



BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

**TUYỂN TẬP CÁC BÁO CÁO**

# HỘI NGHỊ KHOA HỌC LẦN THỨ 21



Hà Nội, tháng 11 - 2014

## MỤC LỤC BÁO CÁO TIỂU BAN TRẮC ĐỊA

	<i>Trang</i>
<b>1. Nguyễn Danh Đức.</b> <i>Thành lập bản đồ thoái hóa đất tỉnh Đắk Lắk làm cơ sở để phát triển cây công nghiệp dài ngày</i>	3
<b>2. Hà Thị Mai.</b> <i>Thành lập bản đồ giáo khoa tương tác mạng</i>	12
<b>3. Bùi Ngọc Quý, Nguyễn Thị Mến, Cù Thị Thu Hà, Nguyễn Thị Thu Huyền.</b> <i>Xây dựng Atlas điện tử hỗ trợ công tác quản lý đất đai thành phố Hà Nội</i>	20
<b>4. Nguyễn Thế Công.</b> <i>Nghiên cứu các thuật toán xây dựng, biên tập và khai thác mô hình số địa hình</i>	29
<b>5. Trần Xuân Miến, Nguyễn Thị Dung.</b> <i>Ảnh hưởng của quá trình chuyển mục đích sử dụng đất trên địa bàn huyện Yên Dũng, tỉnh Bắc Giang</i>	35
<b>6. Đặng Nam Chinh, Nguyễn Xuân Tùng, Nguyễn Phúc Chính, Dương Mạnh Cường.</b> <i>Tính độ lệch dây dọi dựa trên mô hình trọng trường trái đất- EGM2008 và số cải chính độ nghiêng cục bộ của Geoid vào chênh cao xác định bằng công nghệ GPS động</i>	43
<b>7. Nguyễn Văn Cương, Lê Thị Thanh Tâm.</b> <i>Ảnh hưởng của việc xác định vận tốc âm đến số liệu đo sâu khi sử dụng mặt cắt vận tốc âm tại vị trí đo và sử dụng mặt cắt vận tốc âm trung bình khu vực</i>	50
<b>8. Phạm Quốc Khánh.</b> <i>Ứng dụng phương pháp phân tích hồi quy động trong dự báo biến dạng công trình</i>	59
<b>9. Nguyễn Văn Lâm.</b> <i>Xác định tọa độ và độ chênh dị thường trọng lực tại các điểm cắt nhau của các vết đo trọng lực trên tàu biển</i>	64
<b>10. Bùi Khắc Luyện, Nguyễn Quốc Long.</b> <i>Tính toán, phát hiện và loại trừ các dữ liệu đo trọng lực biển có chứa sai số thô trên khu vực xung quanh đảo Bạch Long Vĩ</i>	69
<b>11. Nguyễn Tiến Năng.</b> <i>Đề xuất phương pháp xác định hệ số chiết quang đứng theo phương pháp đứng dần</i>	76
<b>12. Nguyễn Quang Phúc, Nguyễn Việt Hà, Hoàng Thị Minh Hương, Nguyễn Thị Kim Thanh.</b> <i>Nghiên cứu khả năng ứng dụng GPS trong quan trắc chuyển dịch ngang công trình</i>	82
<b>13. Nguyễn Văn Sáng, Lê Thị Thanh Tâm.</b> <i>Một số kết quả nghiên cứu ứng dụng đo cao vệ tinh trên biển Đông</i>	91
<b>14. Lê Đức Tình, Nguyễn Hà, Trần Thùy Linh.</b> <i>Ứng dụng thuật toán truy hồi trong tối ưu thiết kế lưới quan trắc biến dạng</i>	99
<b>15. Dương Thành Trung, Trương Minh Hùng.</b> <i>Phương pháp lọc Kalman và phép làm trơn Rauch-Tung-Striebel</i>	104
<b>16. Lưu Anh Tuấn.</b> <i>Nghiên cứu ứng dụng Robust Kalman Filtering trong bình sai lưới trắc địa</i>	110

Auto regressive model shows the relationship between random variable and others. It is divided in two models including static model is linear units regressive, pluralism linear regressive and kinematic model. The content of this paper researchs kinematic regressive model and application of this analysis to estimate a subside of construction, establish model and compute the estimation of value from real data to demonstrate the reliability of this method.

