

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

NGUYỄN THÁI SƠN

**NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM PHÁT TÁN PHÓNG XẠ LÀM
BIẾN ĐỔI MÔI TRƯỜNG DO HOẠT ĐỘNG KHAI
THÁC, CHẾ BIẾN QUẶNG ĐỒNG MỎ
SIN QUYỀN, TỈNH LÀO CAI**

**NGÀNH: KỸ THUẬT ĐỊA VẬT LÝ
MÃ SỐ: 9.520502**

TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ

Hà Nội, năm 2022

Công trình được hoàn thành tại **Bộ môn Địa vật lý, Khoa Dầu khí,
Trường Đại học Mở - Địa chất**

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

1. **GS.TS.NGND Lê Khánh Phôn**
2. **PGS.TS.NGƯT Nguyễn Văn Lâm**

Phản biện 1: **TS. Trần Bình Trọng**

Phản biện 2: **PGS.TS Phan Thiên Hương**

Phản biện 3: **PGS.TS Nguyễn Quang Miên**

L luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng đánh giá luận án cấp Trường họp tại Trường Đại học Mở - Địa chất vào hồi giờ ngày tháng... năm ...

Có thể tìm hiểu luận án tại thư viện: **Thư viện Quốc Gia, Hà Nội**
hoặc **Thư viện Trường Đại học Mở - Địa chất**

MỞ ĐẦU

1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI LUẬN ÁN

Mỏ đồng Sin Quyền, huyện Bát Xát, tỉnh Lào Cai được các nhà địa chất phát hiện ra năm 1961. Năm 1969 Đoàn địa chất 5 đã tiến hành công tác thăm dò tỉ mỉ và đến năm 1974 hoàn thành xong công tác thăm dò. Khu vực mỏ có diện tích 200ha đã được Bộ tài nguyên và Môi trường cấp phép khai thác. Tổng trữ lượng khoảng 53,5 triệu tấn quặng đồng, hàm lượng trung bình là 0,95% Cu (trong đó còn có cả trữ lượng vàng, bạc, sắt, lưu huỳnh và đất hiếm), hàm lượng urani trong quặng đồng từ khoảng 20 đến 600ppm, hàm lượng thori khoảng 2 đến 20ppm. Mỏ đồng Sin Quyền có chứa chất phóng xạ và được đánh giá là mỏ đồng lớn nhất Việt Nam.

Quá trình khai thác, chế biến mỏ quặng đồng chứa chất phóng xạ, phải đào bới, vận chuyển, lưu giữ, chế biến quặng với hàm lượng chất phóng xạ hàng chục hàng trăm lần, khối lượng hàng triệu tấn quặng. Hơn nữa khi khai thác, chế biến quặng bị đào bới, đất phủ bị bóc tách, quặng được thu gom, nghiền tuyển, làm giàu... làm cho các chất phóng xạ phát tán mạnh mẽ ra môi trường xung quanh, đặc biệt là phát tán trong môi trường nước, không khí. Bụi chứa chất phóng xạ có thể theo gió phát tán tới các khu vực dân cư và các khu vực sản xuất nằm cách xa khu mỏ. Tác động của con người do khai thác, chế biến mỏ quặng phóng xạ có làm biến đổi hàm lượng, liều chiếu xạ gây ảnh hưởng đến cán bộ, dân cư khu vực mỏ và lân cận.

Tuy nhiên, các nghiên cứu trong nước hiện nay chưa có sự quan tâm đúng mức với các hoạt động khai thác, chế biến quặng có tính phóng xạ, chưa có phương pháp đánh giá đúng ảnh hưởng môi trường phóng xạ do các hoạt động khai thác, chế biến quặng gây ra đối với cán bộ, người lao động và người dân khu vực xung quanh cơ sở chế biến, khai thác.

Như vậy, tất các những điều trên chứng tỏ tính cấp thiết của đề tài nghiên cứu.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

- Đối tượng nghiên cứu: các chất phóng xạ trong mỏ đồng Sin Quyền, tỉnh Lào Cai

- Phạm vi nghiên cứu: Khu vực khai thác, chế biến quặng và các khu vực dân cư lân cận mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai.

3. MỤC TIÊU CỦA LUẬN ÁN

- Làm sáng tỏ đặc điểm phát tán các chất phóng xạ dẫn đến biến đổi hàm lượng, liều chiếu xạ do hoạt động khai thác, chế biến quặng đồng chứa phóng xạ mỏ Sin Quyền, Lào Cai.

- Đánh giá ảnh hưởng của phóng xạ đến môi trường và sức khỏe con người do hoạt động khai thác, chế biến quặng đồng chứa phóng xạ trên khu vực mỏ đồng Sin Quyền, tỉnh Lào Cai.

4. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU CỦA LUẬN ÁN

- Thu thập, tổng hợp các tài liệu, các công trình nghiên cứu trong và ngoài nước về điều tra, đánh giá môi trường phóng xạ, đặc điểm phát tán của các chất phóng xạ ra môi trường làm biến đổi hàm lượng, liều chiếu xạ.

- Thu thập, tổng hợp các tài liệu về địa chất, khoáng sản, địa hóa, môi trường...từ trước đến nay trong khu vực nghiên cứu.

- Nghiên cứu đặc điểm địa môi trường, sự phân bố, dạng tồn tại của urani nhằm làm sáng tỏ hành vi địa hóa của các chất phóng xạ trong quá trình khai thác, chế biến quặng đồng.

- Nghiên cứu các đặc điểm phát tán phóng xạ do hoạt động khai thác, chế biến quặng đồng chứa phóng xạ (phát tán trong môi trường đất, nước, không khí).

- Nghiên cứu xây dựng mô hình từ lý thuyết đến thực nghiệm xác định sự phát tán khí phóng xạ radon.

- Nghiên cứu các phương pháp phân tích, xử lý thống kê để xác định phong bức xạ tự nhiên địa phương trước khai thác, chế biến và liều hiện thời sau khai thác chế biến làm cơ sở để xác định sự biến đổi liều phục vụ đánh giá ô nhiễm môi trường phóng xạ.

- Đánh giá ảnh hưởng của phóng xạ đối với môi trường do các hoạt động khai thác chế biến quặng đồng mỏ Sin Quyền, Lào Cai.

5. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Để thực hiện các nội dung nghiên cứu nêu trên, NCS đã sử dụng tổng hợp các phương pháp nghiên cứu, gồm:

- Nghiên cứu cơ sở lý thuyết về đặc điểm phát tán phóng xạ do các hoạt động khai thác, chế biến khoáng sản chứa phóng xạ trên thế giới và Việt Nam.

- Phương pháp xây dựng mô hình lý thuyết và thực tế dự đoán phát tán nồng độ radon trong môi trường khi có các hoạt động khai thác, chế biến quặng.

- Phương pháp xác định sự biến đổi hàm lượng, liều chiếu xạ khi có các hoạt động khai thác, chế biến quặng có tính phóng xạ.

- Phương pháp luận giải các kết quả tính toán và đo đạc để lựa chọn phương pháp, cách thức thích hợp nhằm đánh giá ảnh hưởng môi trường phóng xạ do hoạt động khai thác, chế biến khoáng sản.

6. CƠ SỞ TÀI LIỆU

Luận án được thực hiện trên cơ sở tài liệu của do NCS thu thập và nghiên cứu về môi trường phóng xạ trong quá trình công tác tại Liên đoàn Địa chất Xạ - Hiếm; các tài liệu địa chất, địa hóa, môi trường của các nhà khoa học nghiên cứu về mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai. NCS đã trực tiếp thi công các dự án về quan trắc, điều tra, đánh giá môi trường phóng xạ do đơn vị thực hiện và trực tiếp khảo sát thực tế, thu thập số liệu tại khu vực mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai. Ngoài ra, NCS còn tham khảo các tài liệu của nhiều công trình nghiên cứu trong và ngoài nước có liên quan tới phát tán phóng xạ làm biến đổi môi trường khi có các hoạt động khai thác, chế biến khoáng sản...

7. NHỮNG ĐIỂM MỚI CỦA LUẬN ÁN

7.1. Hệ phương pháp nghiên cứu dựa trên cả hai cách tiếp cận đã được đưa ra trên thế giới: vừa nghiên cứu đặc điểm môi trường địa hóa khu vực mỏ đồng Sin Quyền dưới tác động của hoạt động khai thác chế biến, vừa áp dụng hệ phương pháp khảo sát chi tiết môi trường phóng xạ để xác định quy luật phân bố hàm lượng liều chiếu xạ tại khu vực khai thác, chế biến và khu vực dân cư lân cận.

7.2. Phân biệt, làm sáng tỏ đặc điểm môi trường địa hóa khu vực khai thác và chế biến tại mỏ đồng Sin Quyền. Đặc điểm phát tán phóng xạ tại mỏ đồng Sin Quyền trong môi trường nước có liên quan chặt chẽ với đặc điểm địa hóa và quặng hóa do có cộng sinh các khoáng vật phóng xạ, trong đó có khoáng vật uranitnit.

7.3. Xây dựng mô hình từ lý thuyết đến thực nghiệm xác định sự phát tán khí phóng xạ radon theo thung lũng thấp địa hình và tích tụ ở khu vực dân cư có nhiều nhà cửa, cây cối chắn gió.

