

TẠP CHÍ

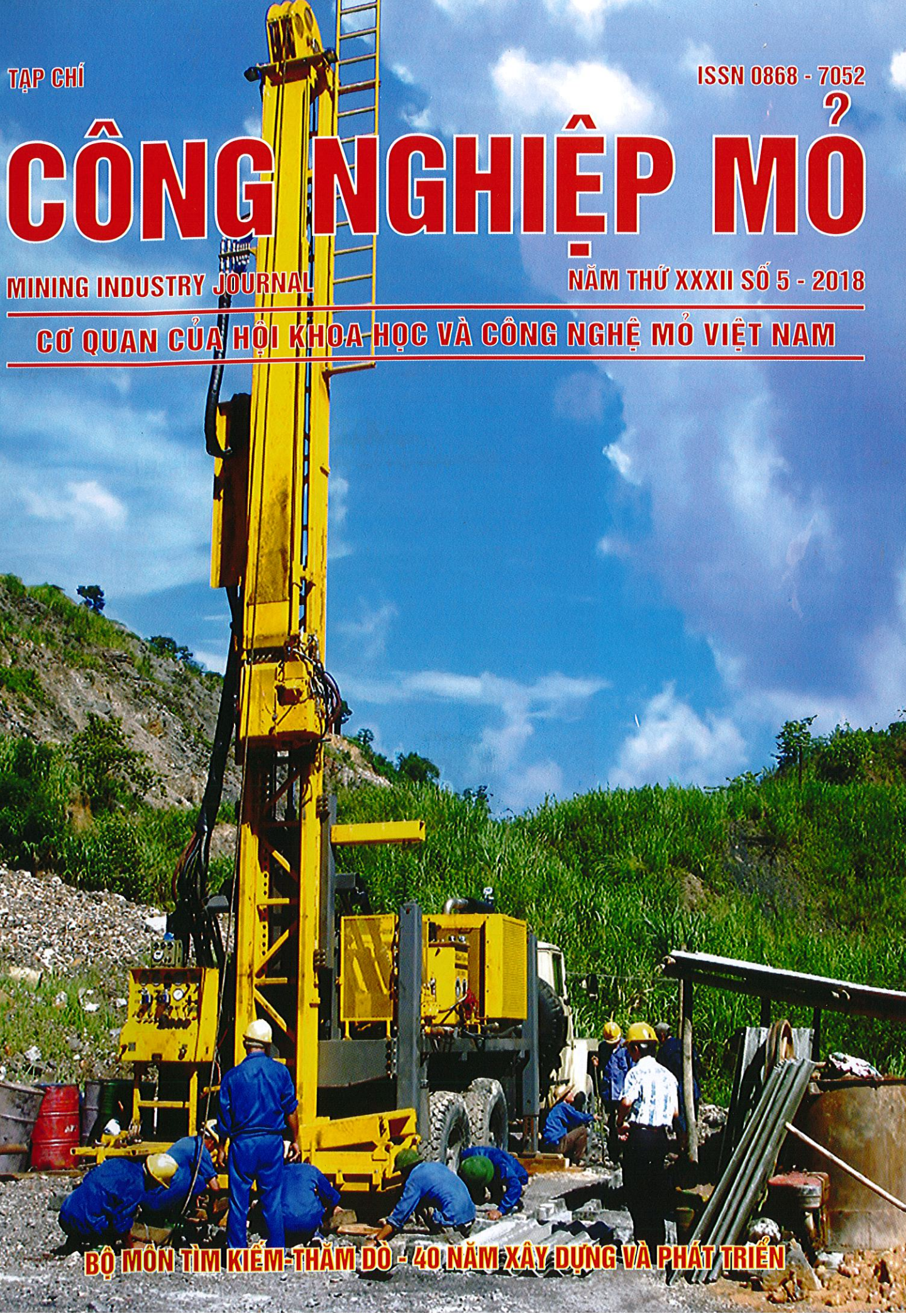
ISSN 0868 - 7052

CÔNG NGHIỆP MỎ

MINING INDUSTRY JOURNAL

NĂM THỨ XXXII SỐ 5 - 2018

CƠ QUAN CỦA HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM



BỘ MÔN TÌM KIẾM-THẨM ĐÒ - 40 NĂM XÂY DỰNG VÀ PHÁT TRIỂN

TẠP CHÍ CÔNG NGHIỆP MỎ

CƠ QUAN CỦA HỘI KH&CN MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXXII
SỐ 5 - 2018

✦ Tổng biên tập:
GS.TS.NGND. VÕ TRỌNG HÙNG

✦ Phó Tổng biên tập
kiêm Thư ký Toà soạn:
ThS. NGUYỄN VĂN BIÊN

✦ Ủy viên Phụ trách Trị sự:
KS. TRẦN VĂN TRẠCH

✦ Ủy viên Ban biên tập:
TS. NGUYỄN BÌNH
PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC
TSKH. ĐINH NGỌC ĐĂNG
TS. NGHIÊM GIA
PGS.TS.NGƯT. HỒ SĨ GIAO
TS. TẠ NGỌC HẢI
CN. NGUYỄN THỊ HUYỀN
TS. NGUYỄN HỒNG MINH
GS.TS.NGƯT. VÕ CHÍ MỸ
PGS.TS. NGUYỄN CẢNH NAM
KS. ĐÀO VĂN NGÂM
TS. ĐÀO ĐẮC TẠO
TS. PHAN NGỌC TRUNG
GS.TS.NGND. TRẦN MẠNH XUÂN

◆ TOÀ SOẠN:
Số 3 - Phan Đình Giót
Thanh Xuân-Hà Nội
Điện thoại: 36649158; 36649159
Fax: (844) 36649159
Email: info@vinamin.vn
Website: http://vinamin.vn

◆ Tạp chí xuất bản với sự cộng tác của: Trường Đại học Mỏ-Địa chất; Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-Luyện kim; Viện Khoa học Công nghệ Mỏ; Viện Dầu khí

◆ Giấy phép xuất bản số:
319/GP-BVHTT ngày 23/7/2002
của Bộ Văn hoá Thông tin

◆ In tại Xí nghiệp in 2
Nhà in Khoa học Công nghệ
18 Hoàng Quốc Việt - Hà Nội
Điện thoại: 024.37562778

◆ Nộp lưu chiểu:
Tháng 9 năm 2018

MỤC LỤC

▣ BỘ MÔN TÌM KIẾM-THĂM DÒ - 40 NĂM XÂY DỰNG VÀ PHÁT TRIỂN

- ✦ Bộ môn Tìm kiếm-Thăm dò - 40 năm xây dựng và phát triển Nguyễn Tiến Dũng 1
- ✦ Một số thành tích nổi bật của Bộ môn Tìm kiếm-Thăm dò trong 40 năm xây dựng và phát triển - 5

