

**BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG HÀ NỘI**

**HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA  
PHÁT TRIỂN VÀ QUẢN LÝ BỀN VỮNG  
TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG:  
TỪ MIỀN NÚI TỚI VEN BIỂN**

**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ  
HÀ NỘI - 2023**

# XÁC ĐỊNH CÁC CẤU TRÚC LIÊN QUAN ĐẾN ĐỜI KHOÁNG HÓA VÀNG ẨN SÂU KHU VỰC NÔNG SƠN - ĐÀ NẴNG THEO TÀI LIỆU ĐỊA VẬT LÝ

Đỗ Minh Phương<sup>1</sup>, Bùi Minh Thành<sup>1</sup>, Phan Thị Hồng<sup>2</sup>, Nguyễn Văn Sang<sup>1</sup>  
Nguyễn Nguyễn Vương<sup>1</sup>, Nguyễn Hoàng Dương<sup>1</sup>, Lại Thế Vinh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Liên đoàn Vật lý Địa chất

<sup>2</sup>Trường Đại học Mỏ - Địa chất

## Tóm tắt

Bài báo trình bày các kết quả nghiên cứu ứng dụng phương pháp đánh giá đặc trưng thống kê trong cửa sổ thích nghi dạng “động” và giải ngược 3D của Petrov trên tài liệu trường thế kết hợp hệ số tương quan giữa nguyên tố phóng xạ Thori và Kali để khoanh định các cấu trúc liên quan đến đời khoáng hóa vàng ẩn sâu khu vực Nông Sơn - Đà Nẵng. Hệ thống đứt gãy trong khu vực nghiên cứu được xác định bởi các dải giá trị cực đại kéo dài của thuộc tính thống kê trường thế. Hệ thống đứt gãy trong khu vực phát triển chủ yếu theo phương Đông Bắc - Tây Nam, Tây Bắc - Đông Nam và Á vĩ tuyến. Diện phân bố và độ sâu phân bố đời khoáng hóa vàng ẩn sâu được xác định theo phương pháp giải ngược 3D của Petrov, đặc trưng thống kê, hệ số tương quan giữa nguyên tố phóng xạ Thori và Kali ( $r = 0,4-0,6$ ), kết hợp với sơ đồ phân bố hệ thống đứt gãy trong khu vực nghiên cứu. Diện phân bố của đời khoáng hóa vàng tập trung chủ yếu ở phía Tây Nam và phía Nam với độ sâu phân bố từ 500-2.000 m. Các kết quả này sẽ giúp cho các nhà địa chất, các nhà địa vật lý có thông tin về vị trí các mỏ khoáng sản vàng tiềm năng và đưa ra các phương pháp địa vật lý chi tiết, phương pháp địa chất để đánh giá nguồn gốc thành tạo mỏ khoáng sản vàng khu vực Nông Sơn - Đà Nẵng.

**Từ khoá:** Nông Sơn - Đà Nẵng; Vàng ẩn sâu; Trường thế; Phóng xạ; Thống kê; Giải ngược 3D.

## Abstract

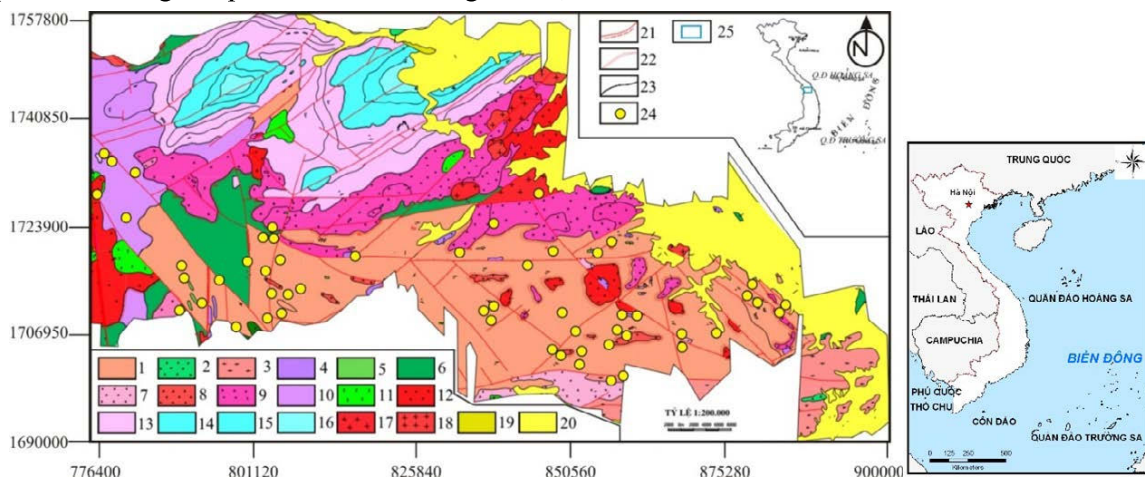
### *Determination of structures related to the deeply buried gold mineral region in Nong Son - Da Nang area according to geophysical documents*

This paper presents the research results of applying the evaluating the statistical characteristics in the adaptive window of the “live” form and 3D inversion of Petrov on the potential field data combined with combine the correlation coefficient between Kalium and Thorium radioactive content to localize and identify structures related to the deeply buried gold mineral region in the area of Nong Son - Da Nang. The fault system in the study area is determined by the extended extreme values of the statistical characteristics of the potential field. The fault system in the area develops mainly in the Northeast - Southwest, Northwest - Southeast and sub-latitude directions. The distribution area and depth of deeply buried gold mineral region formation were determined by Petrov's 3D inversion method, statistical characteristics, correlation coefficient between Kalium and Thorium radioactive content ( $r = 0.4-0.6$ ), combined with the distribution diagram of the fault system in the study area. The distribution of gold minerals is mainly in the Southwest and South, with a depth of formation from 500-2000 m. These results will help geologists and geophysicists to have information about the location of potential gold mineral deposits and provide suitable geophysical and geological methods to assess the origin of gold mineral mines formation in the Nong Son - Da Nang.