7.4. Kết quả đánh giá ảnh hưởng môi trường phóng xạ do khai thác, chế biến quặng đồng mỏ Sin Quyền, Lào Cai phục vụ quy hoạch dân cư và phát triển kinh tế xã hội.

8. LUẬN ĐIỂM BẢO VỆ

8.1. *Luận điểm 1:* Hệ phương pháp khảo sát môi trường phóng xạ kết hợp với việc lấy mẫu phân tích địa chất, địa hóa được đề xuất và áp dụng là hệ phương pháp nghiên cứu hợp lý và tin cậy giúp làm sáng tỏ đặc điểm môi trường tại khu vực khai thác, chế biến thuận lợi cho sự hòa tan và vận chuyển các chất phóng xạ

8.2. *Luận điểm 2:* Các đặc điểm phát tán phóng xạ trong môi trường nước do khai thác, chế biến quặng đồng, mỏ Sin Quyền được xác định như sau:

- Khi khai thác, nước tại khai trường có hàm lượng cao của anion HCO_3^- (từ 30 đến 292 mg/l, trung bình là 125mg/l) và độ pH từ 6,3 đến 8,75, trung bình là 7,3 đặc trưng môi trường kiềm yếu làm tăng độ hòa tan của urani từ khoáng vật rắn uraninit lên hàng chục lần.

- Khi chế biến quặng đồng, Pirit và các khoáng vật sulfua khác bị nghiền nhỏ trộn lẫn với quặng tạo ra môi trường axit sulfuric làm độ pH giảm từ 7,3 tới 2,7 (môi trường axit) làm tăng mạnh độ hòa tan urani lên hàng trăm lần.

9. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA LUẬN ÁN

* *Ý nghĩa khoa học:*

- Kết quả nghiên cứu của luận án góp phần nhận thức đầy đủ và toàn diện hơn về đặc điểm phát tán phóng xạ ở mỏ đồng Sin Quyền.

- Kết quả nghiên cứu của luận án góp phần hoàn thiện hệ phương pháp nghiên cứu đặc điểm phát tán và biến đổi môi trường phóng xạ do khai thác, chế biến khoáng sản không chỉ ở mỏ đồng Sin Quyền mà còn áp dụng cho các mỏ khác có các điều kiện tương tự.

- Xác định đầy đủ sự biến đổi môi trường phóng xạ giúp đánh giá ảnh hưởng môi trường phóng xạ do khai thác, chế biến quặng đồng chứa urani, mỏ Sin Quyền.

* *Ý nghĩa thực tiễn:*

Việc xác định chính xác sự biến đổi môi trường phóng xạ khu vực mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai dựa trên các bộ số đo đạc khảo sát thực tế tại hiện trường, bộ số liệu phân tích mẫu phong phú tại các phòng thí nghiệm Ba Lan và trong

nước có độ tin cậy cao giúp đánh giá chính xác ảnh hưởng môi trường phóng xạ phục vụ hiệu quả cho việc quy hoạch khai thác, chế biến hợp lý quặng đồng mỏ Sin Quyền và quy hoạch dân cư, phát triển kinh tế xã hội khu vực.

Luận án được hoàn thành tại Bộ môn Địa vật lý, Trường Đại học Mở - Địa chất dưới sự hướng dẫn khoa học của NGND. GS.TS Lê Khánh Phồn, NGƯT. PGS.TS Nguyễn Văn Lâm. NCS bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới các thầy hướng dẫn khoa học đã luôn sát sao, tận tình trong suốt quá trình học tập, nghiên cứu và hoàn thành luận án. Trong quá trình thực hiện luận án, NCS luôn nhận được sự quan tâm giúp đỡ và tạo mọi điều kiện thuận lợi của Bộ Môn Địa vật lý, Khoa Dầu Khí, Ban Giám hiệu Trường Đại học Mở - Địa chất, Phòng Đào tạo Sau Đại học, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Liên đoàn Địa chất Xạ - Hiếm, cùng các nhà khoa học, các đồng nghiệp. Nghiên cứu sinh xin trân trọng cảm ơn!

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU

1.1. Tình hình nghiên cứu sự phát tán các chất phóng xạ do khai thác, chế biến khoáng sản trên thế giới

Trên thế giới người ta nghiên cứu sự phát tán các chất phóng xạ tự nhiên trong môi trường gây nên bởi ảnh hưởng của các quá trình khai thác, chế biến các mỏ phóng xạ, chứa phóng xạ. Fernandes và các cộng tác viên (Brazil) [50], Jenk và Schreyer (CHLB Đức) [51], Chrusciel [52], Pieczonka và Piestrzynki (Ba Lan) [53], Carvalho và cộng sự (Bồ Đào Nha) [55] [58], Tripathi và cộng sự (Ấn Độ) [56] và nhiều nhà khoa học khác trên thế giới đã có những nghiên cứu xác định và đánh giá mức độ nguy hiểm bởi sự gia tăng hàm lượng các nguyên tố phóng xạ môi trường do khai thác quặng urani, radi. Kết quả khảo sát đánh giá đã đưa ra các biện pháp phục hồi môi trường và biện pháp đảm bảo an toàn phóng xạ cho môi trường và người dân sống xung quanh.

Không những nghiên cứu môi trường phóng xạ tại mỏ khoáng sản phóng xạ urani, các mỏ khoáng sản khác chứa phóng xạ cũng được quan tâm. Roxman và những người khác (CHLB Nga) [74], Adagunodo và cộng sự [61], Gaafar và cộng sự (Ai Cập) [59] đã nghiên cứu, xác định sự tăng cao của phóng xạ trong các mỏ đồng - molybden, mỏ cao lanh... từ đó đưa ra những yêu cầu về bảo vệ bức xạ trong các mỏ chứa phóng xạ.

Để làm rõ hơn sự phát tán phóng xạ trong môi trường trong quá trình khai thác, chế biến khoáng sản phóng xạ, Roxman G.I, Bakhur A.E, Petrova N.V (CHLB Nga) [74] chia ra các chất thải phóng xạ dạng lỏng, khí và rắn.

- a. Sự phát tán các chất phóng xạ dạng lỏng:
- b. Sự phát tán các chất phóng xạ dạng khí:
- c. Sự phát tán các chất phóng xạ dạng rắn:

* Nhận xét: Trên thế giới, để đánh giá ảnh hưởng môi trường phóng xạ do khai thác, chế biến quặng chứa phóng xạ, người ta đã đưa ra hai cách tiếp cận:

- Cách tiếp cận thứ nhất: nghiên cứu đặc điểm môi trường địa hóa khu vực mỏ khoáng sản trong điều kiện oxy hóa của đối biểu sinh.

- Cách tiếp cận thứ hai: áp dụng hệ phương pháp khảo sát chi tiết môi trường phóng xạ, xác định quy luật phân bố hàm lượng liều chiếu xạ tại khai trường, xưởng tuyển, bãi thải và khu vực dân cư lân cận

1.2. Tình hình nghiên cứu tại Việt Nam

Trong công tác nghiên cứu đặc điểm đặc điểm phát tán các chất phóng xạ tại các khu mỏ khoáng sản chứa phóng xạ đã có nhiều nghiên cứu, tiêu biểu là các công trình của Trần Bình Trọng [23, 26], Nguyễn Văn Nam [28], Trịnh Đình Huấn [31, 35], Nguyễn Phương [36], Nguyễn Thái Sơn [37]. Hầu hết các nghiên cứu về đặc điểm đặc điểm phát tán các chất phóng xạ trong môi trường tự nhiên. Trong lĩnh vực điều tra đánh giá ảnh hưởng môi trường do các hoạt động khai thác, chế biến khoáng sản phóng xạ, chứa phóng xạ tại Việt Nam chưa được quan tâm và nghiên cứu chi tiết. Cụ thể, chỉ có nghiên cứu của nhóm tác giả do Trịnh Đình Huấn chủ nhiệm [31] bước đầu đã đưa ra các số liệu làm bằng chứng về sự biến đổi liều chiếu xạ và nguy cơ gây ô nhiễm phóng xạ do các hoạt động thăm dò quặng urani tại khu vực lô A, mỏ urani khu Pà Lừa - Pà Rồng, huyện Nam Giang, tỉnh Quảng Nam. Tuy nhiên, nghiên cứu chưa tính liều biến đổi và làm rõ các đặc điểm phát tán các chất phóng xạ trong các thành phần môi trường nên chưa đánh giá đầy đủ các ảnh hưởng của môi trường phóng xạ đối với cán bộ nhân viên thực hiện và dân cư khu vực lân cận mỏ.

1.3. Những tồn tại và nhiệm vụ nghiên cứu của luận án

Như NCS đã trình bày ở phần trên, các công trình khoa học do các cơ quan, các địa phương và các nhà khoa học đã được tiến hành ở nước ta mới chỉ đề cập đến việc điều tra, khảo sát, đánh giá trường bức xạ tự nhiên. Phương pháp luận và hướng nghiên cứu về đặc điểm phát tán các chất phóng xạ làm biến đổi môi trường do các hoạt động khai thác, chế biến còn chưa được sự quan tâm, nghiên cứu và phát triển để có cái nhìn rõ ràng, khoa học về ảnh hưởng của phóng xạ trong quá trình khai thác, chế biến quặng phóng xạ, chứa phóng xạ ở nước ta. Vì vậy, nhiệm vụ của NCS cần giải quyết những vấn đề sau:

- Xác định được các đặc điểm môi trường địa hóa và đặc điểm phát tán làm biến đổi hàm lượng liều chiếu xạ do các hoạt động khai thác, chế biến khoáng sản.