▣ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ

- ✦ Kết hợp phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) với GIS trong dự báo phân vùng triển vọng quặng hóa wolfram khu vực Plei Meo, Kon Tum Đỗ Mạnh An 6 và nnk
- ✦ Đặc điểm địa chất và các yếu tố ảnh hưởng đến độ tổn thất trong khai thác quặng apatit khu mỏ Cóc, Cam Đường, Lào Cai Khương Thế Hùng 14 và nnk
- ✦ Đặc điểm quặng hóa vàng gốc khu vực Nậm Kha A, Mường Tè, Lai Châu Nguyễn Phương 21 và nnk
- ✦ Một số vấn đề về tạo khoáng urani trong cát kết bồn trũng Nông Sơn Nguyễn Văn Lâm và 30 nnk
- ✦ Đặc điểm biến đổi nhiệt dịch liên quan quặng hóa urani vùng Pia Oắc-Bình Đường Trần Ngọc Thái 36 và nnk
- ✦ Đánh giá tiềm năng và định hướng quy hoạch thăm dò, khai thác, sử dụng khoáng sản vật liệu xây dựng tỉnh Quảng Bình Lương Quang Khang 42 và nnk
- ✦ Đặc điểm thành phần khoáng vật, cấu tạo kiến trúc quặng đồng dải Biển Động-Quý Sơn Lê Thị Thu 49 và nnk
- ✦ Đánh giá tài nguyên và giá trị kinh tế đá hoa khu vực Liên Hợp, Quý Hợp, Nghệ An Khương Thế Hùng 57 và nnk
- ✦ Đặc điểm quặng hóa và phân vùng triển vọng quặng vàng gốc khu vực San Xay-Attapeu-CHDCND Lào Houmphavanh 64 Phathana và nnk
- ✦ Đặc điểm quặng hóa thiếc khu vực Núi Cao Lạc Dương, Lâm Đồng Đỗ Văn Định 72 và nnk
- ✦ Đặc điểm khoáng vật và đặc tính lý hóa của khoáng vật halosylt có cấu trúc dạng ống tại mỏ Hang Dơi, Thạch Khoán, Phú Thọ Bùi Hoàng Bắc 80 và nnk
- ✦ Đặc điểm phân bố và tài nguyên, trữ lượng quặng titan, zircon trong sa khoáng ven biển khu vực Hòa Thắng, tỉnh Bình Thuận Nguyễn Trọng Toan 87 và nnk
- ✦ Lựa chọn phương pháp tính trữ lượng và dự báo tài nguyên quặng thiếc-wolfram khu vực Đông Bắc Việt Nam Nguyễn Phương 92 và nnk
- ✦ Phát triển ứng dụng Webgis cho công tác quản lý các dữ liệu bản đồ khu mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai Nguyễn Chí Công và 100 nnk
- ✦ Ảnh hưởng của các cấu tạo biến dạng địa chất đến công tác cơ giới hóa trong khai thác than vùng Hòn Gai-Cẩm Phả Nguyễn Hoàng Huân 105 và nnk
- ✦ Ứng dụng một số phương pháp toán địa chất trong phân chia kiểu mỏ đồng đối Phan Si Pan, Tây Bắc Việt Nam Phan Viết Sơn 113 và nnk
- ✦ Đặc điểm cấu trúc các vỉa than và vấn đề thăm dò dưới mức -150 m ở Mỏ than Mạo Khê Nguyễn Tiến Dũng 120 và nnk
- ✦ Nghiên cứu xây dựng mối quan hệ giữa vận tốc "PPV" và các yếu tố ảnh hưởng do chấn động nổ mìn đào hầm đến kết cấu đường hầm lân cận Võ Trọng Hùng, 128 Đặng Văn Kiên

▣ KHOA HỌC KINH TẾ VÀ QUẢN LÝ NGÀNH MỎ

- ✦ Tình hình tài chính và hiệu quả kinh tế của hai dự án Alumín Nguyễn Tiến Chính 134

▣ THÔNG TIN KHOA HỌC-KỸ THUẬT NGÀNH MỎ

- ✦ Tin vắn ngành mỏ thế giới Trung Nguyên 138

Ảnh Bìa 1: Giàn khoan địa chất thăm dò (Ảnh DCTD)

KẾT HỢP PHƯƠNG PHÁP PHÂN TÍCH THỨ BẬC (AHP) VỚI GIS TRONG DỰ BÁO PHÂN VÙNG TRIỂN VỌNG QUẶNG HÓA WOLFRAM KHU VỰC PLEI MEO, KONTUM

ĐỖ MẠNH AN, NGUYỄN TIẾN DŨNG, BÙI HOÀNG BẮC,
KHƯƠNG THẾ HÙNG - *Trường Đại học Mở-Địa chất*
Email: domanhan@humg.edu.vn

Sử dụng phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) trong đánh giá đa chỉ số tỏ rõ lợi thế đặc biệt, trong khi việc sử dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) là phù hợp trong phân tích không gian. Cách tiếp cận này cho phép tập hợp, xử lý một tổ hợp thông tin định tính và định lượng đa dạng, phức tạp để lựa chọn phương án tối ưu nhất. Việc kết hợp phương pháp AHP với GIS cung cấp một cách tiếp cận có hiệu quả trong nghiên cứu xây dựng bản đồ triển vọng khoáng sản. Trong bài báo này, phương pháp AHP và GIS được sử dụng để dự báo phân vùng triển vọng quặng hóa wolfram khu vực Plei Meo, tỉnh Kon Tum trên cơ sở các yếu tố liên quan quặng hóa bao gồm các tài liệu địa chất, địa hóa, địa vật lý và cấu trúc địa chất trong diện tích khu vực nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu dựa vào giá trị trọng số AHP (W_i) đã xác định được các diện tích khu vực triển vọng quặng hóa wolfram khu vực Plei Meo theo các mức độ: rất triển vọng ($W_i=0,048\pm 0,139$), có triển vọng ($W_i=0,003\pm 0,048$) và ít triển vọng ($W_i=0,001\pm 0,003$).

1. Tổng quan

Hệ thống thông tin địa lý (GIS) đã và đang được ứng dụng rộng rãi trong rất nhiều các lĩnh vực nghiên cứu về khoa học Trái đất, đặc biệt là trong công tác tìm kiếm-thăm dò khoáng sản. Công tác nghiên cứu thường được bắt đầu tiến hành bằng giai đoạn tìm kiếm ở tỷ lệ nhỏ, sau khi có kết quả công tác tìm kiếm sẽ tiến hành thăm dò ở những diện tích có triển vọng ở tỷ lệ lớn hơn để xác định, nhận thức đầy đủ và chi tiết hơn về đối tượng nghiên cứu chi tiết [15]. Trước khi xây dựng một mô hình dự đoán trong công tác tìm kiếm cần thành lập một sơ đồ đánh giá dựa theo quan điểm đánh giá cụ thể, được xác định bởi khả năng tồn

tại hoặc xác suất xuất hiện mỏ khoáng dựa trên kết quả của các phương pháp tìm kiếm. Hiện nay có hai nhóm phương pháp thường được sử dụng để xác định trọng số các thông tin đầu vào là nhóm phương pháp thực nghiệm (data-driven methods) và nhóm phương pháp kinh nghiệm (knowledge-driven methods). Trong nhóm phương pháp thực nghiệm thì trọng số các thông tin được xác định một cách khách quan dựa theo số liệu thực tế thu thập được, còn đối với nhóm phương pháp kinh nghiệm thì dựa vào ý kiến của các chuyên gia để đánh giá tầm quan trọng của thông tin đầu vào [3], [4]. Một số phương pháp thuộc nhóm phương pháp kinh nghiệm có thể kể đến như phương pháp lý luận Boolean (Boolean logic), phương pháp chồng ghép chỉ số (Index overlays) [8], phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) và phương pháp phân tích tập mờ (Fuzzy logic) [1]. Trong số các phương pháp nêu trên, AHP cùng với sự tích hợp của GIS được coi là một công cụ mạnh mẽ để giải quyết vấn đề xác định vị trí và phân vùng triển vọng khoáng sản [12].