**Keywords:** Nong Son - Da Nang; Deeply buried gold; Potential field; Radiation; Statistics; 3D inversion.

## 1. Giới thiệu

Vùng nghiên cứu là khu vực Nông Sơn - Đà Nẵng, nằm ở khu vực miền Trung Việt Nam, khu vực được giới hạn bởi tọa độ X từ 776.400 m đến 9.000.000 m, tọa độ Y từ 1.690.000 m đến 1.757.800 m. Đây là khu vực có cấu trúc địa chất phức tạp (Hình 1), cụ thể: Ở trung tâm và phía Nam khu vực nghiên cứu được đặc trưng bởi hệ tầng Khâm Đức - Núi Vú, hệ tầng được khổng chế bởi các hệ thống đứt gãy á vĩ tuyến Rào Quán - A Lưới, Tam Kỳ - Hiệp Đức và Trà Bồng - Trà My. Phía Tây Bắc đặc trưng bởi hệ tầng A Vương, Sông Bung, Nông Sơn, Bàn Cờ. Phía Bắc đặc trưng bởi hệ tầng Khe Rèn và Hữu Cảnh, đồng thời tại khu vực này còn xuất hiện các đá magma bao gồm: Phức hệ Tà Vi là những thấu kính nhỏ, phức hệ Chu Lai nằm dọc theo đứt gãy Trà Bồng - Trà My có phương phát triển theo hướng Đông - Tây. Phía Bắc, Tây Bắc đặc trưng bởi phức hệ Hiệp Đức bao gồm các thể dạng thấu kính nhỏ, đồng thời trong khu vực còn tồn tại phức hệ Bến Giằng - Quế Sơn, phức hệ Đại Lộc có diện lộ dọc theo đứt gãy phương Đông Bắc - Tây Nam. Phía Nam đặc trưng bởi phức hệ trà Bồng. Còn lại các phức hệ Chà Val, Hải Vân, Đèo Cả có diện tích phân bố không lớn phân bố rải rác trong khu vực.



**Hình 1: Vị trí khu vực nghiên cứu và sơ đồ cấu trúc địa chất khu vực Nông Sơn - Đà Nẵng tỷ lệ 1:200.000**

1- Hệ tầng Khâm Đức - Núi Vú; 2- Phức hệ Tà Vi; 3- Phức hệ Chu Lai; 4- Phức hệ Hiệp Đức; 5- Phức hệ Núi Ngọc; 6- Hệ tầng A Vương; 7- Phức hệ Trà Bồng; 8- Phức hệ Đại Lộc; 9- Phức hệ Bến Giằng - Quế Sơn; 10- Hệ tầng Sông Bung; 11- Phức hệ Cha Val; 12- Phức hệ Hải Vân; 13- Hệ tầng Nông Sơn; 14- Hệ tầng Bàn Cờ; 15- Hệ tầng Khe Rèn; 16- Hệ tầng Hữu Cảnh; 17- Phức hệ Đèo Cả; 18- Phức hệ Bà Nà; 19- Hệ tầng Ái Nghĩa; 20- Trầm tích Đệ Tứ không phân chia; 21- Đứt gãy; 22- Đới biến đổi; 23- Ranh giới địa chất; 24- Điểm quặng hoá vàng; 25- Vị trí khu vực nghiên cứu.

Theo báo cáo tổng kết của Nguyễn Trường Lưu và nnk. (2000, 2014) [1, 2], Nguyễn Xuân Sơn và nnk. (2000) [3] đã đưa ra kết quả trong khu vực đa dạng và phong phú về khoáng sản các loại, trong đó nổi bật nhất là khoáng hóa vàng (Hình 1). Nhiều mỏ và điểm quặng đã được phát hiện, nghiên cứu, đánh giá, trong đó một số mỏ đã được đưa vào khai thác và các điểm quặng này được đặc trưng bởi các trường dị thường địa vật lý mà chúng ta quan sát được trên bề mặt. Và sự biến đổi tính chất vật lý của đá là điều kiện tiên quyết để thăm dò các mục tiêu địa chất bằng tổ hợp các phương pháp địa vật lý. Quặng hóa trong khu vực thường có mật độ cao (2,66-2,84 g/cm<sup>3</sup>), có độ từ cảm thấp (7,3-7,5×10<sup>-3</sup>SI), nhóm đá này có sự khác biệt rõ ràng với đá xâm nhập, đá granit, Paleozoi và Jurra muộn [4].

Tuy nhiên, cho đến hiện nay trong khu vực chưa có công trình nghiên cứu nào xử lý tổng hợp và đánh giá tiềm năng khoáng hoá vàng ẩn sâu theo kết quả phân tích tài liệu địa vật lý. Vì vậy, việc xác định các cấu trúc liên quan đến khoáng hóa vàng ẩn sâu trên cơ sở phân tích tài liệu địa vật lý khu vực Nông Sơn - Đà Nẵng hoàn toàn xuất phát từ những đòi hỏi của thực tế khách quan.

Các ranh giới cấu trúc địa chất sâu được nhóm tác giả xác định bởi các dải giá trị cực đại thuộc tính thống kê trường thế (trường dị thường từ và dị thường trọng lực) ở các kích thước cửa sổ thích nghi dạng “động” tăng dần [5, 6, 7, 8]. Diện phân bố và độ sâu các khoáng hóa vàng được phân tích tổng hợp từ kết quả đánh giá thuộc tính thống kê trường thế, kết quả đánh giá tương quan giữa hàm lượng phóng xạ Thori và Kali, kết hợp với giải ngược 3D trường thế [9, 10] trên khu vực nghiên cứu.

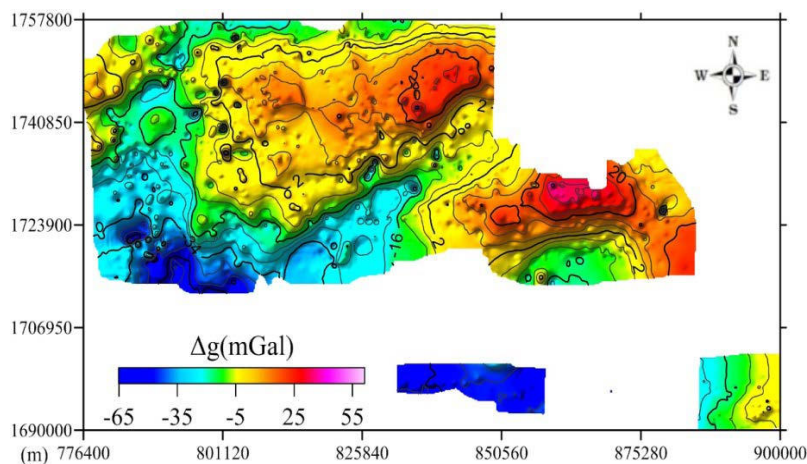
## 2. Cơ sở tài liệu

### 2.1. Nguồn số liệu sử dụng

Trong bài báo nhóm tác giả sử dụng nguồn số liệu dị thường trọng lực Bughe tỷ lệ 1:100.000 (Hình 2), dị thường từ hàng không tỷ lệ 1:50.000 (Hình 3) và nguồn số liệu phóng xạ tỷ lệ 1:50.000 (Hình 4) bao gồm: Cường độ gamma (Hình 4a), hàm lượng Kali (Hình 4b), hàm lượng Thori (Hình 4c), hàm lượng Urani (Hình 4d) được thu thập từ Liên đoàn vật lý địa chất [1, 2, 3].