- Xây dựng hệ phương pháp đánh giá môi trường phóng xạ trong các hoạt động khai thác, chế biến khoáng sản, xác định rõ khái niệm “Công việc bức xạ” (các hoạt động của con người làm biến đổi hàm lượng, liều chiếu xạ như các hoạt động thăm dò, khai thác, chế biến khoáng sản chứa phóng xạ).

- Làm rõ khái niệm “Phông bức xạ tự nhiên” khi đánh giá ảnh hưởng phông xạ đối với “công việc bức xạ” là “phông bức xạ tự nhiên địa phương” được xác định trên diện tích có tác động của con người làm biến đổi hàm lượng, liều chiếu.

CHƯƠNG 2. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA CHẤT KHOÁNG SẢN VÀ TÌNH HÌNH KHAI THÁC, CHẾ BIẾN MỎ ĐỒNG SIN QUYỀN, TỈNH LÀO CAI

2.1. Vị trí không gian và lịch sử nghiên cứu địa chất – địa vật lý vùng mỏ Sin Quyền, tỉnh Lào Cai.

2.1.1. Khái quát vị trí vùng nghiên cứu của mỏ đồng chứa phóng xạ

Mỏ đồng Sin Quyền thuộc ở bờ phải Sông Hồng nằm kéo dài từ các bản Vi Kẽm, Cốc Mỹ đến trung tâm xã Bản Vược huyện Bát Xát, tỉnh Lào Cai. Khu vực mỏ có diện tích 200ha được Bộ Tài nguyên và Môi trường cấp phép.

2.1.2. Lịch sử nghiên cứu địa chất – địa vật lý khu vực mỏ Sin Quyền

Năm 1960, Đoàn 135 đã phát hiện các bất thường phóng xạ ở gần bản Vi Kẽm, Sin Quyền. Năm 1975, kết quả thăm dò tỉ mỉ mỏ đồng Sin Quyền đã xác định được hàm lượng phóng xạ cao trong các thân quặng đồng bằng các tài liệu địa vật lý lỗ khoan, cho thấy sự tương quan cao giữa các thân quặng đồng và cường độ gamma đo được, chứng tỏ có sự cộng sinh phóng xạ trong quặng đồng Sin Quyền.

Công tác khai thác mỏ Đồng Sin Quyền - Lào Cai được Tổng Công ty Khoáng sản Việt Nam tiến hành từ năm 2006 đến nay.

Trong những năm 2000, tác giả Lê Khánh Phồn đã thực hiện công tác điều tra khảo sát môi trường phóng xạ tại khu vực, kết quả đã xác định một số thành phần môi trường phóng xạ trong khu vực mỏ vượt giới hạn cho phép.

2.2. Đặc điểm tự nhiên và kinh tế xã hội liên quan tới mỏ Sin Quyền

Vùng Sin Quyền nằm ở cánh phía Đông Bắc dãy Hoàng Liên Sơn và là lưu vực Tây Nam của Sông Hồng. Đồi núi ở đây được trải dài thành những dải theo hướng Tây Bắc - Đông Nam. Giữa những dãy núi đồi là những thung lũng hẹp, kéo dài. Địa hình phía Tây Nam cao giảm dần về phía sông Hồng, bị phân cắt rất phức tạp, các thung lũng trong khu vực này rộng, đường phân thủy kéo dài và dốc.

- Đặc điểm khí hậu: Khu vực mỏ Sin Quyền nằm ở phía Tây Bắc nước ta nên có tính chất chung của khí hậu miền nhiệt đới. Về mùa rét chịu ảnh hưởng

của gió mùa Đông Bắc, về mùa hè chịu ảnh hưởng của gió lục địa rất khô nóng như gió phơn. Khí hậu trong vùng chia làm hai mùa rõ rệt: mùa khô bắt đầu từ tháng 10 đến tháng 4 năm sau, mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 9. Nhiệt độ bình quân hàng năm là 22,5⁰C, cao nhất là 42⁰, thấp nhất là 2⁰. Độ ẩm từ 70 đến 85%. Lượng mưa hàng năm từ 1400 đến 1800mm, lượng mưa ngày lớn nhất xác định được là 212mm.

- Đặc điểm thủy văn: Sông suối trong vùng chảy theo hai hướng gần như thẳng góc với nhau, theo hướng Tây Bắc- Đông Nam và hệ thống các suối chảy theo hướng Tây Nam- Đông Bắc. Sông Hồng là con sông duy nhất và lớn nhất trong khu vực.

2.3. Đặc điểm địa chất khoáng sản khu vực nghiên cứu

2.3.1. Địa tầng

Tham gia vào cấu tạo địa chất mở đồng Sin Quyền có mặt các thành tạo trầm tích biến chất thuộc giới Proterozoi, Paleozoi và rất ít thành tạo Kainozoi cụ thể như sau:

1. Giới Proterozoi (PR)

* *Hệ tầng Suối Chiềng (PR_{1sc}):*

* *Hệ tầng Sin Quyền (PR_{sq}):* Đây là hệ tầng có chứa quặng đồng.

2. Giới Paleozoi (PZ)

* *Hệ tầng Cam Đường (C_{m1cd}).*

3. Giới Menozoi (MZ)

Hệ tầng Thùng Sáng (Pts):

4. Giới Kainozoi (KZ)

* *Hệ tầng Văn Yên (N_{1vy}):*

* *Hệ Đệ Tứ (Q):*

2.3.2. Magma xâm nhập

* *Phức hệ Po Sen (GD_i/PZ_{1ps}):*

- *Xâm nhập granit biotit và plagiogranit chưa rõ tuổi.*

2.3.3. Đặc điểm kiến tạo

* *Hệ thống đứt gãy*

* *Hệ thống khe nứt:*

2.3.4. Đặc điểm địa chất quặng đồng mỏ đồng Sin Quyền

Trong khu mỏ, quặng đồng phân bố chủ yếu trong đá biến chất trao đổi và đá gneisbiotit migmatit. Ngoài ra còn một phần nhỏ phân bố trong granitoid, pegmatit và rất hiếm trong đá phiến thạch anh 2 mica, granitogneis, amphibolit. Đá biến chất trao đổi phân bố rất rộng rãi và là đá chứa quặng chính trong khu mỏ. Theo kết quả thăm dò, trong khu mỏ có 17 thân quặng đồng dạng thấu kính, chuỗi mạch, mạch tách nhánh và dạng mạch buồng.

Kết quả phân tích mẫu quặng đồng mỏ Sin Quyền tại phòng thí nghiệm Địa chất môi trường đại học AGH Ba Lan cho thấy, khoáng vật uraninit có kích thước đến 150 μm và hình thành cùng với magmetit và sulphyr.

Ngoài ra, trong mỏ đồng Sin Quyền còn có các khoáng sản đi kèm khác gồm: sắt, $\Sigma\text{TR}_2\text{O}_3$, vàng, bạc, lưu huỳnh, coban, urani (hàm lượng trung bình: 0,005 - 0,08%),....

2.4. Tình hình khai thác, chế biến mỏ đồng Sin Quyền

2.4.1. Cơ sở hạ tầng và tình hình khai thác

1. *Khu vực khai trường:* Mỏ đồng Sin Quyền gồm 2 moong khai thác: Khai trường khu Đông và Khai trường khu Tây.

2. *Các công trình phụ trợ trong khu vực mỏ gồm:*

- Nhà máy tuyển: Nhà máy tuyển nổi đồng Sin Quyền, Lào Cai đã hoàn thành và đi vào hoạt động từ tháng 4 năm 2006 đến nay.

- Bãi thải đất đá và bãi thải quặng đuôi:

- Hệ thống đường vận tải trong mỏ:

- Kiến trúc và xây dựng:

- Hệ thống thoát nước mỏ:

2.4.2. Công nghệ chế biến của nhà máy đồng Sin Quyền

Công nghệ tuyển khoáng áp dụng công nghệ tuyển lưu trình liên hợp tuyển nổi - tuyển từ, không dùng hóa chất. Các khâu trong công nghệ gồm: Nghiền đập, phân cấp, tuyển trọng lực, tuyển nổi và tuyển từ để loại bỏ đất đá nâng chất lượng tinh quặng đồng từ 0,85% lên 23% C.

CHƯƠNG 3. NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM PHÁT TÁN PHÓNG XẠ MỎ ĐỒNG SIN QUYÊN, LÀO CAI

3.1. Hệ phương pháp nghiên cứu

3.1.1. Cơ sở khoa học lựa chọn hệ phương pháp nghiên cứu

3.1.1.1. Sự hòa tan và rửa lã urani từ quặng, khoáng vật và đá trong nước tự nhiên

a. Ảnh hưởng thành phần anion trong nước đến sự chuyển hóa urani từ quặng vào dung dịch nước: Sự có mặt của ion HCO_3^- trong nước đã làm tăng mạnh lượng urani được chuyển dịch từ quặng vào dung dịch. Thậm chí khi $\text{pH} = 7$ hàm lượng urani trong dung dịch chứa ion HCO_3^- đã tăng gấp 10 lần.

b. Ảnh hưởng của oxy đối với sự dịch chuyển từ các khoáng vật và quặng và dung dịch nước: Theo các tài liệu thực nghiệm [70], [74] cho thấy, khi hòa tan các khoáng vật uraninit, nasturan trong nước chứa oxy với sự có mặt của pyrit, tạo ra môi trường axit sunfuric trong dung dịch, làm tăng đáng kể cường độ hòa tan urani trong khoáng vật, đặc biệt khi nước bão hòa oxy. Từ các khoáng vật chứa pyrit, khi có mặt nước chứa oxy sẽ chuyển hóa vào dung dịch nước lượng urani lớn hơn 20 lần lượng urani so với không có oxy (xem bảng 3.1).

c. Ảnh hưởng của thành phần vật chất của quặng đến sự chuyển hóa urani vào dung dịch nước: Trong môi trường axit sunfat, urani chuyển hóa mạnh hơn so với trong môi trường cacbonat. Khi có mặt một mình Pyrit, hàm lượng urani trong dung dịch tăng lên 100 lần ngay cả khi $\text{pH} = 4,5$.