Trong bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả thành lập bản đồ phân vùng triển vọng khoáng sản wolfram khu vực Plei Meo, tỉnh Kon Tum trên cơ sở kết hợp phương pháp AHP và hệ thống thông tin địa lý (GIS). Đây là vùng có tiềm năng về các loại khoáng sản như Au, Cu, Mo, W, Sn,... đã được đề cập trong các công trình nghiên cứu về địa chất và khoáng sản khu vực [7], [9], [13]. Mục đích của bài báo nhằm chứng minh có thể sử dụng phương pháp toán trong xử lý số liệu địa chất và kết hợp với GIS để thành lập bản đồ phân vùng triển vọng khoáng sản. Tuy nhiên, bản đồ triển vọng cần được so sánh với các kết quả điều tra đã tiến hành trong khu vực theo các phương pháp truyền thống để đánh giá mức độ tin cậy của kết quả nghiên cứu.

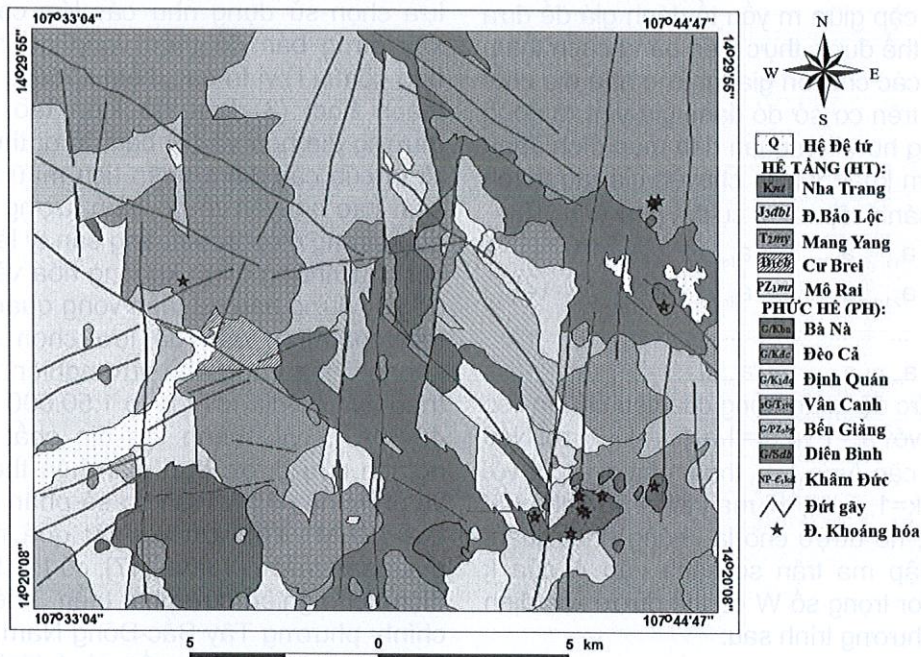
2. Đặc điểm địa chất, khoáng sản khu vực Plei Meo, tỉnh Kon Tum

2.1. Đặc điểm địa chất

Khu vực Plei Meo có diện tích khoảng 378,5 km² thuộc địa phận các xã Mô Rai và Sa Sơn, huyện Sa Thầy, tỉnh Kon Tum, được giới hạn bởi tọa độ địa lý 14°20'08"÷14°29'55" vĩ độ Bắc và 107°33'04"÷107°44'47" kinh độ Đông. Các thành tạo trầm tích phát triển rất phong phú và đa dạng, phân bố rộng khắp khu vực nghiên cứu, có tuổi từ Paleozoi đến Kainozoi (H.1). Thành phần thạch học chủ yếu bao gồm các đá trầm tích lục nguyên, trầm tích carbonat tuổi Paleozoi. Các thành tạo magma xâm nhập phân bố rộng rãi trong khu vực nghiên cứu với diện tích khoảng 210 km². Chúng phát triển mạnh, đa dạng, có

mặt từ Paleozoi đến Kainozoi, tạo nên các giai đoạn phát triển magma phức tạp, một số phức hệ magma phân dị với đầy đủ thành phần từ mafic đến axit.

Thành phần thạch học chủ yếu bao gồm diorit, diorit thạch anh (phức hệ Diên Bình), granodiorit biotit hornblend (phức hệ Bến Giềng và Định Quán), granosyenit biotit (phức hệ Vân Canh và Đèo Cả) và granit hai mica, granit sáng màu (phức hệ Bà Nà). Đặc biệt, các đá granitoid phức hệ Bà Nà bị các hệ thống đứt gãy phương kinh tuyến và Tây Bắc-Đông Nam cắt qua làm dập nát, phức tạp hóa. Các nguyên tố quý hiếm có hệ số tập trung cao hơn nhiều so với trị số clark như Mo 2,00÷2,30 clark; W 20,00÷24,30 clark, Sn 1,22÷3,06 clark, Ag 2,00÷2,44 clark; đây là các thành tạo có liên quan đến khoáng sản wolfram và thiếc trong khu vực [13].



H.1. Sơ đồ địa chất đơn giản hóa khu vực nghiên cứu [17]

2.2. Đặc điểm quặng hóa wolfram

Quặng wolfram lần đầu tiên được phát hiện trên diện tích nghiên cứu từ kết quả đả mẩu trọng sa và sau đó quặng gốc cũng được phát hiện [13] và [17]. Quặng hóa được cho là có mối liên quan mật thiết với magma xâm nhập pha 2 phức hệ Bà Nà và các hoạt động phá hủy kiến tạo gây nên bởi các đứt gãy phương Tây Bắc-Đông Nam và phương kinh tuyến, á kinh tuyến. Kết quả nghiên cứu cho thấy quặng wolfram có nguồn gốc nhiệt dịch nhiệt độ trung bình-cao (195÷326 °C), thuộc kiểu thạch anh-wolframit. Tổ hợp khoáng vật quặng gồm: wolframit (casiterit), pyrit, chalcopyrit, bismutin, tizapaz, hematit, ilmenit (fluorit) [13] và [17].