*Người biên tập: TS. Nguyễn Việt Hà*

*Tuyển tập báo cáo Hội nghị Khoa học lần thứ 21, Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội, 14/11/2014*

## **XÁC ĐỊNH TỌA ĐỘ VÀ ĐỘ CHÊNH DỊ THƯỜNG TRỌNG LỰC TẠI CÁC ĐIỂM CẮT NHAU CỦA CÁC VẾT ĐO TRỌNG LỰC TRÊN TÀU BIỂN**

*Nguyễn Văn Lâm, Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

**Tóm tắt:** *Đo trọng lực trực tiếp trên biển bằng tàu là phương pháp có độ chính xác cao để xác định dị thường trọng lực biển đã được áp dụng tại nhiều nước trên thế giới. Ở Việt Nam, phương pháp này cũng mới bắt đầu được áp dụng. Tàu đo trọng quá trình di chuyển sẽ tiến hành đo giá trị trọng lực, các giá trị trọng lực sẽ tạo thành các vết đo và hình thành một mạng lưới trọng lực bao gồm nhiều vết đo cắt nhau. Mạng lưới trọng lực này được đánh giá độ chính xác dựa vào độ chênh dị thường trọng lực tại các điểm cắt nhau. Việc đánh giá độ chính xác của mạng lưới trọng lực được thực hiện theo các bước sau: Xác định vị trí điểm giao cắt; Tính toán giá trị độ chênh dị thường trọng lực tại điểm giao cắt; Đánh giá độ chính xác. Việc xác định chính xác vị trí và độ chênh dị thường trọng lực tại các điểm cắt nhau sẽ quyết định độ chính xác đo trọng lực. Bài báo đề xuất một phương pháp xác định tọa độ và độ chênh dị thường trọng lực tại các điểm cắt nhau trong mạng lưới đo trọng lực trực tiếp trên vùng biển Bạch Long Vỹ thuộc biển Đông.*

### **1. Đặt vấn đề**

Số liệu trọng lực biển đóng vai trò quan trọng trong việc thăm dò cấu trúc trong lòng đất, khai thác khoáng sản, nghiên cứu geoid, trường trọng lực của Trái đất... và nhiều mục đích khoa học khác.

Giá trị trọng lực đo trực tiếp trên biển được thực hiện bằng các loại tàu đo chuyên dụng, được trang bị các thiết bị đo trọng lực có độ chính xác cao, thiết bị định vị vệ tinh GPS và nhiều thiết bị chuyên dùng khác. Trước khi tiến hành đo trọng lực, các tàu đo trọng lực được thiết kế để di chuyển theo các hướng hoặc tuyến cố định (thông thường là các hướng có dạng thẳng) để tạo thành một mạng lưới các tuyến đo trọng lực giao cắt nhau.

Nếu trong quá trình di chuyển, tàu đo không chịu ảnh hưởng của các yếu tố ngoại cảnh (sóng, gió, ...), các tuyến sẽ tạo thành các đường thẳng và khi đó việc xác định tọa độ các điểm cắt nhau sẽ trở nên vô cùng đơn giản bằng việc xác định giao điểm của các đường thẳng (có chứa các điểm đo trọng lực) với nhau. Tuy nhiên thực tế không như vậy, trong quá trình di chuyển tàu đo luôn chịu ảnh hưởng của các yếu tố ngoại cảnh nên các tuyến đo không tạo thành một đường thẳng, do vậy không thể dùng cách trên để xác định vị trí điểm cắt nhau.

Việc mô phỏng các vết đo thành các phương trình toán học giống như trong tài liệu [1] hoặc thậm chí mô phỏng theo dạng hàm đa thức bậc 1 (có dạng tuyến thẳng) cũng không phù hợp trong việc xác định vị trí điểm cắt nhau đối với số liệu đo trọng lực trực tiếp bằng tàu. Bài báo đề xuất một phương pháp mới trong việc xác định vị trí điểm cắt nhau trong mạng lưới đo trọng lực trực tiếp bằng tàu trên biển.