3.1.1.2. Các dạng vận chuyển của urani trong nước

Các dạng vận chuyển urani trong nước là đa dạng và phụ thuộc vào pH và thành phần hóa học của nước.

3.2. Các phương pháp nghiên cứu sự phát tán chất phóng xạ do hoạt động khai thác, chế biến mỏ đồng Sin Quyên

3.2.1. Phương pháp thu thập, tổng hợp các loại tài liệu:

- + Khảo sát trước khai thác.
- + Khảo sát năm 2000.
- + Khảo sát của công ty khai thác, chế biến mỏ.
- + Khảo sát môi trường phóng xạ đã thực hiện trong khuôn khổ của đề tài hợp tác song phương Việt Nam – Ba Lan.

3.2.2. Phương pháp lộ trình địa chất môi trường

3.2.3. Phương pháp đo suất liều gamma môi trường

3.2.4. Phương pháp đo phổ gamma môi trường

3.2.5. Phương pháp phổ alpha đo nồng độ radon, toron trong không khí

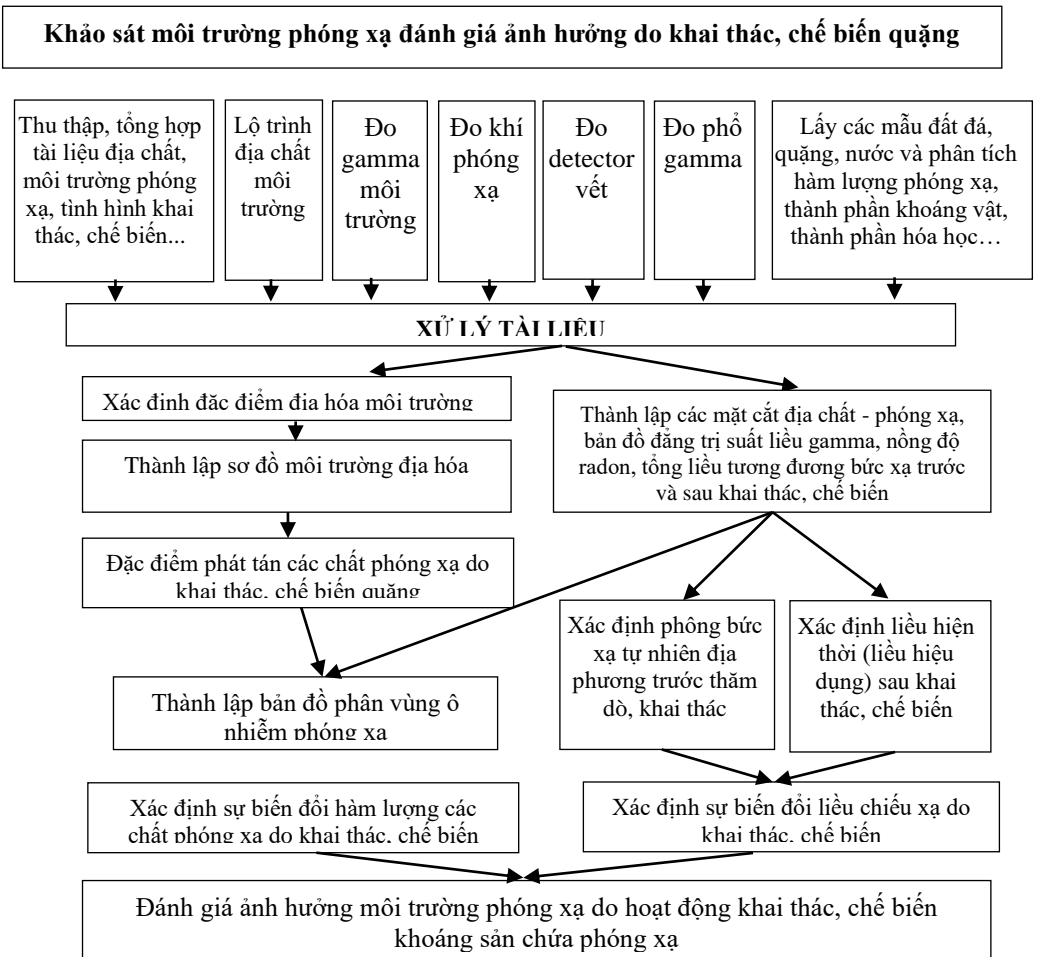
3.2.6. Phương pháp đo detector vết alpha

3.2.7. Phương pháp quan trắc môi trường phóng xạ

3.2.8. Lấy và phân tích mẫu

3.2.9. Phương pháp phân tích, xử lý, tổng hợp tài liệu

Tóm lược lại hệ phương pháp nghiên cứu theo sơ đồ sau:



3.3. Kết quả nghiên cứu đặc điểm phát tán do khai thác, chế biến quặng đồng, mỏ Sin Quyền

3.3.1. Đặc điểm môi trường khu vực mỏ đồng Sin Quyền

Môi trường phóng xạ khu vực nghiên cứu gồm môi trường phóng xạ "nền" trước khai thác và môi trường phóng xạ tại thời điểm đánh giá (tạm gọi là môi trường phóng xạ sau khai thác).

3.3.1.1. Đặc điểm thành phần khoáng vật, thành phần hóa học của đá, quặng đồng và chất thải khu vực Sin Quyền:

Kết quả nghiên cứu bằng kính hiển vi trong 40 mẫu đá, quặng và chất thải đã xác định được thành phần khoáng vật trong khu vực Sin Quyền Lào Cai gồm các khoáng vật chính là magnetit, pyrit, pyrotin, chalcopyrit, sphalerit; ilmenit, marcasit, tennantit, cubanit, arsenopyrit, galena, bismut là những khoáng vật thứ yếu. Kết quả soi kính cũng đã xác định được các tinh thể Uraninit trong các magnetit - quặng sulphide lớn

Kết quả đo phổ gamma trong phòng thí nghiệm các thành phần đồng vị ^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K trong các mẫu đá và quặng tại mỏ đồng Sin Quyền đã xác hệ số tương quan là 0,78 giữa hàm lượng urani cộng sinh trong quặng và hàm lượng đồng trong quặng (xem Hình 3.4). Như vậy trong mỏ đồng Sin Quyền ^{238}U có mối liên hệ chặt chẽ với quặng đồng.

3.3.1.2. Đặc điểm môi trường địa hoá phóng xạ khu vực mỏ đồng Sin Quyền

Kết quả phân tích thành phần hóa học các mẫu cho thấy nước tại khai trường trong vùng mỏ Sin Quyền có hàm lượng anion HCO_3^- cao từ 82 đến 272 mg/l, trung bình là 178mg/l, độ pH dao động trong khoảng 7,2 – 8,05 trung bình là 7,7 đặc trưng cho môi trường kiềm yếu yếu (xem bảng 3.5). Bên cạnh đó, thế oxy hóa khử E_h của nước trong khu vực khai thác đều có giá trị $E_h > 250\text{mV}$ đặc trưng cho môi trường oxy hóa mạnh là môi trường thuận lợi cho việc hòa tan urani từ các khoáng vật của nó ra môi trường. Trên sơ đồ địa hóa môi trường (hình 3.8) đã khoanh định được 2 dị thường lượng ^{238}U , ^{234}U tại khai trường Tây, khai trường Đông. Dị thường ^{238}U , ^{234}U tại khai trường Tây có dạng kéo dài hướng Tây Nam – Đông Bắc theo hướng dòng chảy từ khai trường Tây tới vị trí lấy mẫu nước ở Ngòi Phát. Điều đó chứng tỏ Urani

trong quặng đồng do khai thác lộ ra trong đới thoát khí, bị hòa tan vận chuyển, phát tán ra nước của Ngòi Phát.

Tại khu vực xường tuyển liên quan đến hoạt động chế biến quặng, trong quá trình chế biến, đá, quặng đồng có chứa pyrit và các khoáng vật sulfua khác bị nghiền nhỏ, trộn lẫn. Dưới tác dụng của oxy và nước tự nhiên lưu huỳnh bị oxy hóa tạo ra môi trường axit sunfuaric làm độ pH trong nước thải, chất thải thay đổi nhanh chóng giảm từ 7,3 xuống giá trị thấp nhất là 2,7. Tại khu vực hồ thải, hồ nước dùng để tuyển quặng độ pH dao động từ 2,7 đến 3,64, hàm lượng anion HCO_3^- rất thấp xuống dưới 0,5mg/l. Giá trị pH thấp và tính chất oxy hóa mạnh (giá trị Eh >300mV) của môi trường làm tăng khả năng hòa tan, phát tán urani từ khoáng vật rắn uraninit vào nước của xường tuyển, hồ thải. Trên sơ đồ địa hóa môi trường (hình 3.8) xác định được dị thường ^{238}U với hàm lượng là 12,7Bq/l, ^{234}U với hàm lượng là 13,1Bq/l tại hồ thải gây ra do nước thải có hàm lượng cao của urani chảy ra từ xường chế biến quặng đồng.