### 2.2. Nguồn số liệu dị thường trọng lực Bughe

Nguồn số liệu dị thường trọng lực Bughe (Hình 2) được đo trên mặt đất tỷ lệ 1:100.000 với độ chính xác đo ghi từ 0,1-0,25 mGal [1, 2, 3], sau khi hiệu chỉnh độ cao, hiệu chỉnh lớp giữa với mật độ  $\delta_{lg} = 2,67 \text{ g/cm}^3$  và hiệu chỉnh địa hình theo phương pháp Prisivanco L.N. [11].



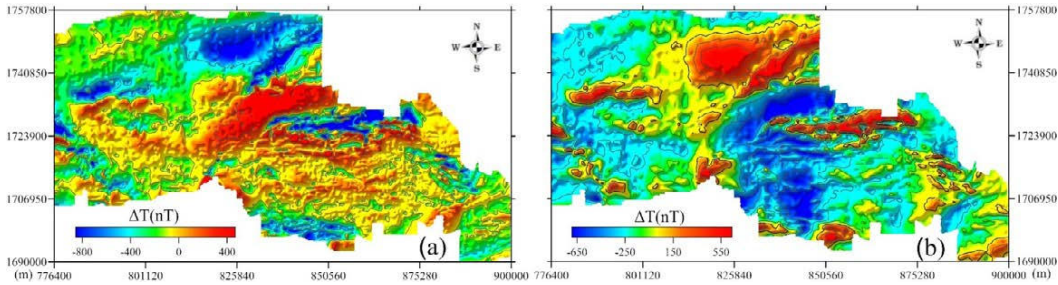
**Hình 2: Sơ đồ đẳng trị trường dị thường trọng lực Bughe khu vực Nông Sơn - Đà Nẵng tỷ lệ 1:100.000**

Quan sát Hình 2 cho thấy giá trị dị thường trọng lực Bughe trong khu vực nghiên cứu thay đổi từ (-65)-60 mGal với xu hướng chính chủ yếu theo phương Đông Bắc - Tây Nam. Trong khu vực tồn tại dải dị thường âm kéo dài theo phương Đông Bắc - Tây Nam với biên độ từ (-20)-(-5) mGal phân cắt khối dị thường dương thành hai khối riêng biệt ở phía Tây Bắc và phía Đông Nam với biên độ từ 10-60 mGal. Phía Tây Nam và phía Nam khu vực đặc trưng bởi dải dị thường âm với biên độ thay đổi từ (-65)-(-10) mGal. Đồng thời trong khu vực còn xuất hiện nhiều khối dị thường địa phương cục bộ kích thước nhỏ với biên độ thay đổi từ (-10)-10 mGal, tập trung chủ yếu ở phía Tây Nam và phía Nam khu vực nghiên cứu.

### 2.3. Nguồn số liệu dị thường từ

Nguồn số liệu dị thường từ (Hình 3a) được đo bằng máy MAP-4 có độ nhạy  $\pm 1$  nT, sử dụng bộ bù thành phần từ trường không đổi của máy bay, sai số đo ghi là  $\pm 10.5$  nT [1, 2, 3].

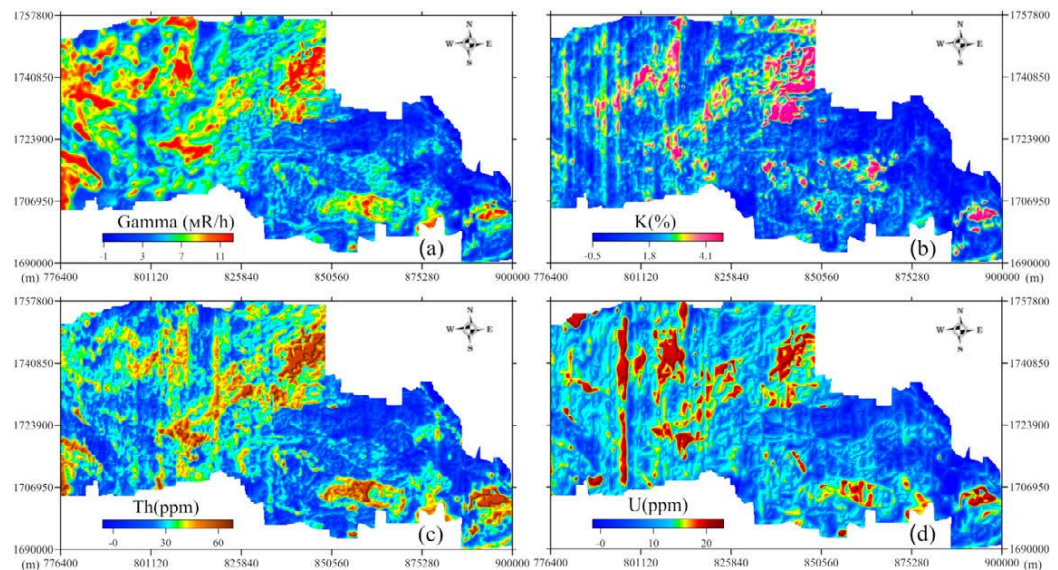
Khu vực nghiên cứu nằm ở vùng trường có góc nghiêng từ  $I = 17,5^\circ$ , góc lệch từ  $D = -0,6^\circ$  theo IGRE-NOAA năm 2000 [12]. Để khắc phục sự phụ thuộc của trường từ vào góc nghiêng từ và góc lệch từ, nhóm tác giả chuyển trường dị thường từ về cực bằng phần mềm thương mại Geosoft [13] và nhận được kết quả trường dị thường từ chuyển về cực thể hiện trên Hình 3b.



**Hình 3: Sơ đồ đẳng trị trường dị thường từ tại mặt quan sát (a) và dị thường từ sau khi quy từ về cực với góc lệch từ  $D = -0,5^\circ$  và góc nghiêng từ  $D = 17,5^\circ$  (b) khu vực Nông Sơn - Đà Nẵng tỷ lệ 1:50.000**

Quan sát Hình 3b cho thấy trường dị thường từ khu vực nghiên cứu có dải biên độ thay đổi từ  $(-700)$ - $600$  nT. Trong khu vực có dải dị thường từ âm lớn với biên độ từ  $(-700)$  -  $(-250)$  nT theo phương Đông Bắc - Tây Nam phân chia thành 02 khối dị thường dương riêng biệt ở phía Tây Bắc và phía Đông Nam với biên độ thay đổi từ  $150$ - $600$  nT và đặc trưng cấu trúc này hoàn toàn trùng với xu hướng trường dị thường trọng lực thể hiện trên Hình 2. Đồng thời trong khu vực còn xuất hiện nhiều khối dị thường từ dương cục bộ địa phương với biên độ thay đổi từ  $100$ - $250$  nT, tập trung ở phía Tây Nam và phía Nam khu vực nghiên cứu.

