

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG



TUYỂN TẬP BÁO CÁO

**HỘI NGHỊ KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ
TOÀN QUỐC NGÀNH ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ**



NHÀ XUẤT BẢN TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM



TUYỂN TẬP BÁO CÁO
HỘI NGHỊ KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ
TOÀN QUỐC NGÀNH ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ

Hà Nội, tháng 10 năm 2018

XÁC ĐỊNH DỊ THƯỜNG TRỌNG LỰC TỪ SỐ LIỆU ĐO CAO VỆ TINH TRÊN VÙNG BIỂN XUNG QUANH QUẦN ĐẢO TRƯỜNG SA

PGS. TS. Nguyễn Văn Sáng¹, TS. Vũ Văn Trí¹,

NCS. Phạm Văn Tuyên²

¹ Đại học Mở - Địa chất

² Công ty Cổ phần xi măng Tân Thắng, Việt Nam

Tóm tắt:

Mục đích của nghiên cứu này là xác định được dị thường trọng lực trên vùng biển xung quanh Quần đảo Trường Sa bằng số liệu đo cao vệ tinh. Để thực hiện mục đích đó, các tác giả đã phân tích số liệu đo cao vệ tinh để đưa ra quy trình xác định dị thường trọng lực từ số liệu đo cao vệ tinh và tiến hành thực nghiệm tính toán trên khu vực nghiên cứu, sau đó so sánh kết quả tính với số liệu đo trọng lực trực tiếp để kiểm tra, đánh giá. Kết quả nghiên cứu cho thấy để xác định dị thường trọng lực từ số liệu đo cao vệ tinh cần thực hiện theo các bước sau: (1) loại bỏ độ cao geoid theo mô hình EGM; (2) loại bỏ địa hình mặt biển trung bình; (3) loại bỏ địa hình mặt biển thay đổi theo thời gian; (4) tính phần dư dị thường trọng lực theo phương pháp collocation; (5) khôi phục phần dị thường trọng lực theo mô hình EGM. Các tính toán thực nghiệm được thực hiện trên vùng biển xung quanh Quần đảo Trường Sa (độ vĩ B từ 6°30' đến 12°; độ kinh L từ 112° đến 117°30') với số liệu 52 chu kỳ của vệ tinh Cryosat-2 (từ chu kỳ 31 đến chu kỳ 82). Kết quả tính được so sánh với 625 điểm đo trọng lực trực tiếp trên tàu đạt độ chính xác $\pm 0,67\text{mGal}$.

1. Giới thiệu

Hiện nay, đo cao vệ tinh (Altimetry) phát triển rất mạnh mẽ, được ứng dụng hiệu quả trong các lĩnh vực Trắc Địa, Địa Vật Lý, Hải Dương Học, Khí Tượng và Môi Trường. Sử dụng số liệu đo cao vệ tinh để xác định dị thường trọng lực biển đã có nhiều tác giả trên thế giới thực hiện với độ chính xác và độ phân giải tăng dần: Năm 1995, Cheinway Hwang và Barry Parsons đã xác định dị thường trọng lực biển bằng số liệu đo cao vệ tinh Seasat, Geosat, ERS-1 và T/P kết hợp với số liệu đo trọng lực trên tàu biển cho khu vực Reykjanes Ridge đạt độ chính xác $\pm 5,76\text{ mGal}$ [6]; Năm 2002, Cheinway Hwang, Hsin-Ying Hsu và R.J Jang đã sử dụng số liệu của các vệ tinh Seasat, Geosat, ERS-1, TOPEX/POSEIDON (T/P), ERS-2 để xác định dị thường trọng lực biển toàn cầu độ phân giải (2'x2'). Các kết quả tính toán này được so sánh với số liệu đo trọng lực trực tiếp trên tàu biển của 12 vùng và nhận được độ chính xác từ $\pm 3.057\text{mGal}$ đến $\pm 13.365\text{mGal}$ [7]; Năm 2008, Ole Baltazar Andersen, Per Knudsen, Philippa AM Berry đã sử dụng số liệu đo cao vệ tinh của các vệ tinh Geosat, ERS-1, ERS2, T/P, Jason-1, Envisat, GFO và ICESat để xác định dị thường trọng lực biển và xây dựng nên mô hình trường trọng lực DNSC08GRA có độ phân giải (1'x1'). Các kết quả tính toán được so sánh với 321.400 điểm đo trọng lực trực tiếp trên tàu trên vùng Northwest Atlantic Ocean, độ lệch chuẩn đạt được là $\pm 3,91\text{ mGal}$ [1]; Năm 2010, Ole B Andersen đã xây dựng mô hình trường trọng lực toàn cầu DTU10GRAV có độ phân giải (1'x1'), bằng cách nâng cấp mô hình DNSC08GRAV trên cơ sở bổ sung thêm các số liệu đo mới của vệ tinh ERS-1, ENVISAT và nâng cao độ chính xác của các số hiệu chỉnh địa vật lý cũng như khoảng cách đo cao vệ tinh. Kết quả dị thường trọng lực tính từ mô hình DTU10GRAV được so sánh với 321.400 điểm đo trọng lực trực tiếp trên tàu của vùng Northwest Atlantic Ocean, độ lệch chuẩn đạt được là $\pm 3,82\text{ mGal}$ [3]; Năm 2015, Andersen, Ole Baltazar và Per đã xây dựng mô hình DTU15GRAV có độ phân giải (1'x1'), trên cơ sở sử dụng 5 năm dữ liệu của vệ tinh Cryosat-2 và dữ liệu của vệ tinh Jason-2. Kết quả dị thường trọng lực tính từ mô hình DTU15GRAV được so sánh với 54000 điểm trọng lực được các nhà khoa học Australia khảo sát năm 2009 với độ chính xác của máy đo trọng lực là $1\pm 1.5\text{ mGal}$ thì độ lệch chuẩn chuẩn đạt được là: $\pm 1.81\text{mGal}$ [2]; Năm 2017, Shengjun Zhang, David T. Sandwell, Taoyong Jin và Dawei Li đã sử dụng số liệu đo cao vệ tinh của các vệ tinh GOSAT, ERS-1, Jason-1, T/P, Envisat, CryoSat-2 và SARAL/AltiKa để xác định dị thường trọng lực với độ phân giải (1'x1') cho khu vực biển Đông. Các kết