Trong trắc địa vật lý, dị thường trọng lực tại một điểm được định nghĩa là hiệu số giữa giá trị trọng lực đo được tại điểm đó và giá trị trọng lực chuẩn trên Ellipsoid chuẩn. Do vậy độ chính xác của dị thường trọng lực cũng chính là độ chính xác của giá trị trọng lực.

## 2. Phương pháp xác định tọa độ và độ chênh dị thường trọng lực tại điểm giao cắt

Máy đo trọng lực kết hợp với máy thu GPS trên tàu đo sẽ xác định được tọa độ và giá trị trọng lực của một điểm đo.

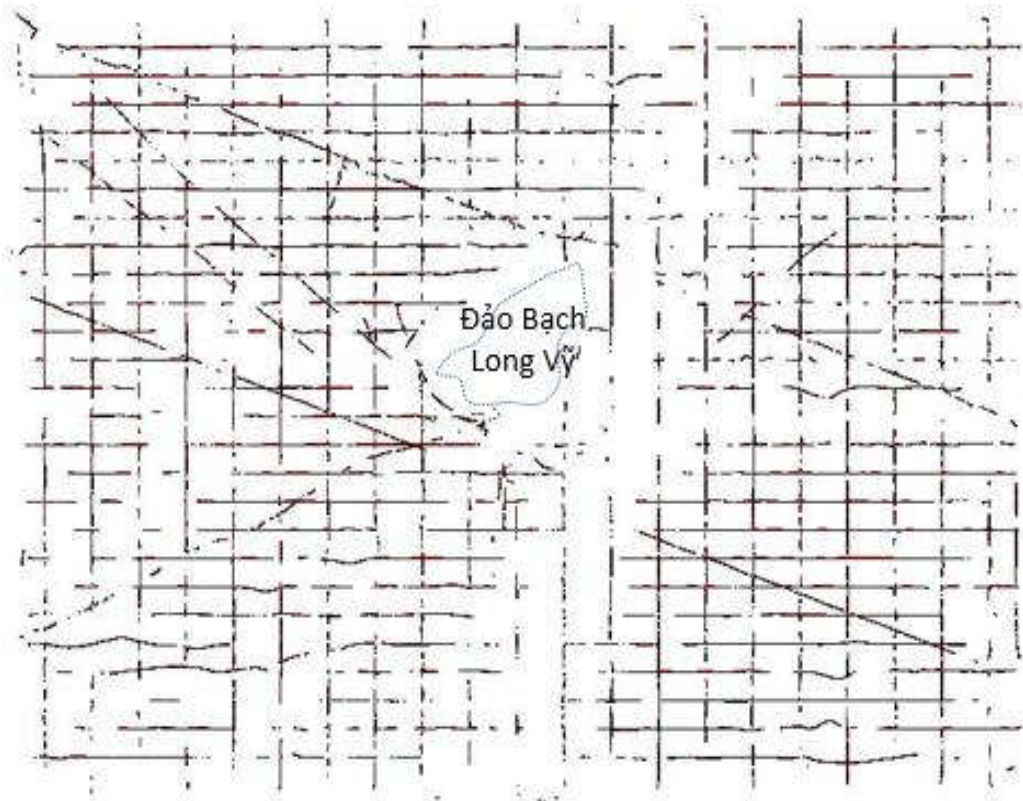
Sau khi hiệu chỉnh các số cải chính vào giá trị đo trọng lực và so sánh với giá trị trọng lực chuẩn  $\gamma$  tại điểm đo, ta thu được giá trị dị thường trọng lực tại một điểm, tại mỗi điểm đo trọng lực ta có giá trị tọa độ  $x, y$ ; dị thường trọng lực  $\Delta g$  và tên của điểm đo (hình 1).



Hình 1. Minh họa điểm đo trọng lực

Trong hình 1, ta có:

- Hình tròn biểu thị cho tọa độ của điểm đo trọng lực (tọa độ điểm nằm ở tâm vòng tròn);
- Thừa số ở phía trên biểu thị tên điểm đo;
- Thừa số ở phía dưới biểu thị giá trị dị thường trọng lực.