3. Phương pháp phân tích thứ bậc (Analytical hierarchy process - AHP)

AHP là một phương pháp trợ giúp cho việc đưa ra quyết định trên cơ sở tổ chức nhận thức, ý kiến đánh giá của các chuyên gia về các thông tin thu thập liên quan đến đối tượng nghiên cứu theo cấu trúc phân chia đa cấp [16]. Phương pháp AHP được tiến hành theo ba bước chính: Bước đầu tiên tiến hành thiết lập một cấu trúc phân cấp. Trong đó, hệ thống phân cấp đầu tiên của một cấu trúc chính là mục tiêu cần tiến hành của nhiệm vụ nghiên cứu; hệ thống phân cấp cuối cùng liên quan đến việc lựa chọn đa phương án; trong khi các hệ thống phân cấp trung gian giải quyết nhiệm vụ đánh giá các yếu tố so sánh [11]. Bước thứ hai tiến

hành tính toán trọng số của các yếu tố trong các thứ bậc của hệ thống phân cấp theo 3 phụ bước như sau: phụ bước đầu tiên thiết lập các ma trận so sánh cặp. Đặc biệt, việc so sánh cặp được tiến hành cho các yếu tố con dựa trên một yếu tố thuộc hệ thống phân cấp có thứ bậc cao hơn là một tiêu chuẩn đánh giá. Phụ bước thứ hai tính toán các giá trị riêng và vector riêng của ma trận so sánh cặp. Phụ bước thứ ba tiến hành kiểm tra tính nhất quán [6]. Giả sử C_1, \dots, C_m là trọng số của m yếu tố đánh giá và $W=(w_1, \dots, w_m)$ diễn tả mối quan hệ của các vector trọng số của các yếu tố đánh giá được xác định bằng cách sử dụng phép so sánh cặp đồng thời thỏa mãn điều kiện sau [5]:

$$\sum_{j=1}^m W_j = 1 \text{ với } W_j \geq 0 \text{ (} j=1, 2, \dots, m \text{)}. \quad (1)$$

Việc so sánh cặp giữa m yếu tố đánh giá để đưa ra quyết định có thể được thực hiện bằng cách tham khảo ý kiến của các chuyên gia, những nhà địa chất có kinh nghiệm, trên cơ sở đó đánh giá yếu tố đóng vai trò quan trọng hơn liên quan đến mục đích đánh giá. Kết quả tham khảo ý kiến chuyên gia tạo thành một ma trận so sánh cặp $m \times m$ cụ thể như sau [10]:

$$A = (a_{ij})_{m \times m} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mm} \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Trong đó: a_{ij} - Mức độ quan trọng của tiêu chuẩn i so với tiêu chuẩn j , với $a_{ii}=1$ và $a_{ij}=1/a_{ji}$ ($i, j=1, \dots, m$). Nếu ma trận so sánh cặp $A=(a_{ij})_{m \times m}$ thỏa mãn $a_{ij}=a_{ik}a_{kj}$ với giá trị bất kỳ $i, j, k=1, \dots, m$, thì ma trận A có tính nhất quán; ngược lại, nó được cho là không nhất quán. Sau khi thành lập ma trận so sánh cặp A của k chuyên gia, vector trọng số W có thể được xác định bằng cách giải phương trình sau:

$$AW = \lambda_{\max} \cdot W. \quad (3)$$

Tại đây: λ_{\max} - Giá trị riêng lớn nhất của A [2].

Như vậy, cách xác định vector trọng số của ma trận so sánh cặp được coi là phương pháp xác định vector riêng [18]. Ma trận so sánh cặp A cần thỏa mãn tính nhất quán và có thể kiểm tra bằng cách xác định tỷ số nhất quán (CR) theo công thức như sau:

$$CR = \frac{(\lambda_{\max} - n) / (n - 1)}{RI}. \quad (4)$$

Tại đây: RI - Giá trị trung bình của chỉ số nhất quán, giá trị này phụ thuộc vào số hạng tử của ma trận A [18].

Nếu $CR \leq 0,1$, ma trận so sánh cặp được coi là có tính nhất quán có thể chấp nhận và đưa vào tính toán tổng hợp; ngược lại, ma trận so sánh cặp cần được đánh giá sửa đổi lại. Cuối cùng, bước thứ ba

của phương pháp AHP tiến hành tính toán toàn bộ trọng số các yếu tố theo các thứ bậc phân cấp.

Trong thực tế, AHP tạo ra một Bảng xếp hạng tổng thể các giải pháp sử dụng ma trận so sánh giữa các phương án lựa chọn thay thế và thông tin về thứ hạng của các yếu tố đánh giá. Phương án có giá trị vector riêng cao nhất được xem xét ưu tiên lựa chọn đầu tiên [6].