quả tính toán được so sánh với số liệu trọng lực trực tiếp đo trên tàu của Trung tâm dữ liệu Địa vật lý Quốc gia Hoa kỳ khảo sát. Sai số trung phương đạt được tại khu vực biển Đông $\pm 5.98 \text{ mGal}$ [10].

Ở Việt Nam, số lượng các công trình nghiên cứu về vấn đề sử dụng số liệu đo cao vệ tinh để xác định dị thường trọng lực biển còn rất hạn chế: Năm 2008, tác giả Bùi Công Quế cùng một số tác giả khác đã kết hợp số liệu dị thường trọng lực đo trực tiếp trên tàu Gagarinsky, tàu Atlante và kết quả dị thường trọng lực biển được tính từ số liệu đo cao vệ tinh do thế giới tính để thành lập bản đồ dị thường trọng lực Bugher khu vực biển Việt Nam và kế cận ở tỷ lệ 1:1.000.000 ở dạng số. Độ chính xác của dị thường trọng lực xác định từ số liệu đo cao vệ tinh khi so sánh với số liệu đo trực tiếp đạt $\pm 8.5 \text{ mGal}$ [4]; Năm 2012, Nguyễn Văn Sáng đã xác định dị thường trọng lực biển từ số liệu đo cao vệ tinh Envisat kết hợp với số liệu trọng lực đo trực tiếp ở trên bờ và các đảo cho khu vực Biển Đông với độ chính xác khoảng $\pm 6 \text{ mGal}$.

Trong bài báo này, chúng tôi tập trung nghiên cứu phương pháp xác định dị thường trọng lực từ số liệu đo cao vệ tinh và ứng dụng xác định dị thường trọng lực cho vùng biển xung quanh Quần đảo Trường Sa từ số liệu đo cao vệ tinh Cryosat-2. Đây là kết quả nghiên cứu trong đề tài cấp bộ của Bộ giáo dục và Đào tạo, mã số B2016-MDA-11ĐT.

2. Phương pháp xác định dị thường trọng lực từ số liệu đo cao vệ tinh trên vùng biển xung quanh quần đảo trường sa

2.1. Số liệu và khu vực nghiên cứu

- Khu vực nghiên cứu: Khu vực thực nghiệm xác định dị thường trọng lực bằng số liệu đo cao vệ tinh là vùng biển xung quanh Quần đảo Trường Sa (hình 1) có giới hạn như sau: Độ vĩ: từ $6^{\circ}30'$ đến $12^{\circ}00'$; Độ kinh: từ $112^{\circ}00'$ đến $117^{\circ}30'$.