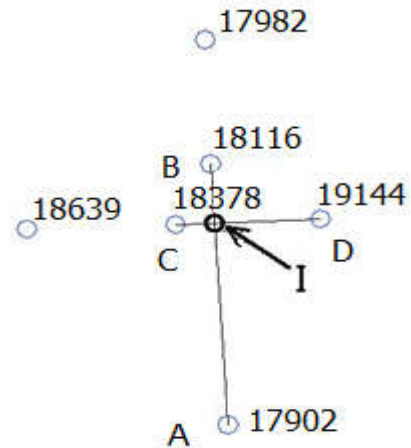


Hình 2. Mạng lưới điểm trọng lực đo bằng tàu biển (tỷ lệ 1:50.000)



Hình 2 minh họa mạng lưới trọng lực đo trực tiếp bằng tàu, mạng lưới này bao gồm các tuyến dọc, tuyến ngang và tuyến xiên tùy thuộc vào hướng di chuyển của tàu và mục đích đo đạc. Căn cứ vào thông tin đạo hàng của các điểm đo ta xác định được các điểm nằm trong các tuyến đo khác nhau. Các tuyến đo trong mạng lưới sẽ cắt nhau tại các điểm, các điểm này gọi là các điểm giao cắt trọng lực (hình 3).

Giả sử ta xét một tuyến ngang và một tuyến dọc giao nhau tại một điểm cắt nhau I (hình 3), như vậy tại một điểm cắt nhau sẽ có tối thiểu 02 giá trị dị thường trọng lực: một giá trị được nội suy từ tuyến ngang và một giá trị được nội suy từ tuyến dọc. Hai giá trị dị thường trọng lực được nội suy này là không bằng nhau và được gọi là độ chênh dị thường trọng lực tại điểm giao cắt.



Hình 3. Điểm cắt nhau của các tuyến đo trọng lực

### 2.1. Xác định vị trí điểm giao cắt trọng lực

Phương pháp tác giả đề xuất tận dụng được khả năng tính toán nhanh chóng của máy tính điện tử, thực hiện theo các bước như sau:

- Xét từng cặp điểm kề nhau của các tuyến đo;
- Xác định giao điểm của từng cặp điểm đó;
- Tìm vị trí điểm giao cắt phù hợp.

Ví dụ đối với hình 3, trên tuyến ngang ta xét cặp điểm 19144-18378, tuyến dọc ta xét cặp điểm 17902-18116; xác định giao điểm của 2 đường thẳng đi qua 2 cặp điểm này sẽ thu được tọa độ của điểm giao cắt; sau đó tiếp tục xét cặp điểm 19144-18378 và cặp điểm 18116-17982, tìm giao điểm của 2 đường thẳng đi qua 2 cặp điểm này, nếu không xác định được giao điểm thỏa mãn sẽ tiếp tục chuyển sang cặp điểm tiếp theo; tương tự lặp lại công việc này cho đến hết các điểm đo.

Tọa độ của điểm giao cắt sẽ là nghiệm của hai phương trình đường thẳng đi qua hai cặp điểm tương ứng của hai tuyến đo. Giả sử điểm A( $x_A, y_A, \Delta g_A$ ), điểm B( $x_B, y_B, \Delta g_B$ ) là hai điểm thuộc tuyến đo thứ j; điểm C( $x_C, y_C, \Delta g_C$ ), điểm D( $x_D, y_D, \Delta g_D$ ) là hai điểm thuộc tuyến đo thứ k (hình 3). Trong đó ( $x_n, y_n, \Delta g_n$ ) lần lượt là tọa độ và dị thường trọng lực tại điểm n ( $n = A, B, C, D$ ). Gọi I( $x_i, y_i$ ) là giao điểm của hai đường thẳng AB và CD.

Gọi phương trình đường thẳng đi qua hai cặp điểm AB và CD lần lượt có dạng như sau:

$$\begin{cases} a_1x + b_1y + c_1 = 0 \\ a_2x + b_2y + c_2 = 0 \end{cases}, \quad (1)$$

Khi đó tọa độ điểm I sẽ tính theo biểu thức:

$$\begin{cases} x_i = \frac{c_2b_1 - c_1b_2}{a_1b_2 - a_2b_1} \\ y_i = \frac{a_2c_1 - a_1c_2}{a_1b_2 - a_2b_1} \end{cases}; \quad (a_1b_2 \neq a_2b_1), \quad (2)$$