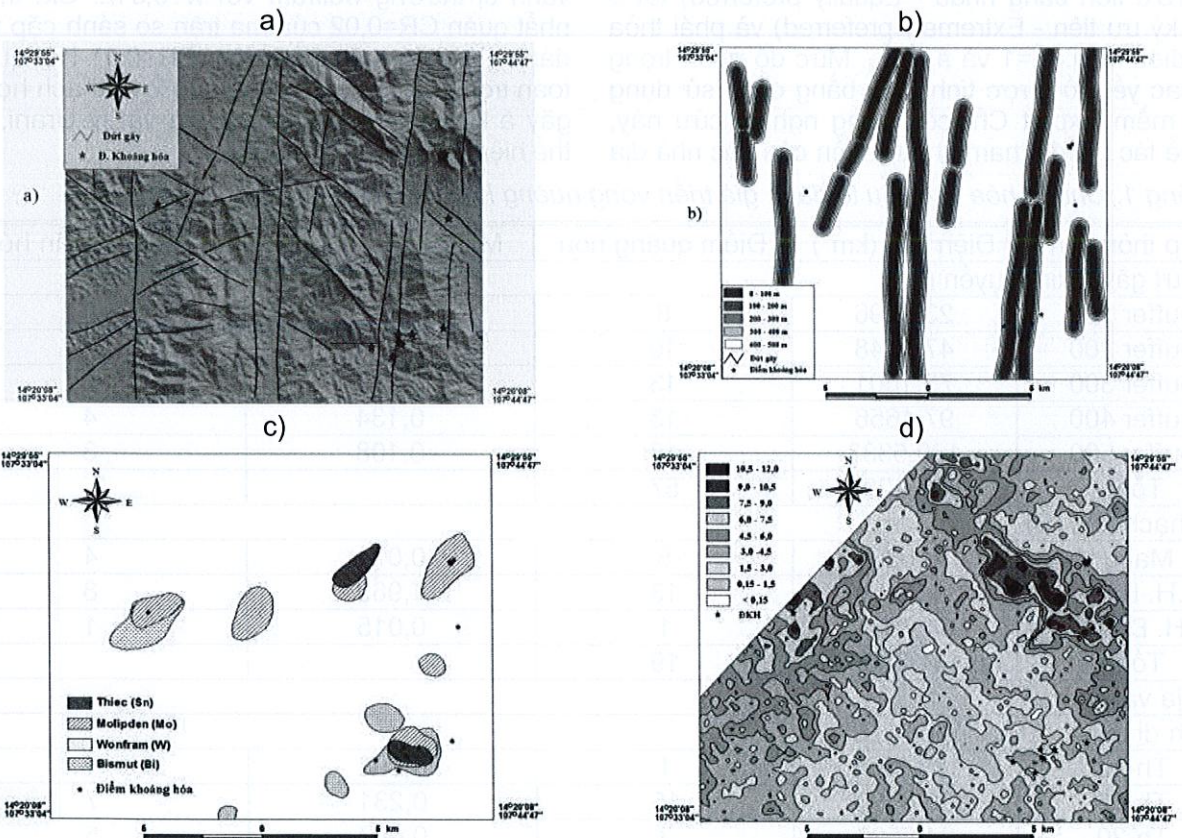
4. Cơ sở dữ liệu GIS

Cơ sở dữ liệu được sử dụng trong nghiên cứu này bao gồm các yếu tố địa chất có mối liên hệ với quặng hóa wolfram trong khu vực nghiên cứu, dựa trên kết quả điều tra, tìm kiếm khảo sát địa chất qua các giai đoạn nghiên cứu trước đây. Dựa theo kết quả tổng hợp tài liệu, năm yếu tố chính được lựa chọn sử dụng như các lớp cơ sở dữ liệu để xây dựng bản đồ triển vọng quặng hóa wolfram bao gồm: (1) vị trí các điểm khoáng hóa; (2) bản đồ thạch học; (3) bản đồ kiến tạo; (4) bản đồ địa thường địa hóa và (5) bản đồ địa thường địa vật lý. Vị trí của các điểm phân tích mẫu địa hóa nguyên sinh các nguyên tố có hàm lượng đạt chỉ tiêu áp dụng trong điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 được coi như những điểm khoáng hóa và được sử dụng để xây dựng bản đồ triển vọng quặng hóa wolfram. Kết quả tính toán đã lựa chọn được 19 điểm khoáng hóa trong khu vực nghiên cứu (H.1). Dựa theo bản đồ địa chất tỷ lệ 1:50.000 (tờ Plei Meo D-48-60-C), các thành tạo địa chất trong khu vực nghiên cứu được đơn giản hóa theo các địa tầng và phức hệ (H.1). Trên cơ sở phân tích mô hình độ cao (DEM), kết hợp với kết quả nghiên cứu của giai đoạn trước [13] và [17], có thể thấy rằng, trong diện tích nghiên cứu phát triển 3 hệ thống đứt gãy chính: phương Tây Bắc-Đông Nam; Đông Bắc-Tây Nam, phương kinh tuyến và á kinh tuyến (H.2.a). Trong đó hệ thống đứt gãy phương kinh tuyến và á kinh tuyến hoạt động rất mạnh mẽ, phát triển rộng rãi trên diện tích khu vực nghiên cứu. Đây được cho là hệ thống đứt gãy trẻ, hoạt động rất mạnh, tạo ra các đới cà nát, dập vỡ và đóng vai trò quan trọng trong quá trình dẫn và tích tụ quặng wolfram và quặng đa kim [13]. Nhằm xác định diện tích đới ảnh hưởng tối ưu dọc các đứt gãy trong công tác tìm kiếm khoáng sản, các vùng đệm được xây dựng với khoảng cách từ 100 đến 500 m dọc theo các đứt gãy (H.2.b).

Trong diện tích nghiên cứu đã khoanh định được các vành phân tán địa hóa nguyên sinh của các nguyên tố Mo, W, Sn, Bi [13] và [17], trong đó các vành phân tán của nguyên tố Sn, Mo, Bi phát triển khá mạnh và tập trung thành nhiều đới có chiều rộng 20÷200 m, kéo dài 100÷1000 m theo phương

kinh tuyến, chủ yếu trên diện tích phân bố đá granit của phức hệ Bà Nà. Vành phân tán địa hóa đá gốc W thuộc trường dị thường Tây Chư Ya Krei. Đá gốc chủ yếu là granit sáng màu thuộc pha 2 phức hệ Bà Nà (G/Kbn₂). Trong đá bắt gặp các mạch thạch anh xuyên lên trong các đới dập vỡ kiến tạo có chứa tinh thể wolframit, gây biến đổi greisen cạnh mạch đá vây quanh. Các vành dị thường địa hóa nguyên sinh W, Sn, Mo và Bi là những tài liệu quan trọng trong việc xác định các diện tích triển vọng trong khu vực nghiên cứu (H.2.c). Kết quả đo dị thường xạ hàng không và mặt đất của Liên đoàn Vật lý Địa

chất đã thành lập được các mặt cắt chi tiết có cường độ xạ cao (trên 80μR/h) ở khu vực Sa Sơn, Chư Ya Krei, thường liên quan với các khoáng hóa xạ (U, Th) và đất hiếm (TR) [14]. Diện phân bố các vành dị thường này có khả năng liên quan với quặng hóa wolfram (H.2.d). Các bản đồ trường địa vật lý trọng lực, từ và phổ gamma trong khu vực nghiên cứu không những phản ánh các thành tạo địa chất, tính chất và sự biến đổi của chúng, mà còn giúp phát hiện các đới dập vỡ kiến tạo, biểu hiện đứt gãy, đới đá biến đổi có thể liên quan quặng hóa wolfram trong khu vực.



H.2. Một số bản đồ nghiên cứu: a - Bản đồ mô hình số độ cao (DEM) và các yếu tố tuyến tính; b - Bản đồ phạm vi đới ảnh hưởng hệ thống đứt gãy phương á kinh tuyến; c - Bản đồ dị thường địa hóa nguyên sinh các nguyên tố; d - Bản đồ dị thường địa vật lý urani

Bản đồ các tiêu chí cơ sở đánh giá triển vọng quặng hóa wolfram được chuẩn hóa giá trị theo Bảng 2 và chuyển sang dữ liệu raster với kích thước ô cơ sở 100x100 m bằng cách sử dụng phần mềm ArcGIS. Sau khi tính toán trọng số của tất cả các tiêu chí thành phần, kết quả tính toán được phân chia thành 4 mức: khu vực có giá trị trọng số bằng hoặc nhỏ hơn giá trị trung bình được xếp vào diện tích không có triển vọng; giá trị trọng số giữa giá trị trung bình và trung bình cộng quân phương sai

($\bar{x} + \sigma$) được coi là ít có triển vọng; giá trị đạt từ ($\bar{x} + \sigma$) đến ($\bar{x} + 2\sigma$) là có triển vọng; và giá trị lớn hơn ($\bar{x} + 2\sigma$) được coi là rất có triển vọng.