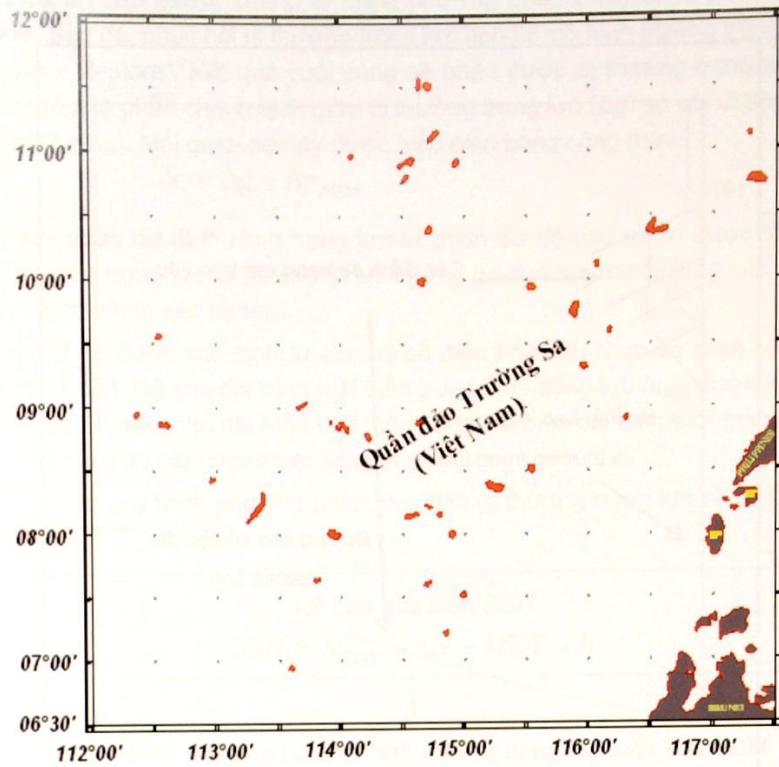
- Số liệu nghiên cứu:

+) Số liệu đo cao vệ tinh

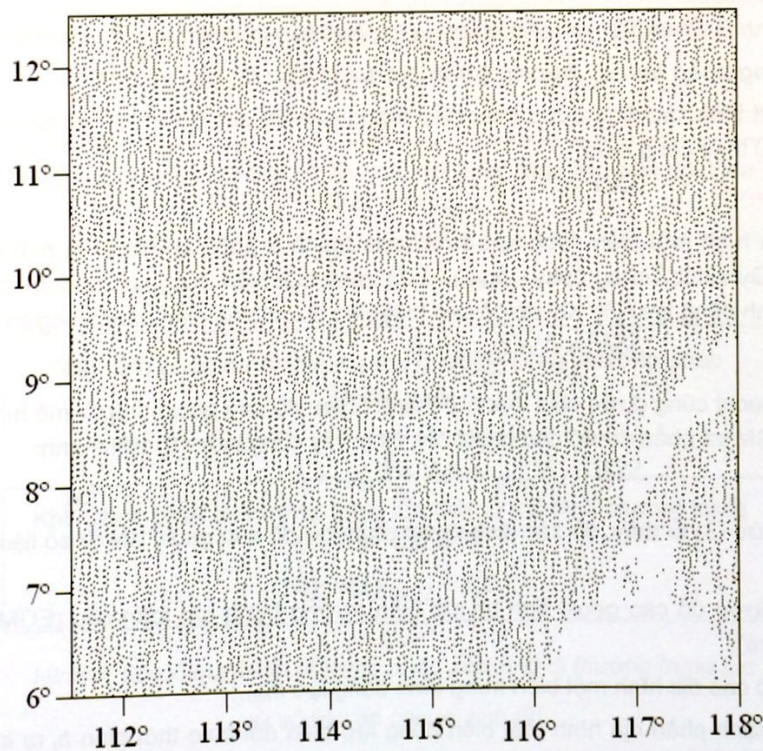
Để tính toán thực nghiệm xác định dị thường trọng lực bằng số liệu đo cao vệ tinh trên vùng biển xung quanh Quần đảo Trường Sa, chúng tôi sử dụng số liệu của vệ tinh Cryosat-2. Số liệu bao gồm 52 chu kỳ được đo từ 04/10/2012 đến 15/9/2016. Số liệu được cung cấp bởi Trung tâm vũ trụ Châu Âu - ESA [5]. Khu vực lấy số liệu được mở rộng hơn khu vực tính toán về mỗi phía $30'$. Tổng số bao gồm 72.483 điểm đo. Các vết đo của các chu kỳ trong một nhóm chu kỳ xen kẽ vào nhau tạo nên mật độ dày đặc trên khu vực thực nghiệm (hình 2). Với sự phân bố số liệu như vậy, toàn bộ trường trọng lực tại khu vực nghiên cứu được khảo sát, cho phép xác định được dị thường trọng lực với kích thước mắt lưới $3' \times 3'$.