### 2.4. Nguồn số liệu phóng xạ



**Hình 4: Sơ đồ đẳng trị cường độ phóng xạ gamma (a); Sơ đồ đẳng trị hàm lượng Kali (b); Sơ đồ đẳng trị hàm lượng Thori (c); Sơ đồ đẳng trị hàm lượng Urani; (d) Khu vực Nông Sơn - Đà Nẵng sau khi loại bỏ nhiễu tuyến bay tỷ lệ 1:50.000**

### 3. Phương pháp nghiên cứu

#### 3.1. Hệ phương pháp khoan vùng triển vọng khoáng hóa vàng ẩn sâu

Để khoan vùng triển vọng khoáng hóa vàng ẩn sâu khu vực Nông Sơn - Đà Nẵng, nhóm tác giả sử dụng tổ hợp hai phương pháp: Phương pháp đánh giá thuộc tính thống kê ở các kích thước cửa sổ thích nghi dạng “động” tăng dần của trường thế để xác định ranh giới các hệ thống đứt gãy sâu [5, 6, 7, 8] và phương pháp đánh giá mối tương quan giữa hàm lượng phóng xạ Thori và Kali để khoan vùng ranh giới các vùng triển vọng khoáng hóa vàng.

##### 3.1.1. Phương pháp xác định hệ thống đứt gãy kiến tạo

Trong bài báo, nhóm tác giả sử dụng phương pháp đánh giá thuộc tính thống kê dị thường trường thế trong các cửa sổ trượt dạng “động” để xác định ranh giới các hệ thống đứt gãy kiến tạo và đánh giá xu hướng cấu trúc địa chất trong khu vực nghiên cứu. Hệ thống đứt gãy được xác định bởi các dải giá trị cực đại kéo dài dạng tuyến tính của thuộc tính phương sai dị thường trường thế [5, 6, 7, 8].

Thuộc tính phương sai của trường thế được xác định theo công thức toán học như sau:

$$D = \sigma^2 = \frac{1}{n} \cdot \frac{1}{m} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m (\Delta f_{ij} - \overline{\Delta f})^2 \quad (1)$$

trong đó:  $D(\sigma^2)$  là giá trị phương sai của dị thường trường thế ( $\text{mGal}^2$  hoặc  $\text{nT}^2$ );  $\Delta f_{ij}$  là giá trị dị thường trường thế tại điểm đo thứ  $i$  tuyến  $j$ ;  $\overline{\Delta f}$  là giá trị trung bình dị thường trường thế;  $n$  là số tuyến đo,  $m$  là số điểm đo trên tuyến.

##### 3.1.2. Phương pháp xác định hệ số tương quan giữa các nguyên tố phóng xạ

Xác định hệ số tương quan giữa hai nguyên tố phóng xạ (Thori và Kali) trên diện tích giúp cho chúng ta khoan định các vùng có hay không tương quan với nhau, để từ đó khoan định các vùng triển vọng khoáng sản.

Hệ số tương quan giữa hai nguyên tố phóng xạ được xác định theo công thức [7]:

$$r_{xy} = \frac{1}{n \cdot \sigma_x \cdot \sigma_y} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad (2)$$

trong đó:  $\bar{x}, \bar{y}, \sigma_x, \sigma_y$  tương ứng là giá trị trung bình, độ lệch chuẩn của giá trị  $x$  và  $y$ .

Hệ số tương quan của Spearman được tính theo công thức:

$$\rho_{XY} = \frac{6 \sum_{i=1}^n (r_i^x - r_i^y)}{(n^3 - n)} \quad (3)$$

trong đó:  $r_i^x, r_i^y$  là thứ hạng của giá trị  $X, Y$  tương ứng với giá trị của hai nguyên tố.

#### 3.2. Phương pháp xác định độ sâu phân bố khoáng hóa vàng ẩn sâu

Để xác định các độ sâu phân bố khoáng hóa vàng ẩn sâu trong khu vực nghiên cứu, nhóm tác giả sử dụng phương pháp giải ngược 3D của Petrov dị thường trường thế để xác định tham số mật độ và độ từ cảm của đất đá. Ưu điểm nổi bật của phương pháp này là chúng ta có thể xác định nhanh và chính xác mật độ của các đối tượng bất đồng nhất liên quan đến quặng khoáng hóa ẩn sâu [9, 10].

Giá trị mật độ dư (độ từ cảm dư) của các khối bất đồng nhất được xác định theo phương pháp giải ngược dị thường dư theo công thức (4) ở các cửa sổ lọc thích nghi dạng “động”, dị thường dư được xác định liên tục từ kích thước cửa sổ  $3 \times 3$  điểm;  $5 \times 5$  điểm;  $N/2 \times N/2$  điểm.

$$\Delta\sigma(\omega_1, \omega_2, Z) = \Delta f(\omega_1, \omega_2, 0) \cdot K \cdot \frac{S(\omega_1, \omega_2, Z)}{\int_{z=0}^{\infty} S(\omega_1, \omega_2, Z) \cdot e^{-K \cdot S} dz} \quad (4)$$

trong đó:  $\omega_1, \omega_2$  lần lượt là số sóng theo trục  $ox$  và trục  $oy$ ;  $K = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2}$  là tần số hướng tâm;  $\Delta f(\omega_1, \omega_2, 0)$  là dị thường trường thế quan sát (dị thường trọng lực hoặc dị thường từ);  $S(\omega_1, \omega_2, Z)$  là phổ tần số phụ thuộc vào độ sâu;  $\Delta\sigma(\omega_1, \omega_2, Z)$  là giá trị mật độ dư (hoặc độ từ cảm dư) ở độ sâu  $Z$ .

Sau khi tính giá trị mật độ dư (độ từ cảm dư), nhóm tác giả chuyển đổi sang mật độ thật (độ từ cảm thật) của đất đá theo hàm thay đổi tuyến tính theo độ sâu.