5. Ứng dụng phương pháp AHP trong dự báo phân vùng triển vọng quặng hóa wolfram khu vực Plei Meo, tỉnh Kon Tum

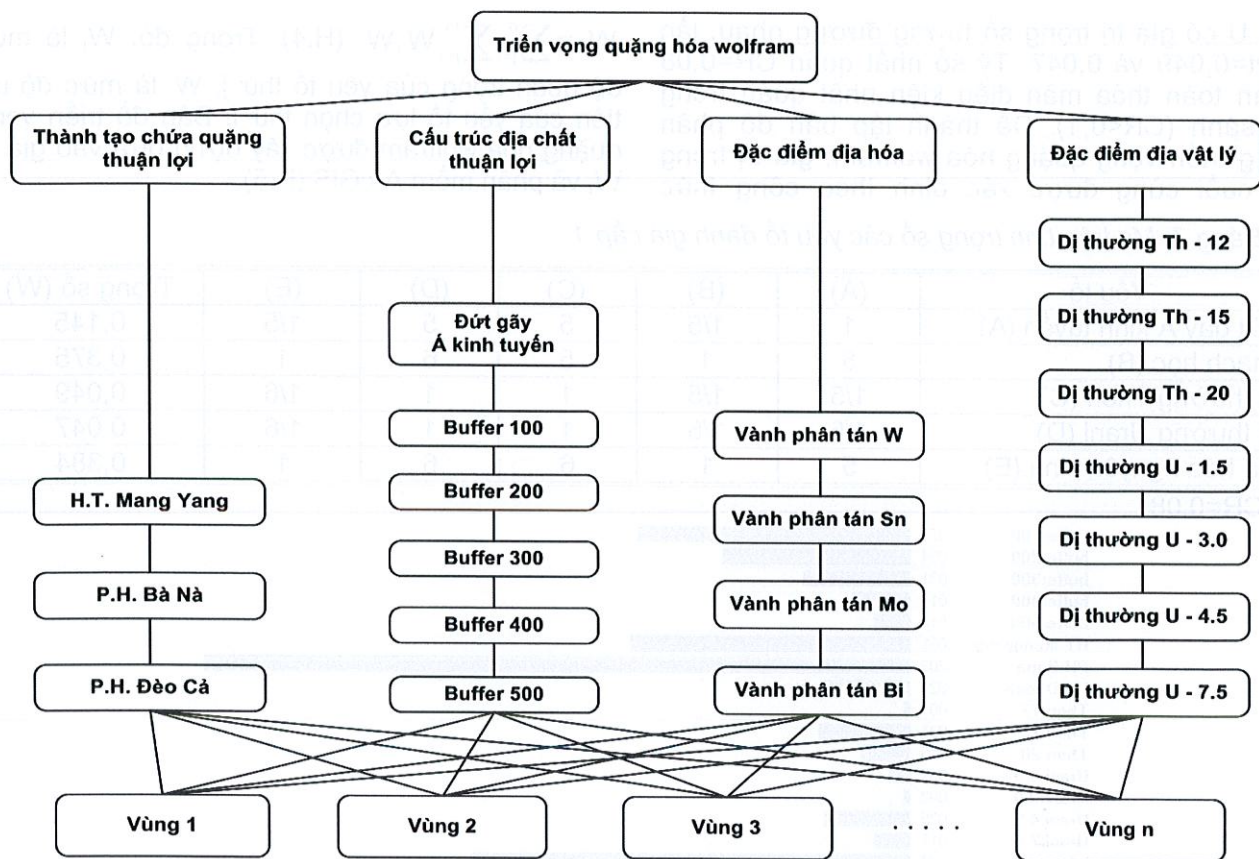
Quá trình tính toán trọng số theo phương pháp AHP được phân chia thành các bước như sau: Đầu

tiên, các tiêu chí để thành lập bản đồ triển vọng quặng hóa wolfram được xác định và đặt trong một cấu trúc phân cấp thứ bậc (H.3); sau đó, mức độ ưu tiên của các tiêu chí đánh giá được tính toán theo phương pháp so sánh cặp và được sử dụng trong môi trường hệ thống thông tin địa lý để thành lập bản đồ triển vọng. Mỗi lớp trong cấu trúc thứ bậc được tiến hành so sánh cặp giữa các yếu tố con cùng nằm trong một yếu tố thuộc hệ thống phân cấp có thứ bậc cao hơn. Ma trận so sánh cặp sử dụng để xác định trọng số được thành lập dựa theo ý kiến chuyên gia, những người đưa ra quan điểm đánh giá mức độ quan trọng của các yếu tố chính, yếu tố phụ theo các cấp thứ bậc tăng dần mức độ ưu tiên từ 1 (Ưu tiên bằng nhau - Equally preferred) tới 9 (Cực kỳ ưu tiên - Extremely preferred) và phải thỏa mãn điều kiện: $a_{ij}=1$ và $a_{ji}=1/a_{ij}$. Mức độ quan trọng của các yếu tố được tính toán bằng cách sử dụng phần mềm Expert Choice. Trong nghiên cứu này, tập thể tác giả đã tham khảo ý kiến của các nhà địa

chất có kinh nghiệm đối với đối tượng nghiên cứu để đánh giá mức độ quan trọng của các yếu tố, sau đó phân tích tất cả các ý kiến và thành lập được Bảng chuẩn hóa các yếu tố đánh giá triển vọng quặng hóa wolfram (Bảng 1). Trọng số (w) của từng yếu tố trong mỗi hệ thống phân cấp được tính toán dựa theo mô hình cấu trúc chung (H.3). Giá trị tỷ số nhất quán (CR) của tất cả các cặp so sánh thỏa mãn $<0,1$, chứng tỏ việc sử dụng kết quả trọng số đưa vào tính toán là phù hợp. Ma trận so sánh cặp của yếu tố cấp 2 về địa hóa nguyên sinh và giá trị trọng số tính toán của các nguyên tố thể hiện ở Bảng 3. Kết quả tính toán cho thấy vành dị thường thiếc là yếu tố quan trọng nhất ($w=0,509$), tiếp sau đó là vành dị thường wolfram với $w=0,312$. Giá trị tỷ số nhất quán $CR=0,02$ của ma trận so sánh cặp yếu tố đánh giá, thỏa mãn điều kiện ($CR<0,1$). Kết quả tính toán trọng số của các yếu tố cấp 2 về thạch học, đứt gãy á kinh tuyến, dị thường địa vật lý Urani, Thori thể hiện từ Bảng 3 đến Bảng 6.

Bảng 1. Chuẩn hóa các yếu tố đánh giá triển vọng quặng hóa wolfram

Lớp thông tin	Diện tích (km ²)	Điểm quặng hóa	Mật độ (điểm/km ²)	Điểm chuẩn hóa
1. Đứt gãy á kinh tuyến (A)				
buffer 100	23,0296	8	0,347	8
buffer 200	47,1448	10	0,212	7
buffer 300	72,1501	13	0,180	5
buffer 400	97,1656	13	0,134	4
buffer 500	120,5333	13	0,108	3
Tổng	360,0234	57		
2. Thạch học (B)				
H.T. Mang Yang	70,5201	5	0,071	4
P.H. Bà Nà	6,6023	13	1,969	8
P.H. Đèo Cả	64,7635	1	0,015	1
Tổng	141,8859	19		
3. Địa vật lý				
Vành dị thường Thori (ppm) (C)				
Th-12	120,8926	1	0,008	1
Th-15	65,0530	15	0,231	7
Th-20	34,5527	3	0,087	5
Tổng	220,4983	19		
Vành dị thường Urani (ppm) (D)				
U-1.5	307,9317	3	0,010	3
U-3	285,4843	1	0,004	1
U-4,5	183,8514	14	0,076	9
U-7,5	32,0475	1	0,031	5
Tổng	809,3149	19		
4. Địa hóa nguyên sinh (E)				
W	9,0220	16	1,773	6
Sn	3,9441	13	3,296	9
Mo	17,3165	18	1,039	3
Bi	5,3663	1	0,186	1
Tổng	35,6489	48		



H.3. Cấu trúc thứ bậc trong mô hình phương pháp AHP

Bảng 2. Ma trận tính trọng số các yếu tố cấp 2 về địa hóa nguyên sinh

Yếu tố	E1	E2	E3	E4	Trọng số (W)
W (E1)	1	1/2	3	6	0,312
Sn (E2)	2	1	4	8	0,509
Mo (E3)	1/3	1/4	1	3	0,127
Bi (E4)	1/6	1/8	1/3	1	0,052

CR=0,02.