+) Số liệu đo trọng lực trực tiếp

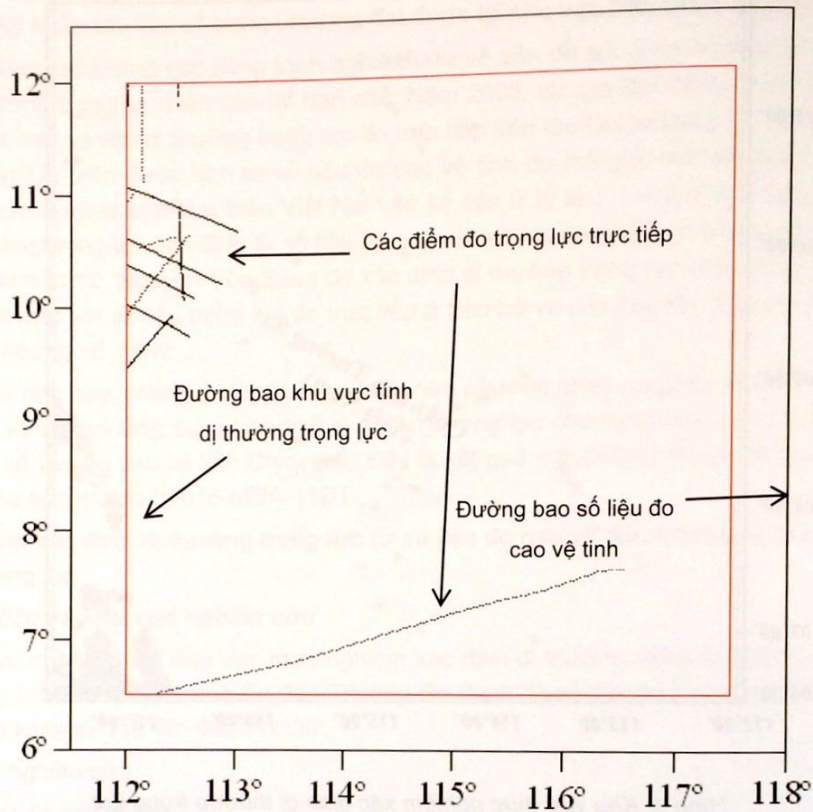
Để đánh giá kết quả tính dị thường trọng lực từ số liệu đo cao vệ tinh, chúng tôi sử dụng số liệu đo trọng lực trực tiếp được thực hiện những năm 1987, 1990 và 1992 trong các dự án hợp tác giữa Việt Nam với Nga và Việt Nam với Pháp. Các số liệu này có độ tin cậy cao, các thông số rất rõ ràng, đạt độ chính xác cỡ $\pm 0.5 \text{ mGal}$ [4]. Các số liệu này nằm trong hệ tọa độ quốc tế WGS-84. Tuy nhiên, các đo đạc này chủ yếu thực hiện ở khu vực phía Tây của khu vực nghiên cứu nên chúng tôi chỉ nhận được 625 điểm đo trong khu vực nghiên cứu (hình 3).



Hình 1. Khu vực thực nghiệm xác định dị thường trọng lực



Hình 2. Sự phân bố số liệu của vệ tinh Cryosat-2



Hình 3. Phân bố các điểm đo trọng lực trực tiếp trên khu vực thực nghiệm

2.2. Phương pháp tính dị thường trọng lực từ số liệu đo cao vệ tinh

Độ cao mặt biển xác định được biểu diễn thông qua độ cao geoid (N) và độ cao địa hình mặt biển động lực (h_d) theo công thức:

$$SSH = N + h_d \quad (1)$$

Độ cao địa hình mặt biển động lực được chia thành 2 phần là: địa hình mặt biển trung bình động lực (Mean Dynamic Topography - h_{MDT}) và địa hình mặt biển động lực biến đổi theo thời gian h_t (còn gọi là địa hình động lực) [8]. Khi đó độ cao mặt biển được biểu diễn bằng công thức:

$$SSH = N + h_{MDT} + h_t \quad (2)$$

Độ cao geoid cũng được chia thành 2 thành phần: độ cao geoid tính từ mô hình trường trọng lực toàn cầu NEGM và phần dư độ cao geoid ΔN . Như vậy công thức (2) viết thành:

$$SSH = N_{EGM} + \Delta N + h_{MDT} + h_t \quad (3)$$

Từ công thức (3) ta thấy: để xác định được phần dư độ cao geoid ΔN từ số liệu đo cao vệ tinh ta phải:

- Loại bỏ được độ cao geoid tính từ mô hình trường trọng lực toàn cầu (EGM) theo kỹ thuật "Remove - Restore";
- Loại bỏ độ cao địa hình mặt biển trung bình động lực h_{MDT} ;
- Loại bỏ thành phần địa hình mặt biển động lực biến đổi theo thời gian h_t ra khỏi độ cao mặt biển (SSH).