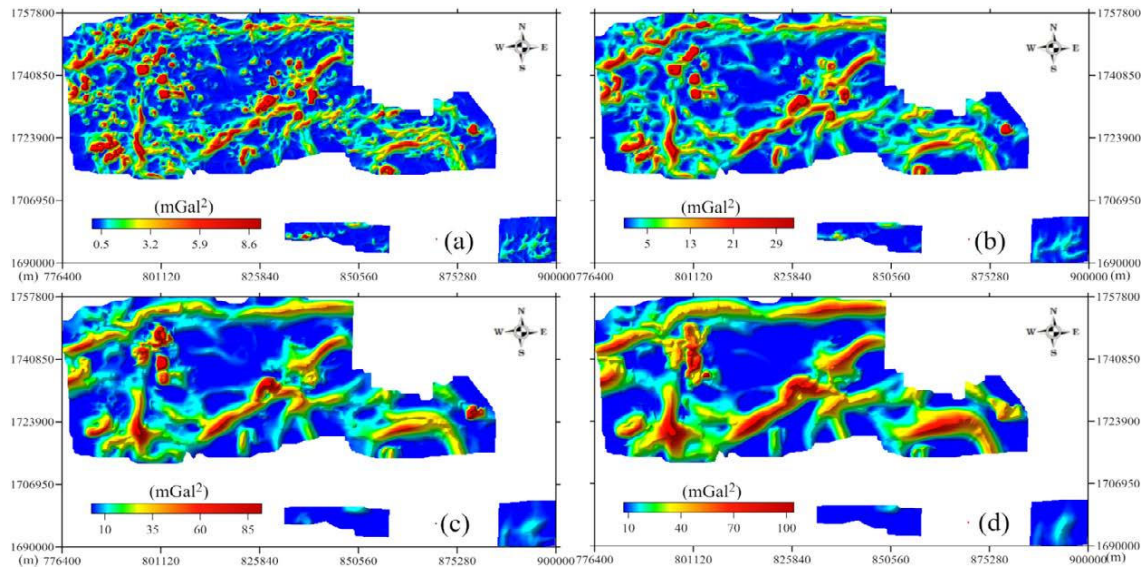
#### 4. Kết quả nghiên cứu

##### 4.1. Kết quả khoan vùng triển vọng khoáng hóa vàng ẩn sâu

###### 4.1.1. Kết quả xác định hệ thống đứt gãy kiến tạo

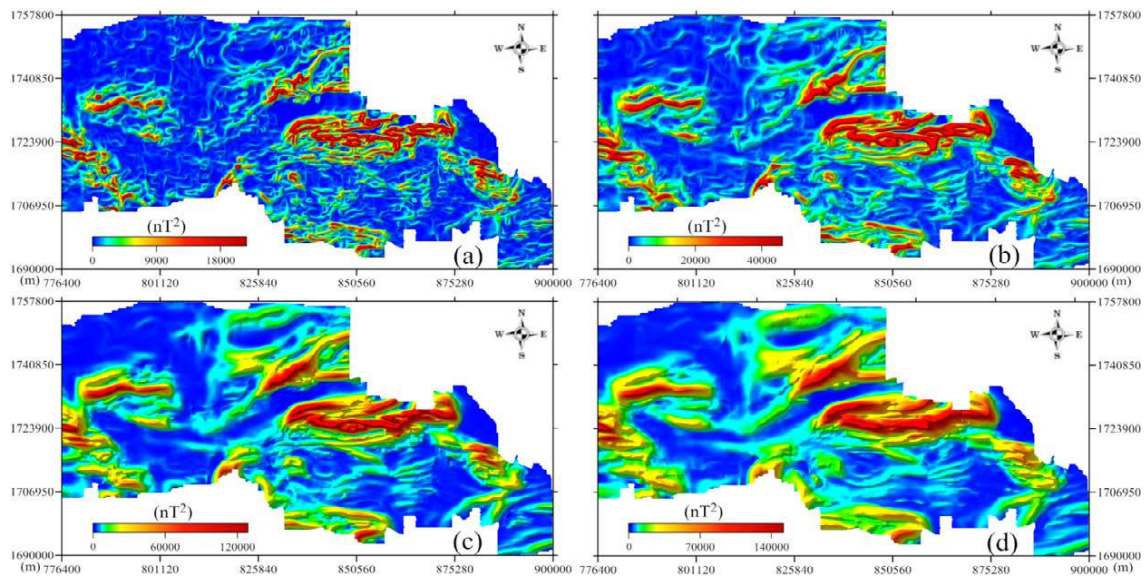
Để đánh giá các cấu trúc địa chất liên quan đến triển vọng khoáng hóa vàng ẩn sâu trong khu vực nghiên cứu, nhóm tác giả đánh giá thuộc tính phương sai trường dị thường trọng lực và trường dị thường từ theo công thức (1) với các kích thước cửa sổ dạng “động” tăng dần, tương ứng ở các độ sâu khác nhau  $z = 0 \text{ m}$ ;  $z = 720 \text{ m}$ ;  $z = 1.560 \text{ m}$ ;  $z = 2.280 \text{ m}$  và nhận được kết quả thể hiện trên Hình 5, 6.

###### a. Kết quả đánh giá thuộc tính phương sai trường dị thường trọng lực



**Hình 5: Kết quả đánh giá thuộc tính phương sai trường dị thường trọng lực ở mặt quan sát  $z = 0 \text{ m}$  (a), ở độ sâu  $z = 720 \text{ m}$  (b), ở độ sâu  $z = 1.560 \text{ m}$  (c), ở độ sâu  $z = 2.280 \text{ m}$  (d) khu vực Nông Sơn - Đà Nẵng**

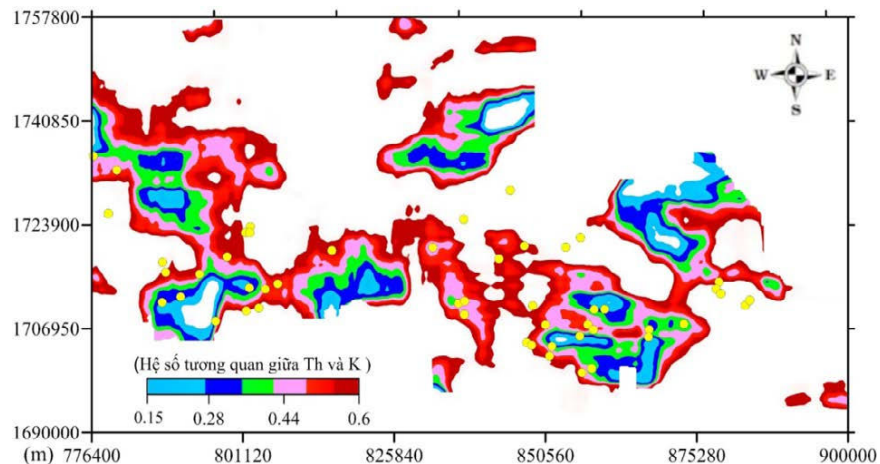
###### b. Kết quả đánh giá thuộc tính phương sai trường dị thường từ



**Hình 6: Kết quả đánh giá thuộc tính phương sai trường dị thường từ ở mặt quan sát  $z = 0 \text{ m}$  (a), ở độ sâu  $z = 720 \text{ m}$  (b), ở độ sâu  $z = 1.560 \text{ m}$  (c), ở độ sâu  $z = 2.280 \text{ m}$  (d), khu vực Nông Sơn - Đà Nẵng**

#### 4.1.2. Kết quả đánh giá mối tương quan giữa hàm lượng phóng xạ của Thori và Kali

Do đặc tính phân rã liên tục của nguyên tố Urani thành nguyên tố Thori và Kali, nên trong bài báo này nhóm tác giả chỉ xét hệ số tương quan giữa hai nguyên tố Thori và Kali, hệ số tương quan được tính theo công thức (2) và nhận được kết quả thể hiện trên Hình 7.