Trong đó các hệ số  $a_1, b_1, c_1, a_2, b_2, c_2$  tính theo các biểu thức sau:

$$\begin{cases} a_1 = y_B - y_A \\ b_1 = x_A - x_B \\ c_1 = y_Ax_B - x_Ay_B \end{cases}; \quad \begin{cases} a_2 = y_D - y_C \\ b_2 = x_C - x_D \\ c_2 = y_Cx_D - x_Cy_D \end{cases}, \quad (3)$$

### 2.2. Xác định độ chênh dị thường trọng lực tại điểm giao cắt

Gọi  $\Delta g_i, \Delta g'_i$  lần lượt là giá trị dị thường trọng lực được nội suy từ hai điểm thuộc tuyến đo chứa cặp điểm AB và cặp điểm CD cắt nhau tại điểm giao cắt I, hai giá trị này được nội suy tuyến tính tỷ lệ với khoảng cách từ điểm giao cắt I đến các điểm lân cận.

Vì A, B và I cùng nằm trên một đường thẳng nên ta có:

$$\begin{cases} ax_A + by_A = \Delta g_A \\ ax_B + by_B = \Delta g_B \\ ax_i + by_i = \Delta g_i \end{cases}, \quad (4)$$

Biến đổi biểu thức thứ nhất và thứ hai của (4) theo các hệ số a, b ta được:

$$a = \frac{\Delta g_{AYB} - \Delta g_{BYA}}{x_{AYB} - x_{BYA}}; \quad b = \frac{\Delta g_{AXB} - \Delta g_{BXA}}{y_{AXB} - y_{BXA}}, \quad (5)$$

Tương tự, do C, D và I cùng nằm trên một đường thẳng nên ta có:

$$\begin{cases} a'x_C + b'y_C = \Delta g_C \\ a'x_D + b'y_D = \Delta g_D \\ a'x_i + b'y_i = \Delta g'_i \end{cases}, \quad (6)$$

Biến đổi tương tự như biểu thức (6) theo các hệ số a', b' ta được:

$$a' = \frac{\Delta g_{CYD} - \Delta g_{DYC}}{x_{CYD} - x_{DYC}}; \quad b' = \frac{\Delta g_{CXD} - \Delta g_{DXC}}{y_{CXD} - y_{DXC}}, \quad (7)$$

Thay (5) vào biểu thức thứ ba của (4) và thay (7) vào biểu thức thứ ba của (6) ta nhận được hai giá trị dị thường trọng lực tại điểm giao cắt I được nội suy từ hai cặp điểm AB và CD theo công thức 8.

$$\begin{cases} \Delta g_i = \frac{\Delta g_{AYB} - \Delta g_{BYA}}{x_{AYB} - x_{BYA}} x_i + \frac{\Delta g_{AXB} - \Delta g_{BXA}}{y_{AXB} - y_{BXA}} y_i \\ \Delta g'_i = \frac{\Delta g_{CYD} - \Delta g_{DYC}}{x_{CYD} - x_{DYC}} x_i + \frac{\Delta g_{CXD} - \Delta g_{DXC}}{y_{CXD} - y_{DXC}} y_i \end{cases}, \quad (8)$$

Độ chênh dị thường trọng lực tại điểm giao cắt thứ i bằng:

$$dg_i = \Delta g_i - \Delta g'_i; \quad i = 1 \div n \quad (9)$$

Khi số lượng điểm giao cắt khá lớn, giá trị độ chênh dị thường trọng lực dg sẽ được sử dụng làm cơ sở để tiến hành đánh giá độ chính xác đo trọng lực theo nguyên tắc đánh giá độ chính xác các trị đo kép [5].