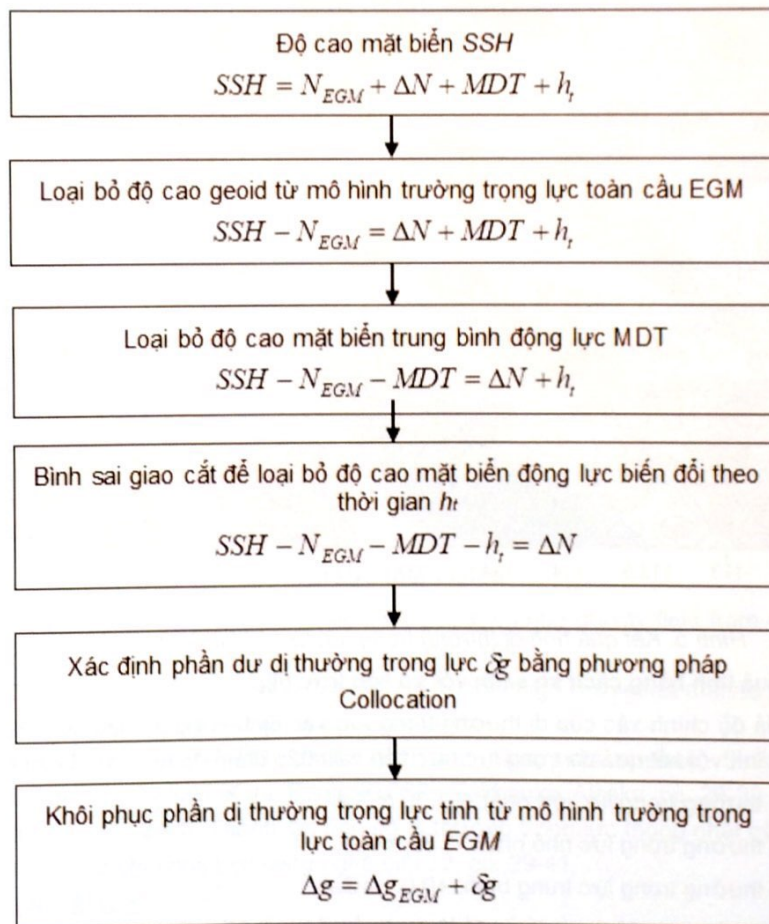
Từ phần dư độ cao geoid, chúng ta dùng phương pháp Collocation để xác định phần dư dị thường trọng lực. Sau đó, phục hồi dị thường trọng lực tính từ mô hình trường trọng lực toàn cầu theo kỹ thuật "Remove - Restore". Kết quả cuối cùng sẽ nhận được dị thường trọng lực Δg . Phần dư dị thường trọng lực (δg) là phần chênh lệch giữa dị thường trọng lực (Δg) so với dị thường trọng lực tính từ mô hình EGM (Δg_{EGM}). Mối quan hệ này được biểu diễn bằng công thức:

$$\delta g = \Delta g - \Delta g_{EGM} \quad (4)$$

Việc nội suy phần dư dị thường trọng lực từ phần dư độ cao geoid được thực hiện tương tự như nội suy dị thường trọng lực từ độ cao geoid nhưng giảm được ảnh hưởng của số liệu vùng xa và kết quả nội suy có độ chính xác tốt hơn.

Độ cao geoid sẽ được xác định từ các hệ số điều hòa cầu C_{nm} và S_{nm} của mô hình trường trọng lực toàn cầu EGM. Độ cao địa hình mặt biển trung bình động lực h_{MDT} được loại bỏ dựa vào mô hình MDT toàn cầu. Thành phần địa hình mặt biển động lực biến đổi theo thời gian h_t sẽ được loại bỏ bằng kỹ thuật bình sai giao cắt (crossover adjustment).