Bảng 3. Ma trận tính trọng số các yếu tố cấp 2 về thạch học

Yếu tố	B1	B2	B3	Trọng số (W)
H.T. Mang Yang (B1)	1	1/3	4	0,263
P.H. Bà Nà (B2)	3	1	7	0,659
P.H. Đèo Cả (B3)	1/4	1/7	1	0,079

CR=0,03.

Bảng 4. Ma trận tính trọng số các yếu tố cấp 2 về đứt gãy

Yếu tố	A1	A2	A3	A4	A5	Trọng số (W)
buffer 100 (A1)	1	2	3	4	5	0,410
buffer 200 (A2)	1/2	1	2	4	5	0,283
buffer 300 (A3)	1/3	1/2	1	2	4	0,164
buffer 400 (A4)	1/4	1/4	1/2	1	2	0,089
buffer 500 (A5)	1/5	1/5	1/4	1/2	1	0,055

CR=0,02.

Bảng 5. Ma trận tính trọng số các yếu tố cấp 2 về dị thường Thori

Yếu tố	C1	C2	C3	Trọng số (W)
Th-12 (C1)	1	1/7	1/5	0,075
Th-15 (C2)	7	1	2	0,592
Th-20 (C3)	5	1/2	1	0,333

CR=0,01.

Bảng 6. Ma trận tính trọng số các yếu tố cấp 2 về dị thường Urani

Yếu tố	D1	D2	D3	D4	Trọng số (W)
U-1,5 (D1)	1	3	1/3	1/2	0,152
U-3,0 (D2)	1/3	1	1/9	1/5	0,053
U-4,5 (D3)	3	9	1	3	0,548
U-7,5 (D4)	2	5	1/3	1	0,246

CR=0,02.

Dựa trên kết quả tính toán từ các Bảng 2-6, các yếu tố cấp 1, bao gồm vành dị thường địa hóa nguyên sinh, thạch học, đứt gãy á kinh tuyến, dị thường U, Th được sử dụng để xây dựng ma trận so sánh và tính toán trọng số (Bảng 7). Kết quả tính toán ở Bảng 8 cho thấy yếu tố địa hóa nguyên sinh là nhân tố quan trọng nhất ($w=0,384$), tiếp sau đó là yếu tố thạch học với $w=0,375$. Trọng số yếu tố đứt gãy á kinh tuyến=0,145, và 2 yếu tố dị thường

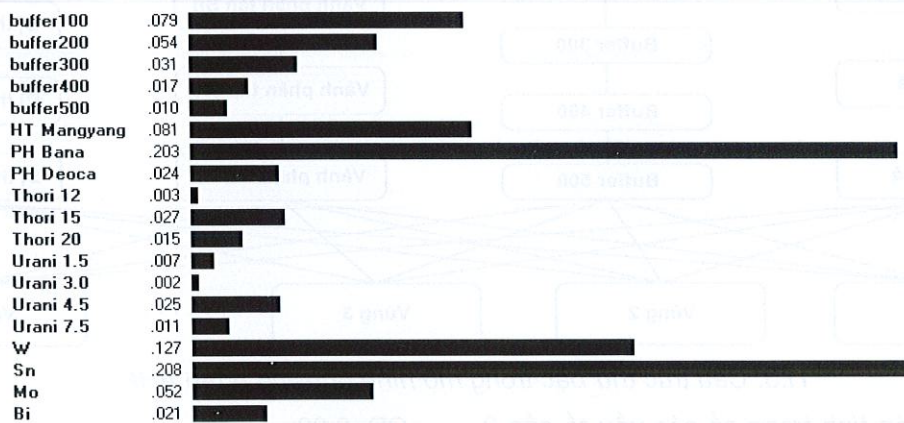
Th, U có giá trị trọng số tương đương nhau, lần lượt=0,049 và 0,047. Tỷ số nhất quán CR=0,08 hoàn toàn thỏa mãn điều kiện nhất quán trong so sánh (CR<0,1). Để thành lập bản đồ phân vùng triển vọng quặng hóa wolfram, giá trị trọng số cuối cùng được xác định theo công thức

$W_r = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m W_j \cdot W_i$ (H.4). Trong đó, W_j là mức độ quan trọng của yếu tố thứ j, W_i là mức độ ưu tiên của yếu tố lựa chọn thứ i. Bản đồ triển vọng quặng hóa wolfram được xây dựng dựa vào giá trị W_r và phần mềm ArcGIS (H.5).

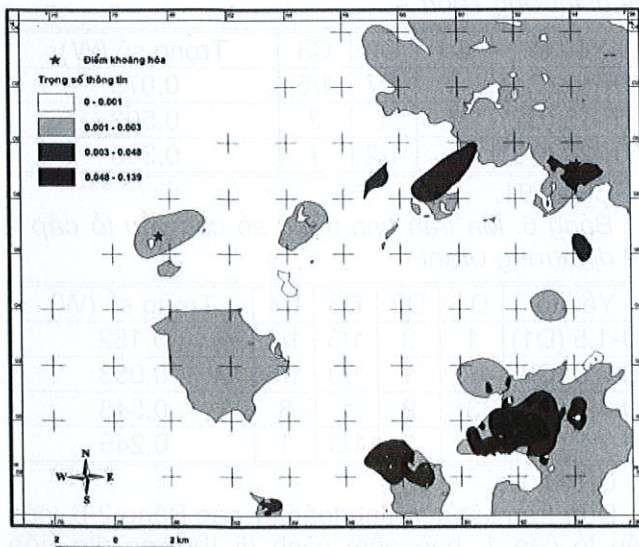
Bảng 7. Ma trận tính trọng số các yếu tố đánh giá cấp 1

Yếu tố	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	Trọng số (W)
Đứt gãy Á kinh tuyến (A)	1	1/5	5	5	1/5	0,145
Thạch học (B)	5	1	5	6	1	0,375
Dị thường Thori (C)	1/5	1/5	1	1	1/6	0,049
Dị thường Urani (D)	1/5	1/6	1	1	1/6	0,047
Địa hóa nguyên sinh (E)	5	1	6	6	1	0,384

CR=0,08.