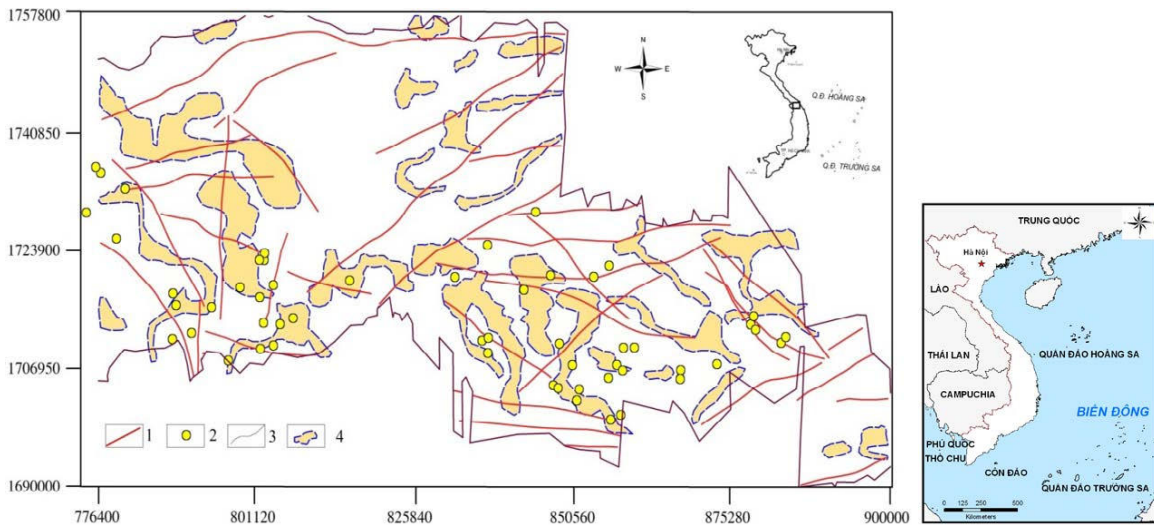
**Hình 7: Hệ số tương quan giữa hàm lượng Thori và Kali khu vực Nông Sơn - Đà Nẵng**

#### 4.1.3. Kết quả khoan vùng triển vọng khoáng hóa vàng ẩn sâu

Hệ thống đứt gãy trong khu vực được xác định bằng dải cực đại kéo dài của thuộc tính phương sai trường dị thường trọng lực (Hình 5) được thể hiện bởi dải màu đỏ kết hợp với dải cực đại kéo dài của thuộc tính phương sai trường dị từ (Hình 6) được thể hiện bởi dải màu đỏ. Kết quả xác định hệ thống đứt gãy trong khu vực được thể hiện trên Hình 8.

Các vùng có tiềm năng khoáng hóa cao được khoan định theo hệ số tương quan hàm lượng Thori và Kali ( $r$  từ 0,4-0,6) (Hình 7) kết hợp với các điểm khoáng hóa vàng đã xuất lộ trên bề mặt. Kết quả khoan định các cấu trúc liên quan đến khoáng hóa vàng được thể hiện trên Hình 8.





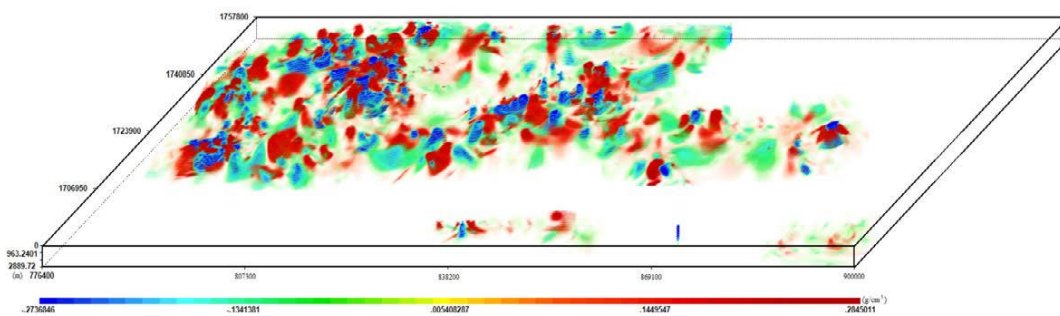
**Hình 8: Kết quả khoan định các cấu trúc liên quan đến khoáng hóa vàng ẩn sâu khu vực Nông Sơn - Đà Nẵng. 1- Đứt gãy; 2 - Điểm khoáng hóa vàng; 3 - Ranh giới khu vực nghiên cứu; 4 - Vùng triển vọng cao khoáng hóa vàng**

Quan sát Hình 8 cho thấy hệ thống đứt gãy chính trong khu vực chủ yếu phát triển theo phương Đông Bắc - Tây Nam, Tây Bắc - Đông Nam và á vĩ tuyến. Khu vực phía Tây và phía Đông được đặc trưng bởi sự giao nhau của các hệ thống đứt gãy á vĩ tuyến và Tây Bắc - Đông Nam, Đông Bắc - Tây Nam tạo nên các cấu trúc địa chất phức tạp, hình thành các cấu trúc có tiềm năng khoáng hóa vàng và đã xuất lộ trên bề mặt địa hình. Khu vực phía Bắc và trung tâm đặc trưng bởi hệ thống đứt gãy lớn mang tính chất phân miền, hình thành nên các khối bất đồng nhất mang tính chất khu vực, phương phát triển của các hệ thống đứt gãy này chủ yếu theo phương á vĩ tuyến và Đông Bắc - Tây Nam. Các hệ thống đứt gãy khu vực phía Nam chủ yếu phát triển theo phương á vĩ tuyến.