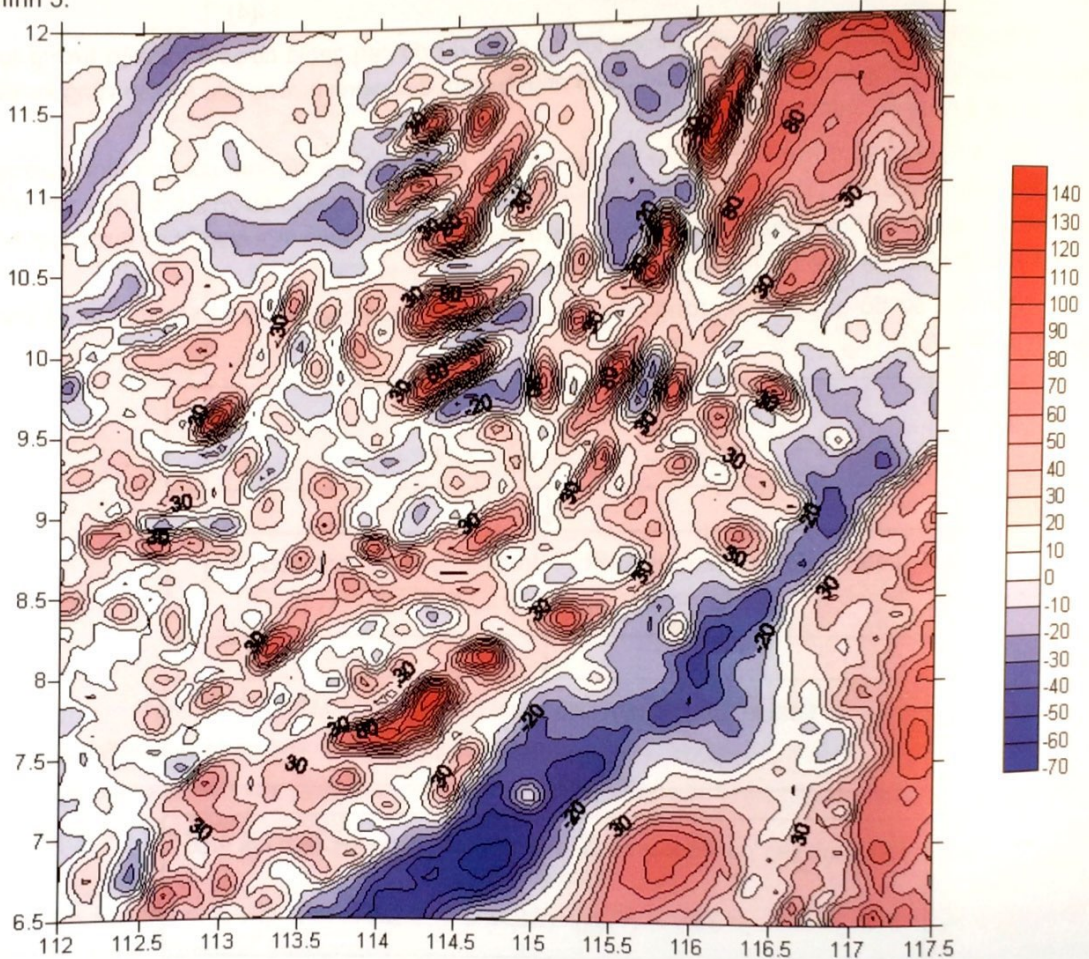
Như vậy, sơ đồ quy trình phương pháp xác định dị thường trọng lực từ số liệu đo cao vệ tinh SSH như hình 4.



Hình 4. Sơ đồ quy trình phương pháp xác định dị thường trọng lực từ số liệu đo cao vệ tinh [9]

3. Kết quả nghiên cứu

Trên cơ sở lý thuyết trình bày ở trên, chúng tôi đã tiến hành tính toán thực nghiệm trên khu vực nghiên cứu (Độ vĩ: từ 6°30' đến 12°00'; Độ kinh: từ 112°00' đến 117°30') với số liệu vệ tinh Cryosat-2. Kết quả thống kê vắn tắt dị thường trọng lực tính được như sau: Kích thước mắt lưới 3' x 3', tổng số điểm 12321 điểm, giá trị dị thường trọng lực lớn nhất là 135,44 mGal, nhỏ nhất là -64,11 mGal, trung bình là 18,11 mGal. Dị thường trọng lực được trình bày ở dạng đường đẳng dị và màu sắc như trên hình 5.



Hình 5. Kết quả tính dị thường trọng lực từ số liệu đo cao vệ tinh

4. Đánh giá kết quả tính bằng cách so sánh với số liệu trực tiếp:

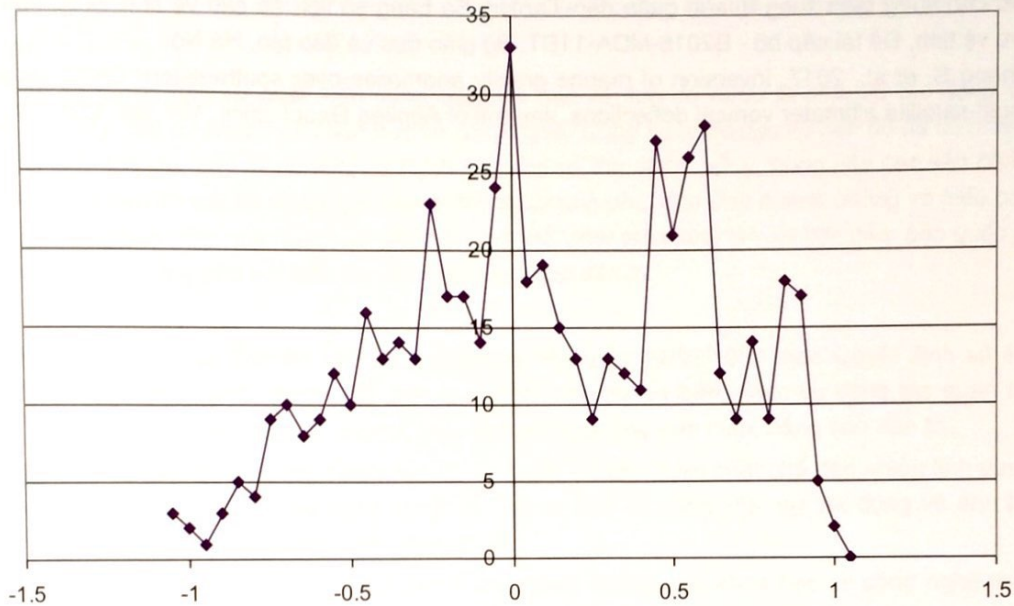
Để đánh giá độ chính xác của dị thường trọng lực xác định bằng số liệu đo cao vệ tinh, chúng tôi tiến hành so sánh với kết quả đo trọng lực trực tiếp trên 625 điểm đo ta nhận được kết quả:

- độ lệch dị thường trọng lực lớn nhất: + 1.30 mGal
- độ lệch dị thường trọng lực nhỏ nhất: -1.82 mGal
- độ lệch dị thường trọng lực trung bình: +0.03 mGal
- Sai số trung phương đánh giá theo độ lệch chuẩn đạt: ± 0.67 mGal.

Trên hình 6 là đồ thị biểu thị tần suất xuất hiện của độ lệch. Từ hình vẽ này cho thấy các độ lệch có xu thế tuân theo sự phân bố chuẩn.

Từ kết quả so sánh cho thấy: dị thường trọng lực xác định từ số liệu đo cao vệ tinh rất khớp với kết quả đo trọng lực trực tiếp, các giá trị độ lệch lớn nhất, nhỏ nhất và trung bình đều rất nhỏ. Độ lệch

trung bình rất nhỏ chứng tỏ không tồn tại sai số hệ thống. Độ chính xác của dị thường trọng lực trên khu vực nghiên cứu (đánh giá trên 625 điểm đo) đạt ± 0.67 mGal.



Hình 6. Biểu đồ tần suất xuất hiện của độ lệch

5. Kết luận và kiến nghị

- Từ số liệu đo cao vệ tinh, chúng ta có thể tính được dị thường trọng lực biển theo quy trình như trong hình 4. Quy trình này được xây dựng trên cơ sở phân tích các thành phần của số liệu đo cao vệ tinh kết hợp với phương pháp nội suy collocation.

- Dị thường trọng lực trên vùng biển xung quanh Quần đảo Trường Sa được xác định từ số liệu đo cao vệ tinh Cryosat-2 đạt độ chính xác ± 0.67 mGal khi so sánh với số liệu 625 điểm đo trọng lực trực tiếp.

Tài liệu tham khảo

- [1] Andersen O. B. et al., 2010. The DNSC08GRA global marine gravity field from double retracked satellite altimetry, *Journal of Geodesy*. 84 (3), pp. 191-199.
- [2] Andersen O. B. et al., 2016. Deriving the DTU15 Global high resolution marine gravity field from satellite altimetry, *ESA Living Planet Symposium 2016*.
- [3] Andersen O., 2010. The DTU10 gravity field and mean sea surface, *Second international symposium of the gravity field of the Earth (IGFS2)*, Fairbanks, Alaska, pp. 20-22.
- [4] 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, pp. 29-41.
- [5] <http://www.esa.int/ESA>.
- [6] Hwang C. et al., 1995. Gravity anomalies derived from Seasat, GOSAT, ERS-1 and TOPEX/POSEIDON altimetry and ship gravity: a case study over the Reykjanes Ridge, *Geophysical Journal International*. 122 (2), pp. 551-568.
- [7] Hwang C. et al., 2002. Global mean sea surface and marine gravity anomaly from multi-satellite altimetry: applications of deflection-geoid and inverse Vening Meinesz formulae, *Journal of Geodesy*. 76 (8), pp. 407-418.

- [8] 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 khoa học kỹ thuật. Trường đại học tổng hợp Trắc địa và Bản đồ Matxcova, Liên Bang Nga (tiếng Nga).
- [9] Vũ Văn Trí, Nguyễn Văn Sáng và nnk, 2017. Nghiên cứu phương pháp xác định dị thường trọng lực cho vùng biển xung quanh quần đảo Trường Sa bằng số liệu đo cao vệ tinh và số liệu trọng lực vệ tinh, Đề tài cấp bộ - B2016-MDA-11ĐT, Bộ giáo dục và đào tạo, Hà Nội.
- [10] Zhang S. et al., 2017. Inversion of marine gravity anomalies over southeastern China seas from multi-satellite altimeter vertical deflections, Journal of Applied Geophysics. 137, pp. 128-137.