### 2.3. Thực nghiệm xác định tọa độ và độ chênh dị thường trọng lực tại các điểm giao cắt

Từ cơ sở lý thuyết được trình bày ở trên, tác giả đã tiến hành tính toán xác định vị trí điểm giao cắt của các vết đo trọng lực và tính toán độ chênh dị thường trọng lực đo trực tiếp bằng tàu biển. Tính toán thực nghiệm sử dụng giá trị tọa độ và dị thường trọng lực Bouger được đo trực tiếp bằng máy đo trọng lực ZLS Dynamic Gravity Meter D06 do hãng ZLS Corporation sản xuất năm 2005 và đã được hiệu chỉnh một số nguồn sai số [3]; được thực hiện bởi Phân viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ phía Nam - Viện Khoa học Đo đạc và Bản đồ - Bộ Tài nguyên và Môi trường vào khoảng thời điểm từ tháng 8 đến tháng 12 năm 2007. Số liệu đo được tiến hành trên khu vực biển Bạch Long Vỹ thuộc biển Đông. Kết quả được thể hiện trên bảng 1.

Bảng 1. Tọa độ và độ chênh dị thường trọng lực tại các điểm giao cắt

Điểm giao cắt	Tọa độ x (m)	Tọa độ y (m)	Độ chênh dị thường trọng lực dg (mgal)
GC-1	2220182,2878	773962,6115	-5,4207
GC-2	2222572,3554	773964,7764	1,0406
GC-3	2223201,7353	773952,1079	0,9175
...	...	...	...
GC-447	2233975,3718	777839,1374	-4,6015
GC-448	2233984,5748	775509,7075	-1,2821
GC-449	2234577,0324	776352,2745	-9,9811

### 3. Kết luận

Phương pháp được tác giả đề xuất dựa trên việc ứng dụng tốc độ tính toán nhanh chóng của máy tính điện tử và trên cơ sở ứng dụng lý thuyết toán học cơ bản nên cho độ chính xác cao trong việc xác định tọa độ và độ chênh dị thường trọng lực tại các điểm cắt

nhau trong mạng lưới đo trọng lực trực tiếp;

Phương pháp này có thể xác định tọa độ và độ chênh dị thường trọng lực cho các điểm đo trọng lực theo tuyến đo cắt nhau bằng tàu hoặc số liệu đo trọng lực bằng máy bay hoặc vệ tinh;

Quy trình tính toán đơn giản, hoàn toàn có thể xây dựng thành chương trình tính toán, tự động xác định tọa độ và độ chênh dị thường trọng lực tại các điểm cắt nhau của mạng lưới trọng lực.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. 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, trường Đại học Mỏ – Địa Chất, số 41, Hà Nội. Tr. 43-47.
- [2]. Cheinway Hwang and Barry Parsons, 1995. Gravity anomalies derived from Seasat, Geosat, ERS-1 and TOPEX/POSEDON altimetry and ship gravity: a case study over the Reykjanes Ridge. Department of Earth Science, Oxford University, Parks Road, Oxford 3PR, UK.
- [3]. Nguyễn Phúc Hồng, 2013. Nghiên cứu sử dụng máy đo trọng lực biển Micro-G Lacoste Air-Sea System II và khả năng ứng dụng số liệu đo trọng lực biển ở Việt Nam, Luận văn Thạc sĩ kỹ thuật, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
- [4]. David T.Sandwell; Walter H.F.Smith, 1997. Marine gravity anomaly from Geosat and ERS1 Satellite altimetry. Institute of Geophysics and Planetary Physics, Scripps Institute of Oceanography, University of California, La Jolla; Geosience Laboratory, NOAA, Silver Spring, Maryland.
- [5]. Hoàng Ngọc Hà, Trương Quang Hiếu, 2003. Cơ sở toán học xử lý số liệu trắc địa. Nhà xuất bản Giao thông vận tải.

## SUMMARY

### **Determine coordinate and difference of gravity anomaly at crossover points on gravity lines by ship**

**Nguyen Van Lam, Ha Noi University of Mining and Geology**

Gravity surveying on the sea by ship is a high precision method to determine marine gravity anomaly have applied in many countries in the world. This method is first applied in Viet Nam. The ship survey gravity measurements and makes gravity lines and creates the gravity network. This network include coordinates and gravity anomaly of cross-over points. This gravity network have assessed base on difference of gravity anomaly at cross-over points. Accuracy of the gravity network have assessed the following steps: Determine coordinate of cross-over points; Calculate difference of gravity anomaly at crossover points and assess accuracy marine gravity. This paper proposes a new method for determining coordinates and difference of gravity anomaly at cross-over points in the gravity network on the East Sea.

---

*Người biên tập: PGS.TS. Đặng Nam Chính*