3.3.2. Đặc điểm phát tán các chất phóng xạ trong môi trường nước

Khi mở khai thác với quy mô nhỏ (năm 2000), khu vực khai thác và nhà máy tuyển nằm ở phần diện tích khai trường Tây của mỏ, mỏ đồng Sin Quyền chưa xây dựng khu vực chế biến quặng. Khi đó tổng hoạt độ alpha, beta của các mẫu nước tại khai trường, nước xường nghiền, nước suối Ngòi Phát thải đều tăng cao và có giá trị vượt tiêu chuẩn cho phép (các mẫu nước có tổng hoạt độ $\alpha > 0,1$ Bq/l, tổng hoạt độ $\beta > 1,0$ Bq/l) gây ra một diện tích ô nhiễm xấp xỉ 0,55km² bao trùm toàn bộ moong khai thác, xường tuyển và đoạn suối Ngòi Phát lân cận khai trường (xem hình 3.9).

Từ năm 2015, quy mô mỏ tăng lên đã mở rộng khu vực khai thác quặng đồng, mở rộng khai trường Tây, đưa vào khai thác trường Đông, các bãi thải quặng đuôi và khu vực chế biến quặng đồng được xây dựng mới với xường tuyển, hồ nước thải, bãi thải nằm cách khu khai trường khoảng hơn 1km.

Kết quả khảo sát môi trường nước tại khu vực khai trường, hàm lượng anion HCO_3^- từ 82 đến 272 mg/l, trung bình là 178mg/l, pH trung bình là 7,7 đặc trưng cho môi trường kiềm yếu, đồng thời Eh của nước trong khu vực khai thác đều có giá trị $E_h > 250\text{mV}$ đặc trưng cho môi trường oxy hóa mạnh, thoát khí thuận lợi cho việc hòa tan, vận chuyển urani từ các khoáng vật ra

môi trường. Chính vì vậy, đây là nguyên nhân làm cho nước tại khu vực khai thác gồm khai trường Đông, Tây và một phần suối Ngòi Phát cắt qua khai trường có tổng hoạt độ α và β tăng cao vượt quá tiêu chuẩn cho phép với tổng diện tích khoảng 1,5 km², lớn hơn gấp 3 lần diện tích ô nhiễm năm 2000 (xem hình 3.10).

3.3.3. Đặc điểm phát tán các chất phóng xạ trong môi trường đất

Sơ đồ hình 3.9 thành lập theo kết quả khảo sát năm 2000, khi quy mô khai thác quặng nhỏ nằm trên khai trường phía Đông, diện tích ô nhiễm phóng xạ trong môi trường đất có hàm lượng Urani $q_u > 30\text{ppm}$ (vượt quá tiêu chuẩn cho phép đối với vật liệu xây dựng) có diện tích khoảng 0,4 km² nằm trên khu vực khai trường Tây và bãi thải. Khu vực chế biến khoáng sản chưa bị ô nhiễm do chưa xây dựng.

Sơ đồ hình 3.10 thành lập theo kết quả khảo sát năm 2015 và kiểm tra lại năm 2017, 2018 cho thấy, khi quy mô khai thác, chế biến quặng tăng lên, tổng diện tích ô nhiễm đất ($q_u > 30\text{ppm}$) trong toàn bộ khu vực mở tăng lên gần 4 lần (xấp xỉ 1,5km²), trong đó diện tích ô nhiễm đất khu vực khai thác (khai trường Tây, Đông, bãi thải) là 1,3km² và khu vực chế biến khoáng sản (xưởng tuyển, luyện) là 0,2km².

Diện tích ô nhiễm đất tăng do quá trình khai thác quặng đồng là do quá trình mở rộng quy mô khai thác mỏ đồng Sin Quyền. Tuy nhiên, diện tích ô nhiễm phóng xạ môi trường đất chỉ nằm trong khu vực khai trường, xưởng tuyển, bãi thải, chứng tỏ các chất phóng xạ được phát tán trong pha rắn. Hàm lượng các chất phóng xạ biến đổi trong môi trường đất do đuôi quặng, đá thải được san ủi, vận chuyển ra xung quanh khai trường và chứa trong các bãi thải.

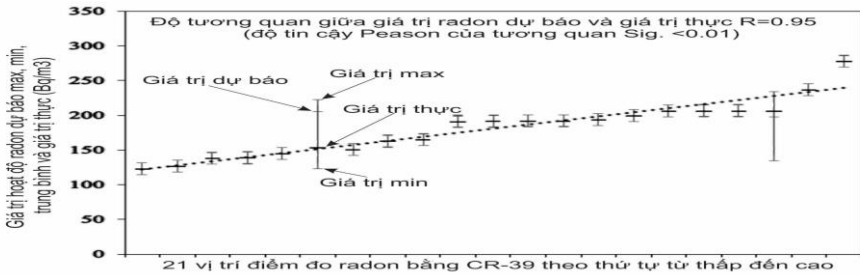
3.3.4. Đặc điểm phát tán phóng xạ trong không khí

3.3.4.1. Cơ sở lý thuyết và thực tiễn của việc lựa chọn phương pháp

Ứng dụng thuật toán M5P như một công cụ xử lý và phân tích số liệu, từ đó xây dựng mô hình khuếch tán Radon dựa trên đối tượng cụ thể là urani (với giá trị đặc trưng suất liều gamma ở độ cao 1m) ở trong mỏ Đồng Sin Quyền. Bộ dữ liệu sử dụng cho mô hình phát tán bao gồm 5.000 điểm dữ liệu mạng lưới kèm theo tọa độ giá trị suất liều gamma trong khu vực mỏ đồng Sin Quyền; dữ liệu đo suất liều gamma, khí radon bằng CR-39 ở trong và ngoài nhà của 21 nhà dân xung quanh mỏ Sin Quyền.

Kết quả sau khi chạy mô hình đã dự đoán nồng độ khí phóng xạ radon trong 21 nhà dân tại khu vực tái định cư gần khu vực mỏ. Sử dụng M5P góp phần xây dựng mô hình phát tán khí với các kết quả đánh giá độ tin cậy Pearson (Sig <0.01) về hằng số tương quan và với giá trị hằng số tương quan $R=0,95$ cho độ sai lệch giữa giá trị trung bình dự báo và trị thực hoạt độ radon tích lũy đo được bằng CR-39 (xem hình 3.15).

Vì vậy, có thể khẳng định nồng độ khí phóng xạ radon đo được tại các khu vực nhà dân là do sự phát tán từ mỏ đồng Sin Quyền trong quá trình khai thác quặng. Tuy nhiên, do mới chỉ nghiên cứu tại 21 nhà dân độc lập có vị trí khác nhau ở một khu vực tái định cư mỏ đồng Sin Quyền nên nghiên cứu về đặc điểm phát tán khí phóng xạ trong luận án mới chỉ mang tính chất xây dựng phương pháp và thử nghiệm bước đầu.



Hình 3.15. Đồ thị thể hiện sự tương quan dự đoán phát tán khí Radon tại nhà dân quanh khu vực mỏ đồng Sin Quyền

CHƯƠNG 4. XÁC ĐỊNH SỰ BIẾN ĐỔI VÀ ĐÁNH GIÁ ẢNH HƯỞNG MÔI TRƯỜNG PHÓNG XẠ DO KHAI THÁC CHẾ BIẾN QUẶNG ĐỒNG CHỨA URANI, MỎ SIN QUYỀN

4.1. Phương pháp nghiên cứu sự biến đổi liều chiếu xạ do các hoạt động khai thác, chế biến

4.1.1. Cơ sở lựa chọn và phương pháp xác định

4.1.1.1. Cơ sở lựa chọn phương pháp

Đối với công việc bức xạ, người ta cũng đã xác định giá trị giới hạn liều bằng một con số cụ thể đối với cán bộ chuyên môn nhóm A là 20mSv/năm, đối với dân thường nhóm C là 1mSv/năm (không kể phóng bức xạ tự nhiên).

Người dân hoặc cán bộ trong quá trình sinh sống và hoạt động nghề nghiệp có thể có mặt tại bất cứ địa điểm nào trong khu vực mỏ và chịu liều chiếu xạ được trung bình hóa của toàn bộ môi trường mà người ta sinh sống.

4.1.1.2. Phương pháp xác định liều biến đổi

Tại mỗi ô tiến hành xây dựng biểu đồ tần suất suất liều bức xạ gamma và nồng độ radon trong không khí. Đối với các ô biểu đồ tần suất có dạng phân phối chuẩn thì coi như có sự đồng nhất về thành phần vật chất. Khi đó xác định giá trị trung bình suất liều gamma, nồng độ Radon theo giá trị trung bình cộng. Đối với các ô có thành phần không đồng nhất, biểu đồ tần suất không có dạng phân phối chuẩn, chia từng ô thành 2 phần: diện tích ô trong khu vực thân quặng và diện tích ô ngoài thân quặng. Tính giá trị trung bình suất liều gamma và nồng độ radon của cả khu mỏ trước và sau thăm dò, khai thác chế biến. Từ đó xác định được liều chiếu trong qua đường hô hấp và liều chiếu ngoài.