MỤC LỤC

HẠ TẦNG DỮ LIỆU KHÔNG GIAN ĐỊA LÝ	1
1. GS. TSKH. Đặng Hùng Võ - Thông tin không - thời gian là hạ tầng thông tin cho phát triển thể hệ công nghệ thứ tư	3
2. TS. Phan Đức Hiếu, TS. Hoàng Ngọc Lâm, ThS. Nguyễn Văn Thảo - Giới thiệu Luật Đo đạc và Bản đồ	11
3. TS. Trần Bình Trọng, ThS. Phạm Thị Phương Liên - Báo cáo về kết quả hoạt động khoa học công nghệ trong lĩnh vực đo đạc và bản đồ	18
4. TS. Phan Đức Hiếu, TS. Trần Bạch Giang - Hiện đại hóa hạ tầng đo đạc phục vụ cho cách mạng công nghiệp 4.0 ở Việt Nam	28
5. TS. Trần Bạch Giang - Xây dựng, phát triển và quản lý hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia Việt Nam	36
6. GS. TS. Võ Chí Mỹ, ThS. Nguyễn Quốc Long, ThS. Võ Ngọc Dũng, ThS. Cao Xuân Cường - Vai trò của thông tin địa không gian trong quy hoạch và quản lý đô thị thông minh	42
7. TS. Trần Hồng Quang - Đo đạc và thông tin địa lý với Chương trình nghị sự 2030 vì sự phát triển bền vững ở nước ta	47
8. ThS. Phạm Hữu Trực - Dữ liệu địa lý – hàng hóa thời kỳ “vạn vật kết nối”	55
9. ThS. Phan Thị Nguyệt Quế, PGS. TS. Đinh Thị Bảo Hoa, CN. Lê Thanh Hải - Hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu địa giới hành chính Việt Nam	61
10. ThS. Dương Văn Hải, ThS. Bùi Huy Hoàng, TS. Cáp Xuân Tú, KS. Trần Đức Thuận - Nghiên cứu, ứng dụng các công nghệ thu thập dữ liệu không gian địa lý phục vụ xây dựng cơ sở dữ liệu đa mục tiêu	68
11. TS. Cáp Xuân Tú, ThS. Võ Thị Kim Giao, KS. Đỗ Trọng Hiếu - Nghiên cứu, xây dựng quy trình thành lập cơ sở dữ liệu không gian địa lý và bản đồ ba chiều tỷ lệ lớn	78
12. ThS. Nguyễn Văn Tuấn - Nghiên cứu xây dựng hệ thống cung cấp dịch vụ, sản phẩm đo đạc bản đồ	88
13. ThS. Nguyễn Thị Kim Dung, KS. Dương Hồng Yên, CN. Nguyễn Thị Thanh Huệ Anh - Giải pháp công nghệ trong công tác đo đạc địa hình khu vực bãi bồi ven biển Việt Nam	93
	103
ĐO ĐẠC CƠ BẢN	
14. PGS. TS. Nguyễn Văn Sáng, TS. Vũ Văn Trí, NCS. Phạm Văn Tuyên - Xác định dị thường trọng lực từ số liệu đo cao vệ tinh trên vùng biển xung quanh Quần đảo Trường Sa	105
15. TS. Nguyễn Đại Đồng, ThS. Vũ Tiến Quang - Tình hình ứng dụng và phát triển công nghệ đo đạc và bản đồ Việt Nam	113
16. PGS. TSKH. Hà Minh Hòa, KS. Đặng Xuân Thủy - Các kết quả thực nghiệm giải quyết bài toán nội suy các giá trị dị thường Bouguer ở các khu vực rừng núi (độ cao địa hình trung bình nhỏ hơn 1500 m), trung du và đồng bằng thuộc lãnh thổ Việt Nam	122
17. KS. Phan Ngọc Mai, ThS. Nguyễn Tuấn Anh, ThS. Trần Anh Tuấn - Đổi mới công nghệ đo đạc xác định tọa độ, độ cao trên cơ sở ứng dụng các dịch vụ trạm CORS ở Việt Nam	137

NHÀ XUẤT BẢN TÀI NGUYÊN MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM

Trụ sở chính: Số 85 – Nguyễn Chí Thanh, Láng Hạ, Đống Đa, Hà Nội

Tel: (84-24) 3835 5958, 3834 3646, 3773 4371 Fax: (84-24) 3834 4610

Email: info@bando.com.vn Website: www.bando.com.vn

Chi nhánh tại Hà Nội: Số 14 – Pháo Đài Láng, Lạng Thượng, Đống Đa, Hà Nội

Chi nhánh tại TP. Hồ Chí Minh: Số 3 – Trần Nãi, phường Bình An, Q2, TP. Hồ Chí Minh

**TUYÊN TẬP BÁO CÁO
HỘI NGHỊ KHOA HỌC, CÔNG NGHỆ
TOÀN QUỐC NGÀNH ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ**

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Tổng Giám đốc – Tổng Biên tập: ThS. Kim Quang Minh

Phó Tổng biên tập: KS. Nguyễn Văn Chính

Biên tập viên:

Trình bày và sửa bản in:

ĐỐI TÁC LIÊN KẾT XUẤT BẢN:

Số lượng in 700 cuốn, khổ 21 x 29,7 cm

In tại Công ty TNHH GLEAP Việt Nam

Số xác nhận đăng ký xuất bản:

Số quyết định xuất bản:

In xong và nộp lưu chiểu tháng 9 năm 2018

Mã số ISBN:978-604-952-272-7