H.4. Trọng số thông tin các yếu tố đánh giá



H.5. Sơ đồ phân vùng triển vọng quặng hóa wolfram khu vực Plei Meo, Kon Tum

Kết quả xây dựng bản đồ phân vùng triển vọng quặng hóa wolfram khu vực Plei Meo, tỉnh Kon Tum giúp định lượng hóa vai trò của các yếu tố địa chất liên quan không chế quặng hóa cũng như các tiền

đề định lượng tìm kiếm wolfram trong khu vực (H.5). Do đó, kết quả nghiên cứu đảm bảo độ tin cậy cao. Từ bản đồ phân vùng triển vọng cho thấy có 8 trong tổng số 19 điểm khoáng hóa wolfram nằm trong diện tích rất triển vọng, 7 điểm khoáng hóa nằm trong diện tích có triển vọng. Điều này có nghĩa mô hình xây dựng dự đoán 79 % số lượng điểm khoáng hóa đã biết, từ đó cho thấy khả năng áp dụng và độ chính xác của phương pháp được kiểm chứng.

6. Kết luận

Từ kết quả nghiên cứu rút ra một số kết luận sau:

- Việc phát triển mô hình cho phép các nhà địa chất so sánh các phương án lựa chọn trên cơ sở đánh giá các yếu tố địa chất liên quan và không chế quặng hóa, do đó cung cấp một tập hợp thông tin dữ liệu trực quan, dễ dàng cập nhật và có tính tương tác của tất cả các thông số nghiên cứu;

- Việc kết hợp phương pháp phân tích thứ bậc AHP với GIS góp phần giới thiệu một hệ phương pháp mới để thành lập bản đồ phân vùng triển vọng khoáng sản, trong đó tăng cường khả năng phân tích không gian của GIS và khả năng phân tích đa cấp bởi AHP. Ứng dụng phương pháp AHP trong

dự báo, xây dựng bản đồ triển vọng khoáng sản cung cấp một cơ sở lý thuyết mạnh mẽ trong xử lý các mô hình chồng ghép nhiều lớp dữ liệu cơ sở theo một cách linh hoạt và nhất quán;

➤ Việc nắm bắt cả về mặt định tính cũng như định lượng mối quan hệ không gian giữa các vị trí biểu hiện khoáng sản đã biết với bối cảnh địa chất trong khu vực nghiên cứu đóng vai trò quan trọng trong xây dựng bản đồ triển vọng khoáng sản. Việc xây dựng mô hình cấu trúc phân cấp thứ bậc để lựa chọn các yếu tố liên quan khoáng hóa trong xây dựng bản đồ triển vọng phải dựa trên sự hiểu biết về lý thuyết, cơ chế quá trình tạo khoáng trong một khu vực cụ thể;

➤ Sự kết hợp của các phương pháp giới thiệu trong bài báo có thể được sử dụng hiệu quả đối với các diện tích nghiên cứu có đặc điểm tương tự của các khoáng sản kim loại khác. □

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- An, P., Moon, W.M., & Bonham-Carter, G.F. (1992) On a knowledge-based approach of integrating remote sensing, geophysical and geological information. In Proc. IGARSS_92 (pp. 34-38), Houston, TX.
- Bernasconi, M., Choirat, C., & Seri, R. (2011). A re-examination of the algebraic properties of the AHP as a ratio-scaling technique. *Journal of Mathematical Psychology*, 55, 152-165.
- Bonham-Carter, G.F. (1994). *Geographic information systems for geoscientists, modelling with GIS*. Ontario: Pergamon.
- Carranza, E., Ruitenbeek, F., Hecker, C., Meijde, M., & Meer, F. (2008). Knowledge-guided data-driven evidential belief modeling of mineral prospectivity in Cabo de Gata, SE Spain. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 10, 374-387.
- Dambatta, A.B., Farmani, R., Javadi, A.A., & Evans, B.M. (2009). The Analytical Hierarchy Process for contaminated land management. *Advanced Engineering Informatics*, 23, 433-441.
- De Feo, G., & De Gisi, S. (2010). Using an innovative criteria weighting tool for stakeholders involvement to rank MSW facility sites with the AHP. *Waste Management*, 30, 2370-2382.
- Đỗ Văn Chi (chủ biên), 1998: Báo cáo lập bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Đắk Lêi-Khâm Đức. Trung tâm Thông tin Lưu trữ Địa chất, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.
- Harris, J.R. (1989). Data integration for gold exploration in Eastern Nova Scotia using a GIS. In Proc. remote sensing for exploration geology (pp. 233-249), Calgary, Alberta.
- Hoa T.T., Borisenko A.S., Anh, T.T., Izokh, A. E., Phuong, N.T., 2006: Cu-Mo-Au porphyry type in Sa Thay area in the West of Kon Tum block. *Journal of Geology (Ha Noi)*. Series B, No.28: p.71-83.
- Joshi, R., Banwet, D.K., & Shankar, R. (2011). A Delphi-AHP-TOPSIS based benchmarking framework for performance improvement of a cold chain. *Expert Systems with Applications*, 38, 10170-10182.
- Jung, H. (2011). A fuzzy AHP-GP approach for integrated production-planning considering manufacturing partners. *Expert Systems with Applications*, 38, 5833-5840.
- Kaveh Pazand và n.n.k (2011). Combining AHP with GIS for Predictive Cu Porphyry Potential Mapping: A Case Study in Ahar Area (NW, Iran). *Natural Resources Research*, Vol. 20, No. 4, December 2011. doi: 10.1007/s11053-011-9149-x
- Nguyễn Quang Lộc (chủ biên), 1998: Báo cáo lập bản đồ địa chất và điều tra khoáng sản tỷ lệ 1:50.000 nhóm tờ Đắk Tô. Trung tâm Thông tin Lưu trữ địa chất, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.
- Nguyễn Xuân Sơn (chủ biên), 2000: Báo cáo bay đo từ phổ gamma tỷ lệ 1:50.000 và đo trọng lực tỷ lệ 1:100.000 vùng Kom Tum. Trung tâm thông tin lưu trữ Địa chất, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.
- Quadros, T., Koppe, J., Strieder, A., & Costa, J. (2006). Mineral potential mapping: A comparison of weights-of-evidence and fuzzy methods. *Natural Resources Research*, 15(1), 49-65.
- Saaty, T.L. (1994). How to make a decision: The analytic hierarchy process. *Interfaces*, 24, 19-43.
- Thân Đức Duyệt, Nguyễn Cảnh Biên (đồng chủ biên), 2006: Báo cáo kết quả điều tra chi tiết khoáng sản wolfram vùng Chư Ya Krei. Trung tâm Thông tin Lưu trữ Địa chất, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.
- Ying, X., Guang-Ming, Z., Gui-Qiu, C., Lin, T., Ke-Lin, W., & Dao-You, H. (2007). Combining AHP with GIS in synthetic evaluation of eco-environment quality-A case study of Hunan Province, China. *Ecological Modeling*, 209, 97-109.

Ngày nhận bài: 15/03/2018

Ngày gửi phản biện: 19/04/2018

Ngày nhận phản biện: 20/07/2018

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/08/2018

Từ khóa: GIS, AHP, phân tích không gian, wolfram, Plei Meo

(Xem tiếp trang 29)