4.1.2. Xác định sự biến đổi môi trường phóng xạ do khai thác, chế biến quặng đồng mỏ Sin Quyền

4.1.2.1. Xác định sự biến đổi hàm lượng phóng xạ

a. Sự biến đổi hàm lượng phóng xạ trong môi trường nước

Quá trình khai thác, chế biến mỏ đồng Sin Quyền từ năm 2000 đã gây ra một diện tích ô nhiễm xấp xỉ 0,55 km² bao trùm toàn bộ moong khai thác, xưởng tuyển và đoạn ngòi phát lân cận khai trường và khi quy mô khai thác, chế biến tăng lên, tất cả các mẫu nước tại khai trường Đông, Tây, xưởng tuyển, bãi thải rắn, hồ nước thải với diện tích khoảng 1,9km² gấp hơn 7 lần kết quả khảo sát ban đầu.

b. Sự biến đổi hàm lượng phóng xạ trong môi trường đất

Trước khai thác, hàm lượng các nguyên tố phóng xạ U, Th, K trên các lớp bồi tích khu vực Ngòi Phát tương ứng là $q_U \sim 5\text{ppm}$, $q_{Th} \sim 10\text{ppm}$, $q_K \sim 3\%$.

Kết quả khảo sát năm 2000, diện tích có hàm lượng Urani cao $q_U > 30\text{ppm}$ khoảng 1km² nằm trên khu vực khai trường, bãi thải, xưởng tuyển. Từ năm 2015, khi quy mô khai thác chế biến quặng tăng, diện tích ô nhiễm đất với $q_U \geq 30\text{ppm}$ tăng khoảng 4 lần (xấp xỉ 1,5km²) nằm trên diện tích của các khu khai trường Đông, Tây xưởng tuyển và bãi thải. Hàm lượng urani trong quặng

đồng biến thiên khoảng 300 – 740ppm và trong đất đá khoảng từ 30- 600ppm. Như vậy, các hoạt động khai thác chế biến quặng đồng Sin Quyền đã làm biến đổi thành phần phóng xạ trong đất cả về quy mô lẫn hàm lượng.

c. Sự biến đổi nồng độ khí phóng xạ

Trước khai thác, nồng độ radon trong không khí tại khu vực nghiên cứu thấp dao động từ 10 đến 70Bq/m³, khu vực có nồng độ trên 30Bq/m³ tập trung tại khai trường tây (hình 4.1), toàn bộ diện tích khu vực mỏ đồng Sin Quyền an toàn về nồng độ khí phóng xạ. Năm 2000 (hình 4.2) khoan định được diện tích khoảng 7000m² tại khu xưởng tuyển có nồng độ $N_{Rn} > 150 \text{ Bq/m}^3$ vượt quá tiêu chuẩn cho phép. Kết quả khảo sát năm 2015 và kết quả kiểm tra năm 2017, 2018 (hình 4.3), diện tích ô nhiễm khí phóng xạ $NRn > 150\text{Bq/m}^3$ bao trùm cả khai trường Tây, Đông, xưởng tuyển và khu vực dân cư ven Ngòi Phát và bờ phải sông Hồng với diện tích hàng chục km². Từ năm 2015 diện tích ô nhiễm khí phóng xạ tăng 5 lần so với năm 2000, nồng độ Rn tăng xấp xỉ hai lần so với năm 2000.

Khí Rn tại khai trường, xưởng tuyển, bãi thải theo hướng gió lan truyền, phát tán đến khu vực dân cư, cách khai trường hơn 1 km, gây ra diện tích ô nhiễm khí phóng xạ vượt quá tiêu chuẩn cho phép về nồng độ khí phóng xạ trong không khí đối với dân chúng. Vì khu dân cư có địa hình thấp và có nhà cửa, cây cối che chắn nên nồng độ khí phóng xạ có xu hướng tăng dần từ khai trường tới khu vực dân cư.

4.1.2.2. Xác định sự biến đổi liều chiếu xạ

a. Xác định sự biến đổi suất liều gamma môi trường

Trước khai thác, giá trị suất liều gamm môi trường biến thiên từ 0,1 - 0,5 $\mu\text{Sv/h}$. Kết quả khảo sát trong những năm 2000 cho thấy, giá trị suất liều gamma biến thiên từ 0,1 đến $> 0,7 \mu\text{Sv/h}$. Giá trị suất liều gamma có sự biến đổi đáng kể tại khu vực khai trường Tây, xưởng tuyển. Từ năm 2015, giá trị suất liều tiếp tục có sự biến đổi đáng kể tại khu vực khai trường Đông, khai trường Tây, tạo thành một dải dị thường theo hướng tây bắc - đông nam có cường độ $> 0,3\mu\text{Sv/h}$ bao trùm lên hai khai trường. Suất liều gamma trong khu vực mỏ biến đổi từ 0,2 đến $>1\mu\text{Sv/h}$, tại khai trường suất liều gamma có giá trị từ 0,5 đến $>1\mu\text{Sv/h}$, xưởng tuyển $> 0,3\mu\text{Sv/h}$.

b. Xác định sự biến đổi liều chiếu xạ

Để xác định liều biến đổi trong quá trình khai thác, chế biến cần phải xác định được liều chiếu xạ trước khai thác và liều chiếu hiện thời (tại thời điểm đánh giá). Bởi vì các tuyến khảo sát và các điểm đo thường có sự phân bố không đều trên diện tích, NCS đã chia diện tích khu mỏ thành 74 ô có diện tích bằng nhau, (mỗi ô $\sim 0,18\text{km}^2$).

NCS chia khu vực nghiên cứu ra làm hai khu vực (hình 4.7) là khu dân cư (khu C) và khu cán bộ công nhân viên (khu B), từ đó tính toán liều hiệu dụng cho từng đối tượng cụ thể.

Tại mỗi ô tiến hành xác định giá trị đặc trưng suất liều bức xạ gamma và nồng độ radon trong không khí bằng phương pháp xây dựng biểu đồ tần suất.

* *Đặc trưng các tham số môi trường phóng xạ trước khai thác:* Giá trị suất liều gamma $< 0,20 \mu\text{Sv/h}$ chiếm khoảng 70% diện tích khu vực; giá trị suất liều gamma từ $0,20-0,30 \mu\text{Sv/h}$ chiếm khoảng 30%. Do đó NCS xác định được giá trị suất liều gamma trước khai thác là $I_g = 0,15 \times 0,7 + 0,25 \times 0,3 = 0,18 \mu\text{Sv/h}$.

Tương tự như vậy, nồng độ khí radon trong không khí khu vực mỏ trước giai đoạn khai thác, chế biến khoáng sản nằm trong khoảng từ 10 đến 70Bq/m^3 (hình 4.1), giá trị nồng độ khí radon trung bình trước khai thác là: $15 \times 0,7 + 25 \times 0,3 = 18\text{Bq/m}^3$.

* *Đặc trưng các tham số môi trường phóng xạ sau khai thác*

Khoanh khu vực mỏ thành hai diện tích: Diện tích khai trường và xưởng tuyển (gồm 49 ô) không cho phép dân được ra vào, có nghĩa là liều chiếu xạ chỉ ảnh hưởng đến cán bộ và công nhân tham gia sản xuất; diện tích khu nhà dân, bãi thải và hồ thải (gồm 25 ô) liều chiếu xạ ảnh hưởng trực tiếp đến dân cư.

* Đối với diện tích khai trường, xưởng tuyển: xây dựng biểu đồ tần suất suất liều (hình 4.10), xác định được giá trị suất liều đặc trưng cho khu vực khai trường, xưởng tuyển $\bar{H}_{SL} = 0,38 \mu\text{Sv/h}$.

* Đối với diện tích khu dân cư bãi thải, hồ thải được chia làm 26 ô:

Theo biểu đồ tần suất liều (hình 4.11), xác định được giá trị suất liều trung bình cho khu vực dân cư, bãi thải, hồ thải: $\bar{H}_{SL} = 0,22 \mu\text{Sv/h}$.

- *Xác định giá trị nồng độ khí phóng xạ radon sau khai thác:*

Giá trị đặc trưng nồng độ Rn trong không khí khu vực khai trường, xưởng tuyn $N_{Rn} = 37,7\text{Bq/m}^3$ (hình 4.14).

Giá trị đặc trưng Rn tại khu vực dân cư nằm trên địa hình cao thông thoáng, bãi thải, hồ thải $N_{Rn} = 23,6\text{Bq/m}^3$ (hình 4.15).