#### 4.2. Kết quả xác định độ sâu phân bố khoáng hóa vàng ẩn sâu

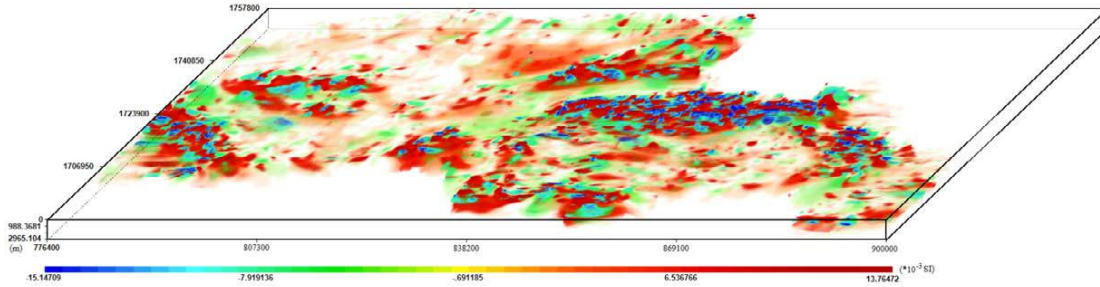
Phương pháp giải ngược 3D trường dị thường trọng lực (trường dị thường từ) của Petrov theo công thức (4) được nhóm tác giả sử dụng để xác định giá trị mật độ dư (độ từ cảm dư) theo độ sâu nghiên cứu và trong bài báo này nhóm tác giả xác định sự phân bố mật độ dư (độ từ cảm dư) đến độ sâu 2.800 m.

##### 4.2.1. Kết quả xác định mật độ dư theo không gian 3D



**Hình 9: Phân bố giá trị mật độ dư theo kết quả giải ngược 3D trường dị thường trọng lực Bughe khu vực Nông Sơn - Đà Nẵng**

#### 4.2.2. Kết quả xác định độ từ cảm dư theo không gian 3D

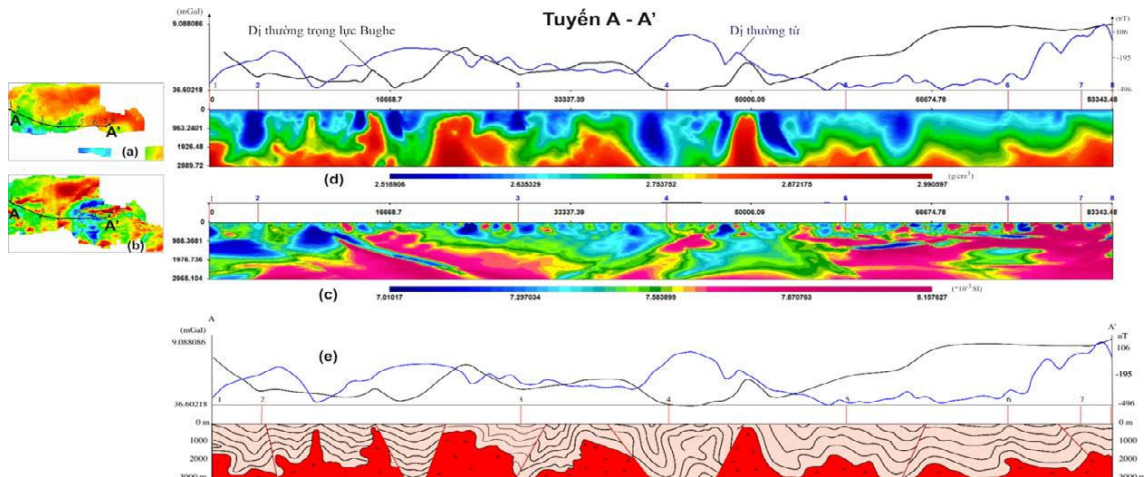


**Hình 10: Phân bố độ từ cảm dư theo kết quả giải ngược 3D trường dị thường từ khu vực Nông Sơn - Đà Nẵng**

#### 4.2.3. Kết quả giải ngược theo tuyến đi qua các điểm khoáng hóa vàng xuất lộ trên bề mặt địa hình

Để đánh giá triển vọng khoáng hóa vàng ẩn sâu khu vực nghiên cứu theo độ sâu, nhóm tác giả giải ngược mặt cắt tuyến A-A' đi qua các điểm khoáng hóa vàng xuất lộ trên bề mặt tương ứng với các điểm (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) để đánh giá xu hướng hình thành của khoáng hóa vàng ẩn sâu.

Quan sát trên mặt cắt tuyến A-A' (Hình 11) và sơ đồ địa chất (Hình 1) cho thấy khoáng hóa vàng tập trung chủ yếu trong các đá trầm tích biến chất hệ tầng Khâm Đức - Núi Vú tuổi Proterozoi, hệ tầng A Vương tuổi Cambri - Ordovic và các đá hệ tầng Sông Bung tuổi Triat sớm - giữa. Các hệ thống đứt gãy cắt qua khu vực các điểm khoáng hóa vàng có chiều sâu phát triển từ 400 m đến trên 2.500 m với góc cắm khá lớn từ (65°-70°) đến dốc đứng, giá trị trường trọng lực biến đổi từ -8.665 mGal đến 2 mGal, giá trị trường dị thường từ biến đổi từ -496 nT đến -190 nT, giá trị mật độ biến đổi từ 2,7 g/cm<sup>3</sup> đến 2,85 g/cm<sup>3</sup> và độ từ cảm biến đổi từ 7,0×10<sup>-3</sup> SI đến 8,29×10<sup>-3</sup> SI. Đây là các đứt gãy đóng vai trò không chế quặng hóa, tạo ra các đới phá hủy chứa các mạch thạch anh sulfur - vàng. Các giá trị dị thường từ và độ từ cảm dư theo kết quả giải ngược 3D cho thấy các điểm khoáng hóa có chiều sâu phân bố lên đến 500 m, trong không gian chúng liên quan chặt chẽ với diện tích phát triển của granitoid phức hệ Bến Giằng - Quế Sơn.



**Hình 11: Vị trí tuyến A-A' trên tài liệu dị thường trọng lực (a), Vị trí tuyến A-A' trên tài liệu dị thường từ (b), Phân bố mật độ thật theo kết quả giải ngược 3D trường dị thường trọng lực Bughe (c), Phân bố độ từ cảm theo kết quả giải ngược 3D trường dị thường từ (d) theo tuyến A-A', Mô hình địa vật lý - địa chất theo tuyến A-A'(e)**

## 5. Thảo luận

Hệ phương pháp xử lý tài liệu dị thường trọng lực Bughe, dị thường từ và tài liệu phóng xạ vùng bay Nông Sơn - Đà Nẵng cho thấy các hoạt động magma xâm nhập Paleozoi muộn và hệ thống các đứt gãy Đông Bắc - Tây Nam, Tây Bắc - Đông Nam; Á vĩ tuyến có chiều sâu phát triển đến trên 2.500 m (theo kết quả giải ngược 3D tài liệu dị thường từ và dị thường trọng lực). Kết hợp nghiên cứu các tài liệu địa chất tổng hợp và kết quả xử lý tài liệu dị thường trọng lực và dị thường từ cho thấy granitoid Paleozoi muộn xâm nhập dọc theo các hệ thống đứt gãy Đông Bắc - Tây Nam, Tây Bắc - Đông Nam; Á vĩ tuyến tạo ra các đới chứa khoáng hóa vàng.

