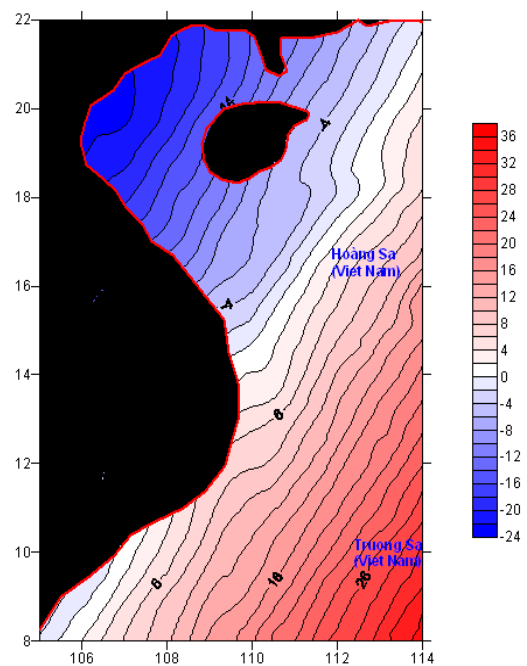
4. Kết luận

Dị thường mực nước biển trên Biển Đông có thể được xác định từ mô hình mặt biển trung bình MSS và số liệu đo cao vệ tinh. Đối với số liệu của vệ tinh SARAL/ALTIKA chu kỳ thứ 18, mô hình mặt biển trung bình DTU13MSS, dị thường mực nước biển biến đổi từ -1,581m đến 0,649m, giá trị trung bình là 0,108m.

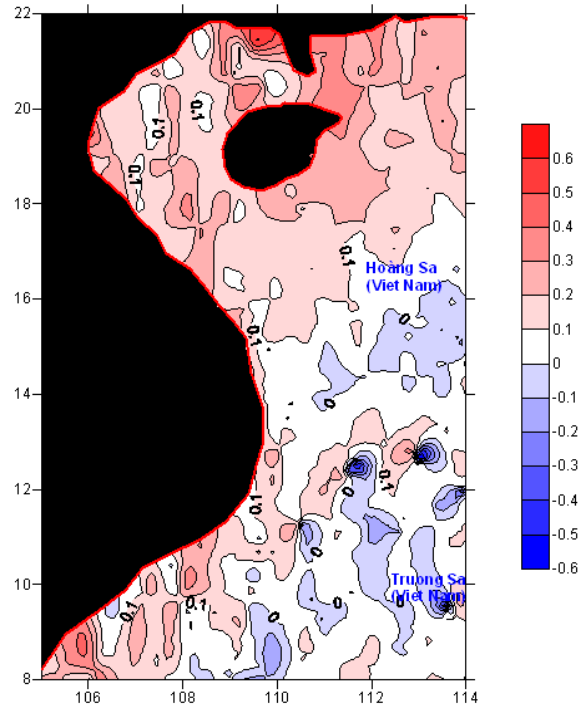
Nội suy độ cao mặt biển trung bình cho các điểm đo cao vệ tinh có thể sử dụng phương pháp Collocation. Để giảm khối lượng tính toán thì khi nội suy độ cao mặt biển trung bình cho 1 điểm chỉ cần dùng số liệu trong vòng tròn bán kính $R = 1^{\circ}$, mà không cần dùng hết số liệu trên khu vực xét.



Hình 2. Độ cao mặt biển trung bình trên Biển Đông tính từ mô hình DTU13MSS



Hình 3. Độ cao mặt biển xác định từ vệ tinh đo cao SARAL/ALTIKA, chu kỳ thứ 18



Hình 4. Dị thường mực nước xác định từ mô hình DTU13MSS và số liệu đo cao vệ tinh SARAL/ALTIKA chu kỳ thứ 18 trên Biển Đông

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Andersen, O. B. (2010). The DTU10 Global Gravity field and mean sea surface. *Second international symposium of the gravity field of the Earth (IGFS2), Fairbanks, Alaska*.
- AVISO (2010). *DT CorSSH and DT SLA*, Product Handbook, Toulouse - France.
- Bùi Công Quế và nnk (2008). Thành lập bản đồ dị thường trọng lực thống nhất trên vùng biển Việt Nam và kế cận. *Tạp chí khoa học công nghệ biển*, 2:29-41.
- Bùi Khắc Luyện, Nguyễn Văn Sáng (2014). Nghiên cứu phương pháp làm khớp dị thường trọng lực xác định từ số liệu đo cao vệ tinh trên Biển Đông sử dụng kết quả đo trọng lực trực tiếp. *Đề tài cấp cơ sở*, Trường Đại học Mỏ - Địa Chất, Hà Nội.
- European Space Agency (2009). Basic Radar Altimetry Toolbox User Manual, <http://earth.eo.esa.int/>.
- Fu, L. L., and Cazenave, A. (2001). *Satellite Altimetry and Earth Sciences*. ACADEMIC PRESS, San Diego - San Francisco - New York - Boston - London - Sydney -Tokyo.
- Neiman, Y. M. (2010). *Phương pháp hiệp phương sai trong trắc địa vật lý và Collocation*, Matxcova (Tiếng nga).
- Nguyễn Văn Sáng (2011). Tính toán độ cao mặt biển từ số liệu đo cao vệ tinh ENVISAT trên vùng biển Việt Nam. *Tạp chí khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa Chất*, 35:81-85.
- Nguyễn Văn Sáng (2012). *Xác định dị thường trọng lực cho vùng biển Việt Nam bằng kết quả đo cao vệ tinh*. Luận án tiến sỹ kỹ thuật, Matxcova.
- Nguyễn Văn Sáng (2013). Xác định vị trí điểm giao cắt trong xử lý số liệu đo cao vệ tinh bằng cách mô phỏng đa thức bậc hai. *Tạp chí khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa Chất*, 41:43-47.
- Nguyễn Văn Sáng và Lê Thị Thanh Tâm (2014). Một số kết quả nghiên cứu ứng dụng đo cao vệ tinh trên Biển Đông. *Tuyển tập tóm tắt các báo cáo Hội nghị khoa học*

*lần thứ 21, Trường Đại học Mỏ - Địa Chất,
Hà Nội.*

*lực trung bình từ số liệu đo cao vệ tinh trên
Biển Đông. Tạp chí Khoa học đo đạc và Bản
đồ, 25:49-54.*

Nguyễn Văn Sáng và Vũ Trung Thành (2015).
Xây dựng mô hình mặt địa hình biển động

ABSTRACT

Determination of the sea level anomalies in the East sea from altimetry data

Sang Van Nguyen¹, Tam Thanh Thi Le¹, Tri Van Vu¹, Trang Thu Thi Tran¹
Tuyen Van Pham²

¹Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

²JSC service and commercial 568, Vietnam

Sea level anomaly (SLA) is a difference between the observed sea surface height (SSH) and the mean sea surface (MSS). The SLA allows us to monitor ocean variability due to seasonal variations and climatic phenomena such as El Nino. The model of the MSS and the observed sea surface height are used to compute the SLAs. Locations of the observed sea surface are not coincided with the grids of the MSS model. Thus, the MSS at the locations of the observed sea surface are interpolated from the MSS models. The interpolations are realized by method, called the Collocation. The experimental computations are realized in the East Sea with the data of the SARAL/ALTIKA satellite in the 18st cycle. The DTU13MSS model also is used for computation. The results of the experimental computation show that the SLA in the East Sea varies from -1.581m to 0.649m and the value of mean is 0.108m.