* Giá trị tổng liều trước khai thác chế biến (phông bức xạ tự nhiên đặc trưng của khu mỏ) và liều chiếu sau khai thác, chế biến được xác định theo công thức sau:

$$H\Sigma(\text{mSv/năm}) = H_n(\text{mSv/năm}) + H_p(\text{mSv/năm}) + H_t(\text{mSv/năm})$$

$$\text{Liều chiếu biến đổi} = H\Sigma(\text{mSv/năm}) (\text{sau}) - H\Sigma (\text{mSv/năm}) (\text{trước})$$

Trên cơ sở xác định các giá trị đặc trưng, NCS đã tính liều trước khai thác chế biến và liều sau khai thác, chế biến và liều biến đổi khu vực nghiên cứu được đưa ra trong bảng 4.7:

Bảng 4.7. Kết quả tính liều chiếu biến đổi do hoạt động khai thác, chế biến

TT	Liều Đối tượng	Liều chiếu xạ trước khai thác, chế biến (phông bức xạ tự nhiên địa phương) (mSv/năm)				Liều chiếu xạ sau khi có hoạt động khai thác, chế biến (mSv/năm)				Liều biến đổi do hoạt động khai thác, chế biến khoáng sản (mSv/năm)
		Hn	Hp	Hd	HΣ	Hn	Hp	Hd	HΣ	
1	Cán bộ CNV	1,66	1,00	0,06	2,72	3,33	1,77	0,1	5,2	2,48
2	Dân chúng	1,66	1,00	0,06	2,72	2,00	1,11	0,1	3,21	0,49
3	Dân chúng khu tái định cư	1,66	1,00	0,06	2,72	2,00	6,25	0,1	8,35	5,65

Như vậy, xác định được liều biến đổi đối với cán bộ công nhân tham gia khai thác, chế biến khoáng sản mỏ đồng Sin Quyền là 2,48mSv/năm, còn đối với dân cư rải rác ở khu vực có địa hình cao, thoáng là 0,49mSv/năm, dân chúng khu vực tái định cư là 5,65mSv/năm.

4.2. Đánh giá ảnh hưởng môi trường phóng xạ do khai thác chế biến quặng đồng mỏ Sin Quyền, Lào Cai

4.2.1. Cơ sở pháp lý đánh giá ảnh hưởng môi trường phóng xạ do khai thác, chế biến khoáng sản chứa phóng xạ

Cơ sở pháp lý để đánh giá gồm các khuyến cáo của Ủy ban Quốc tế về an toàn bức xạ (ICRP):

- Mức liều hiện thời hàng năm $\geq 10\text{mSv/năm}$ là mức liều cần thiết can thiệp (bắt đầu xem xét các hành động can thiệp).

- Mức liều hiện thời hàng năm $< 10\text{mSv/năm}$ không thực sự cần thiết can thiệp. Tuy nhiên có thể can thiệp để giảm một thành phần có tỷ trọng lớn của tổng liều.

- Trong trường hợp mà mức liều tương đương hàng năm vượt quá ngưỡng liều gây ra những hiệu ứng tất định cho một cơ quan nào đó của cơ thể thì việc can thiệp là cần thiết.

- Nếu mức liều hiện thời hàng năm đạt đến 100mSv thì buộc phải can thiệp.

* Đối với việc kiểm soát và đảm bảo an toàn bức xạ trong chiếu xạ nghề nghiệp và chiếu xạ công chúng phải tuân thủ các quy định của thông tư số 19/2012/TT-BKHCN ngày 08/11/2012 của Bộ Khoa học Công nghệ.

4.2.2. Đánh giá ảnh hưởng môi trường phóng xạ do khai thác chế biến quặng đồng mỏ Sin Quyền, Lào Cai

4.2.2.1. Đánh giá ảnh hưởng sự biến đổi hàm lượng phóng xạ

Theo kết quả phân tích hàm lượng các chất phóng xạ trong mẫu nước tại các khai trường, xưởng tuyển, bãi thải, hồ nước thải đều có tổng hoạt độ α, β vượt tiêu chuẩn an toàn cho phép, không được dùng làm nước sinh hoạt, ăn uống (bảng 4.9).

Khí Rn phát tán từ các khai trường, xưởng tuyển, bãi thải đã làm tăng nồng độ Rn tại khu vực sản xuất và khu vực dân cư lân cận. Tại phòng điều hành của phó quản đốc xưởng tuyển, nồng độ Rn trong nhà là 247Bq/m^3 , ngoài nhà là 156Bq/m^3 . Tại một số nhà dân nồng độ Rn trong nhà đo được từ $237-278\text{Bq/m}^3$ ngoài nhà đo được từ $105 - 208\text{Bq/m}^3$.

Kết quả tính liều hiệu dụng tại các hộ dân cư xung quanh khu vực mỏ và khu nhà làm việc cho thấy đa số các hộ dân cư, khu làm việc của CBCNV trong nhà máy đồng Sin Quyền phải nhận mức liều trên 10mSv/năm . Theo khuyến cáo của ICRP, đây là mức liều phải xem xét các hành động can thiệp.

4.2.2.2. Đánh giá ảnh hưởng sự biến đổi liều

Khu vực sản xuất (cán bộ nhóm A) mức biến đổi liều là $2,48\text{ mSv/năm}$, thấp hơn gần 10 lần so với tiêu chuẩn cho phép. Bởi vậy, khu vực sản xuất (khai trường, xưởng tuyển) hiện an toàn về mặt phóng xạ. Trong khi đó, tình hình tại các khu vực dân cư rải rác nằm ở các chỗ cao, thoáng của địa hình thì liều biến đổi mới ở mức $0,49\text{ mSv/năm}$, thấp hơn mức an toàn cho phép. Còn khu dân cư tái định cư có kết quả tính liều chiếu trong qua đường thở trung bình

đang tới 6,25 mSv/năm, chiếm 75% so với giá trị tổng liều hiệu dụng. Giá trị biến đổi liều hiệu dụng đối với dân cư khu tái định cư đạt tới giá trị 3,4 – 8,04 mSv/năm, trung bình 5,63 mSv/năm (bảng 4.6), vượt xấp xỉ 5,5 lần tiêu chuẩn an toàn cho phép.

4.3. Đề xuất giải pháp phòng ngừa ảnh hưởng có hại của môi trường phóng xạ do khai thác, chế biến khoáng sản chứa phóng xạ

4.3.1. Giải pháp phòng ngừa tổng thể

- Chuyên giao kết quả điều tra cho chính quyền địa phương các cấp.
- Tuyên truyền, nâng cao dân trí về an toàn bức xạ.
- Thực hiện công tác đánh giá ảnh hưởng môi trường đối với các hoạt động kinh tế xã hội.

- Quy hoạch dân cư:

- Sử dụng nguồn nước:

- Sản xuất nông nghiệp:

- Vấn đề và khai thác, chế biến khoáng sản:

4.3.2. Giải pháp phòng ngừa cụ thể tại mỏ đồng Sin Quyền, Lào Cai

- Để giảm liều hiệu dụng, trước mắt cần sử dụng các biện pháp giảm nồng độ khí phóng xạ trong nhà, cụ thể như sử dụng quạt thông gió, mở cửa sổ.

- Không nên sử dụng nước ngầm, nước mặt tại khu vực và chính quyền cần cung cấp nước sạch.

- Phun nước giảm bụi trong quá trình khai thác chế biến quặng đồng.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Từ các kết quả nghiên cứu của luận án, NCS rút ra một số kết luận chính sau:

1.1. Hệ phương pháp nghiên cứu đặc điểm phát tán làm biến đổi môi trường phóng xạ do các hoạt động khai thác, chế biến quặng có tính phóng xạ được đề xuất và áp dụng gồm các phương pháp khảo sát môi trường phóng xạ, lấy mẫu và phân tích đầy đủ các chỉ tiêu thành phần vật chất, khoáng vật quặng, thành phần hóa học của mẫu giúp làm sáng tỏ sự khác biệt đặc điểm môi trường địa hóa trong hoạt động khai thác (môi trường kiềm yếu giàu HCO₃⁻) và chế biến (môi trường giàu sulfua có tính axit độ pH thấp) làm tăng khả

năng rửa lũa urani trong quặng đồng là hệ phương pháp nghiên cứu hợp lý và có cơ sở khoa học.

1.2. Việc xác định dạng tồn tại của urani là khoáng vật uraninit cộng sinh với quặng đồng giúp làm sáng tỏ đặc điểm phát tán urani trong môi trường nước khu vực mỏ đồng Sin Quyền.

1.3. Xây dựng mô hình từ lý thuyết đến thực nghiệm giúp dự đoán sự phát tán khí phóng xạ khu vực mỏ đồng Sin Quyền đến khu vực dân cư tái định cư lân cận mỏ. Kết quả tính toán nồng độ radon tại khu dân cư tái định cư có sự tương quan cao và phù hợp về giá trị với các số liệu thực tế đo radon tích lũy bằng detector CR-39 (hệ số tương quan $R=0,95$).

1.4. Các đặc điểm phát tán phóng xạ trong môi trường nước do khai thác, chế biến quặng đồng, mỏ Sin Quyền được xác định như sau:

- Khi khai thác, nước tại khai trường có hàm lượng cao của anion HCO_3^- (từ 30 đến 292 mg/l, trung bình là 125mg/l) và độ pH từ 6,3 đến 8,75, trung bình là 7,3 đặc trưng môi trường kiềm yếu làm tăng độ hòa tan của urani từ khoáng vật rắn uraninit lên hàng chục lần.

- Khi chế biến quặng đồng, Pirit và các khoáng vật sulfua khác bị nghiền nhỏ trộn lẫn với quặng tạo ra môi trường axit sulfuric làm độ pH giảm từ 7,3 tới 2,7 (môi trường axit) làm tăng mạnh độ hòa tan urani lên hàng trăm lần.

1.5. Hoạt động khai thác, chế biến quặng đồng gây phát tán làm biến đổi hàm lượng urani trong môi trường đất, nước, nồng độ radon trong không khí, cùng với sự biến đổi cường độ bức xạ gamma gây ra sự biến đổi liều chiếu xạ tại khai trường, xưởng chế biến và khu vực dân cư lân cận.