## 6. Kết luận và kiến nghị

### 6.1. Kết luận

Hệ thống đứt gãy trong khu vực nghiên cứu được xác định bởi các dải giá trị cực đại kéo dài của thuộc tính thống kê trường thế. Hệ thống đứt gãy trong khu vực phát triển chủ yếu theo phương Đông Bắc - Tây Nam, Tây Bắc - Đông Nam và á vĩ tuyến, các hệ thống đứt gãy này có chiều phát triển đến độ sâu 2.500 m.

Tại các khu vực xuất lộ quặng khoáng hóa vàng có hệ số tương quan giữa Thori và Kali cao từ 0,4-0,6 đồng thời khoan định được các vùng có triển vọng cao về khoáng hóa vàng ẩn sâu.

Các vùng triển vọng khoáng hóa vàng ẩn sâu tập trung ở phía Tây Nam, phía Nam với độ sâu thành tạo từ 500-2.000 m và được khống chế bởi các hệ thống đứt gãy Đông Bắc - Tây Nam, Tây Bắc - Đông Nam, á vĩ tuyến.

### 6.2. Kiến nghị

Điều tra các phương pháp địa vật lý chi tiết: Phương pháp thăm dò điện, phóng xạ mặt đất để làm rõ diện phân bố của đới khoáng hóa vàng theo độ sâu.

Thiết kế các lỗ khoan thăm dò đến độ sâu 1.000 m.

Sử dụng các phương pháp địa chất ở khu vực phía Tây Nam và phía Nam khu vực Nông Sơn - Đà Nẵng để xác định nguồn gốc thành tạo khoáng hóa vàng.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Nguyễn Trường Lưu (2000). Bay đo từ phổ gamma tỷ lệ 1:50.000 và đo trọng lực tỷ lệ 1: 100.000 khu vực miền Trung Việt Nam. Trung tâm thông tin, lưu trữ địa chất, Hà Nội.
- [2]. Nguyễn Trường Lưu (2014). Bay đo từ phổ gamma tỷ lệ 1:50.000 và đo vẽ trọng lực tỷ lệ 1:100.000 vùng Nam Pleiku. Trung tâm thông tin, lưu trữ địa chất, Hà Nội.
- [3]. Nguyễn Xuân Sơn (2000). Kết quả bay đo từ phổ gamma tỷ lệ 1: 50.000 và đo vùng Kon Tum. Trung tâm thông tin, lưu trữ địa chất, Hà Nội.
- [4]. Zhiqiang Zhang, Gongwen Wang, Emmanuel John M. Carranza, JiaoJiao Zhang, Gaoshen Tao, Qingdong Zeng, Deming Sha, Dongtao Li, Junfeng Shen, Zong Pang (2019). Metallogenic model of the Wulong gold district, China and associated assessment of exploration criteria based on multi-scale geoscience datasets. *Ore geology reviews*, 5, 114.
- [5]. Hong T. Phan, Aleksey V. Petrov, Phuong M. Do, Giao M. Lai, Luu T. Nguyen, (2020). Geological structure of central Vietnam by interpretation processing of gravitational survey data using the “COSCAD 3D” computer technology. *Geology and Exploration*, 5, 77. (Фан Т. Х., Петров А. В., До М.Ф., Лай М. 3, Нгуен Ч. Л. Особенности геологического строения центральной части Вьетнама по результатам интерпретационно обработки данных гравиразведки в компьютерной технологии «КОСКАД 3D». *Геология и разведка*, 5,77).
- [6]. Hong P. T. (2022). Computer technology for interpretational processing of gravity and magnetic processing data using probabilistic methods statistical approach (by the example of the territory of central

Vietnam. Doctoral thesis, Moscow, 126 pages. (Фан Т. Х. Компьютерная технология интерпретационной обработки данных гравиразведки и магниторазведки с использованием методов вероятностно-статистического подхода (на примере территории центрального Вьетнама). Докторская диссертация, Москва, 126 страниц).

[7]. Nikitin A. A., Petrov A. V. (2008). Theoretical foundations of geophysical information processing. Study guide, Moscow 113 pages. (Никитин А. А., Петров А. В. (2008). Теоретические основы обработки геофизической информации. Учебное пособие, Москва 127с).

[8]. Phan T. H., Petrov A. V., Do M. Ph. (2020). Processing and interpretation of gravity data anomalies in the central Vietnam using the «COSCAD 3D» computer technology. Young- earth sciences, 3, 293. (Фан Т. Х., Петров А. В., До М. Ф. Обработка и интерпретация аномалий гравитационных данных в центральной области Вьетнама с использованием компьютерной технологии «КОСКАД-3D». Молодые – наукам о земле, 3, 293).

[9]. Petrov A. V., Yudin D. B., Soeli Hou (2010). Processing and interpretation of geophysical data by methods of a probabilistic-statistical approach using computer technology “COSCAD 3D”. Earth sciences, 2, 126. (Петров А. В., Юдин Д. Б., Соели Хоу (2010). Обработка и интерпретация геофизических данных методами вероятностно-статистического подхода с использованием компьютерной технологии “КОСКАД 3D”. Науки о Земле, 2, 126.).

[10]. Petrov A. V., Trusov A. A. (2000). Computer technology of statistical and spectral-correlation analysis of three-dimensional geoinformation “COSCAD 3D”. Geophysics, 4, 29. (Петров А. В., Трусов А. Н. (2000). Компьютерная технология статистического и спектрально-корреляционного анализа трёхмерной геоинформации “КОСКАД 3D”. Геофизика, 4, 29).

[11]. Blakely, R. J. (1996). Potential theory in gravity and magnetic application. Cambridge University Press, 461 pages.

[12]. National centers for environmental information (2023). Magnetic field calculators. Depression, <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/calculators/magcalc.shtml>.

[13]. Geosoft, Ver. 7.01 (2008). Manuals, Tutorials, and Technical Notes. Geosoft inc.

BBT nhận bài: 28/7/2023; Chấp nhận đăng: 15/9/2023