1.6. Kết quả đánh giá ảnh hưởng môi trường phóng xạ do khai thác, chế biến quặng đồng mỏ Sin Quyền giúp xác định các hoạt động khai thác, chế biến quặng đồng làm cho nước Ngòi Phát, nước tại khai trường, khu vực xưởng tuyển, bãi thải có hàm lượng urani vượt tiêu chuẩn an toàn cho phép đối với nước ăn. Khu tái định cư cách khai trường hơn 1 km nằm ở địa hình thấp, hút gió có nồng độ radon trong nhà và ngoài nhà vượt tiêu chuẩn an toàn cho phép. Mức gia tăng liều chiếu xạ tại khu vực tái định cư là 5,63 mSv/năm, vượt 5,63 lần mức an toàn cho phép đối với dân thường, trong đó thành phần liều chiếu xạ qua đường hô hấp đạt tới 75% giá trị tổng liều.

2. Kiến nghị

2.1. Hệ phương pháp nghiên cứu đặc điểm phát tán và đánh giá ảnh hưởng môi trường do các hoạt động khai thác, chế biến được đề xuất trong luận án có độ tin cậy, phù hợp với các điều kiện kinh tế kỹ thuật của nước ta hiện nay, cần được áp dụng vào thực tế khi có các hoạt động thăm dò, khai thác, chế biến khoáng sản có tính phóng xạ.

2.2. Các kết quả đánh giá ảnh hưởng môi trường phóng xạ do các hoạt động khai thác, chế biến quặng đồng, mỏ Sin Quyền bằng bộ số liệu đo đạc khảo sát, phân tích mẫu phong phú có độ tin cậy cao của luận án có thể chuyển giao cho các cấp chính quyền địa phương để phục vụ quy hoạch phát triển kinh tế xã hội và bảo vệ sức khỏe cộng đồng.

2.3. Việc áp dụng thuật toán MSP để nghiên cứu đặc điểm phát tán khí phóng xạ radon trong luận án mới chỉ mang tính chất xây dựng phương pháp và thử nghiệm bước đầu do số liệu nghiên cứu mới được thực hiện tại 21 nhà dân khu vực mỏ, tuy nhiên đã cho thấy sự hiệu quả và khả năng áp dụng các thuật toán trong việc giải quyết các bài toán phát tán khí phóng xạ từ khu vực mỏ ra môi trường xung quanh. Chính vì vậy, NCS đề xuất cần tiếp tục có những nghiên cứu sâu hơn về khả năng áp dụng các thuật toán tính toán sự phát tán khí phóng xạ từ khu vực mỏ ra môi trường xung quanh.

DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH ĐÃ CÔNG BỐ CỦA TÁC GIẢ

1. Lê Khánh Phồn, Nguyễn Thái Sơn và nnk (2009), “Nghiên cứu đặc điểm dị thường khí phóng xạ phục vụ tìm kiếm quặng uranium ở các đới sa khoáng ven biển miền Trung”, *tạp chí Địa chất*, loạt A, trang 29-37, số 313, 7-8/2009.
2. Lê Khánh Phồn, Nguyễn Thái Sơn và nnk (2009), “Nghiên cứu đặc điểm dị thường khí phóng xạ phục vụ tìm kiếm phát hiện quặng uranium và đánh giá mức độ ô nhiễm môi trường trên một số mỏ quặng chứa chất phóng xạ”, *tạp chí Các khoa học về trái đất*, trang 299-306, số 4-2009.
3. Nguyễn Thái Sơn, Trịnh Đình Huân (2013), "Một số kết quả xây dựng cơ sở dữ liệu (CSDL) quản lý tài liệu địa vật lý lỗ khoan phóng xạ vùng trũng Nông Sơn", *tạp chí Địa chất*, loạt A, trang 77-83, số 335, 5-6/2013.
4. Nguyễn Văn Nam, Nguyễn Thái Sơn và nnk (2013), "Các tụ khoáng đất hiếm khu vực Tây Bắc Việt Nam nhìn từ góc độ môi trường phóng xạ", *tạp chí Địa chất*, loạt A, trang 47-55, số 335, 5-6/2013.
5. Nguyễn Thái Sơn và nnk (2014), “Nghiên cứu phương pháp xác định phong địa phương và tính liều gia tăng do hoạt động thăm dò mỏ đất hiếm Nậm Xe, Phong Thổ, Lai Châu”, *Tạp chí Địa chất*, loạt A, trang 90-98, số 314-345, 3-8/2014.
6. Lê Khánh Phồn, Nguyễn Thái Sơn và nnk (2014) "Điều tra dịch tễ học đánh giá ảnh hưởng của ô nhiễm phóng xạ đối với sức khỏe người dân sống trong khu vực mỏ đất hiếm Nậm Xe – Đông Pao”, *Hội nghị Khoa học lần thứ 21, Trường Đại học Mở - Địa chất*.
7. Đoàn Văn Tam, Nguyễn Thái Sơn và nnk (2014), "Nghiên cứu phương pháp xác định phong phóng xạ địa phương và liều chiếu gia tăng do hoạt động khai thác chế biến khoáng sản tại mỏ Đồng Sin Quyền, Lào Cai", *Hội nghị Khoa học lần thứ 21, Trường Đại học Mở - Địa chất*.
8. Lê Khánh Phồn, Nguyễn Thái Sơn và nnk (2015), "Estimation of effective dose rates caused by radon and thoron for inhabitants living in rare earth field in Northwestern Vietnam (Lai Chau province)", *Journal of Radioanalytical and nuclear chemistry*, doi:10.1007/s10967-014-3881-8. Akadémiai Kiadó, Budapest, Hungary, 2015.

9. Le Khanh Phon, Nguyen Thai Son và nnk (2015), "Researching the procedures for survey and assessment of the radioactive environmental impacts due to mining and processing ores at Sin Quyen cooper mine" Lao Cai Provine", *Second international conference on scientific Research cooperation between Viet Nam and Poland in Earth Sciences (Viet – Pol 2015)*.
10. Le Khanh Phon, Nguyen Thai Son và nnk (2015), "Researching dispersal characteristics of radioactive substances increased concentration, irradiation dose due to the exploration activities of rare earth ore in Nam Xe - Lai Chau area", *Second international conference on scientific Research cooperation between Viet Nam and Poland in Earth Sciences (Viet – Pol 2015)*.
11. Lê Khánh Phồn, Nguyễn Thái Sơn và nnk (2015), "Nghiên cứu đặc điểm phát tán các chất phóng xạ do hoạt động khai thác chế biến quặng đồng mỏ Sin Quyền - Lào Cai", *Địa chất và Tài nguyên Việt Nam, tuyển tập báo cáo Khoa học hội nghị Khoa học toàn quốc kỷ niệm 70 năm phát triển*, 253-261.
12. Trịnh Đình Huấn, Nguyễn Thái Sơn và nnk (2015), "Đặc điểm quặng đất hiếm dạng hấp thụ ion khu vực Bến Đền - Lào Cai và dự báo diện tích có triển vọng ở vùng Lào Cai - Yên Bái", *Địa chất và Tài nguyên Việt Nam, tuyển tập báo cáo Khoa học hội nghị Khoa học toàn quốc kỷ niệm 70 năm phát triển*, 186-193, 2015.
13. Trần Anh Tuấn, Nguyễn Thái Sơn và nnk. "Phông bức xạ tự nhiên Việt Nam", *Địa chất và Tài nguyên Việt Nam, tuyển tập báo cáo Khoa học hội nghị Khoa học toàn quốc kỷ niệm 70 năm phát triển*, 453-466, 2015.
14. Nguyễn Thái Sơn, Lê Khánh Phồn, Nguyễn Văn Lâm (2016), "Đánh giá mức liều hiệu dụng trong các hộ dân cư khu vực bản Dấu Cỏ - Đông Cừ - Thanh Sơn - Phú Thọ", *tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỹ - Địa chất*.
15. Lê Khánh Phồn, Nguyễn Thái Sơn (2016), "Nghiên cứu sự biến thiên suất liều bức xạ gamma, nồng độ khí phóng xạ theo thời gian tại khu vực mỏ đất hiếm Nậm Xe". *Tạp chí KHKT Mỏ - Địa chất số 54, 04/2016 (chuyên đề Địa vật lý)*, tr 66.
16. Nguyễn Thái Sơn (2016), "Nghiên cứu xây dựng chương trình tính toán sự lan truyền nồng độ khí phóng xạ radon trên khu vực mỏ. Áp dụng tính toán tại khu vực mỏ đất hiếm Nậm Xe - Lai Châu", *Tạp chí Địa chất*, loạt A, trang 59-71, số 359, 9/2016.

17. Van-Hao Duong, Hai-Bang Ly, Dinh Huan Trinh, Thai Son Nguyen, Binh Thai Pham (2021), Development of Artificial Neural Network for prediction of radon disperion released from Sinquyen Mine, Vietnam, *Journal of Environmental Pollution*, 282 (2021) 116973.
18. Nguyễn Thái Sơn, Lê Khánh Phồn, Nguyễn Văn Nam, Trịnh Đình Huấn, Phan Văn Tường (2021), Nghiên cứu đề xuất bộ định mức liều, suất liều gamma, nồng độ tương đương cân bằng radon trong môi trường phóng xạ tự nhiên, *Tạp chí Tài nguyên và Môi trường*, kỳ 2 – tháng 11/2021.