

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

LÊ KHÁNH PHỒN, *Hội khoa học Kỹ thuật Địa vật lý Việt Nam*

NGUYỄN THÁI SƠN, *Liên đoàn địa chất Xạ - Hiếm*

VŨ THỊ LÀNH, *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

Tóm tắt: Bài báo nghiên cứu đặc điểm biến thiên suất liều bức xạ gamma và nồng độ khí phóng xạ theo thời gian tại trạm quan trắc môi trường phóng xạ mỏ đất hiếm Nậm Xe. Bằng phương pháp xử lý thống kê toán học, đã xác định được giá trị đặc trưng của suất liều gamma, nồng độ khí phóng xạ theo từng quý và từng năm tại trạm quan trắc. Kết quả nghiên cứu giúp việc đưa ra các số hiệu chỉnh sự biến thiên ngày đêm và giá trị trung bình hàng năm của nồng độ khí phóng xạ và suất liều gamma khi tính các giá trị liều hiệu dụng và liều tương đương bức xạ trung bình hàng năm. Đối với kết quả khảo sát môi trường phóng xạ của đề tài trong quý II năm 2012 tại trạm quan trắc môi trường phóng xạ QT01 Nậm Xe lần lượt như sau: nồng độ Rn được nhận với số hiệu chỉnh 1,67, còn nồng độ Thoron được nhận với số hiệu chỉnh 1,98.

1. Mở đầu

Ủy ban an toàn bức xạ Quốc tế ICRP [5] đưa ra giả thuyết về mối phụ thuộc tuyến tính không ngưỡng của “Liều - hiệu ứng (độ rủi ro)” dựa trên các cơ sở sau:

- Sự tăng độ rủi ro của các yếu tố ngẫu nhiên của bức xạ tỉ lệ với sự tăng (gia số) của liều mà không phụ thuộc vào suất liều của nó.

- Không có ngưỡng của sự tương tác bức xạ.

- Không có sự ảnh hưởng của yếu tố thời gian lên sự phát triển của hiệu ứng bức xạ. Do đó liều tích phân là cơ sở của kiểm soát liều chiếu xạ trong và ngoài đối với mục đích an toàn bức xạ.

Bởi vậy, để đánh giá ảnh hưởng của môi trường phóng xạ đối với sức khỏe con người, các khuyến cáo của Ủy ban an toàn bức xạ Quốc tế ICRP và tiêu chuẩn an toàn bức xạ của cơ quan Năng lượng nguyên tử Quốc tế IAEA đều dựa trên đại lượng liều hiệu dụng trung bình hàng năm, được tính theo đơn vị mSv/năm [1, 2].

Các phép đo các tham số môi trường phóng xạ như đo suất liều bức xạ gamma (dùng để tính liều chiếu ngoài) và đo nồng độ khí phóng xạ Rn, Tn (dùng để tính liều chiếu trong qua đường thở) thường được thực hiện tức thời. Việc lấy giá trị số đo tại một thời điểm tức thời

để tính liều chiếu xạ trung bình hàng năm đối với dân chúng sẽ không đảm bảo chính xác nếu như các số đo suất liều gamma Hsl ($\mu\text{Sv/h}$) và nồng độ khí phóng xạ (Bq/m^3) có sự biến đổi theo thời gian. Bởi vậy, việc nghiên cứu sự biến thiên suất liều gamma, nồng độ khí phóng xạ theo thời gian phục vụ đánh giá ảnh hưởng môi trường phóng xạ đối với sức khỏe con người có tính cấp thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn và cũng là vấn đề được nghiên cứu thảo luận trong bài báo này.

2. Nội dung nghiên cứu

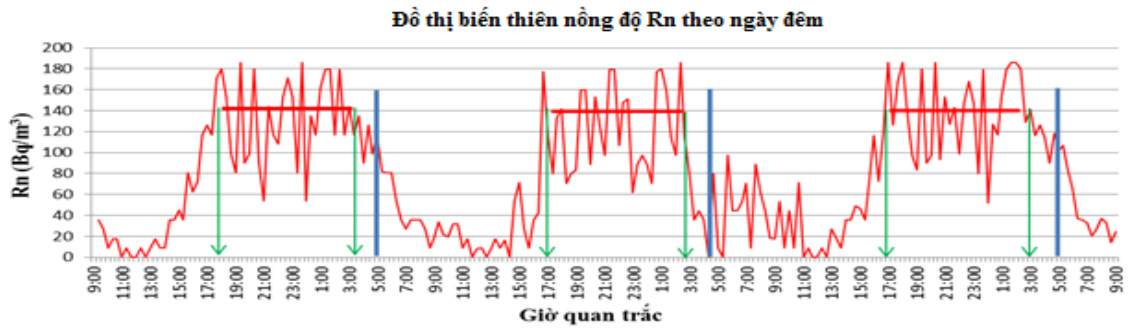
2.1. Nghiên cứu sự biến thiên ngày đêm nồng độ Rn, Tn, suất liều gamma Ig trong một lượt quan trắc

Trong khuôn khổ đề tài Khoa học hợp tác Quốc tế Việt Nam - Ba Lan, chúng tôi đã tiến hành quan trắc môi trường phóng xạ tại khu vực mỏ đất hiếm Nậm Xe, Lai Châu nhằm xác định sự biến thiên theo thời gian của suất liều bức xạ gamma, nồng độ khí phóng xạ. [3, 4].

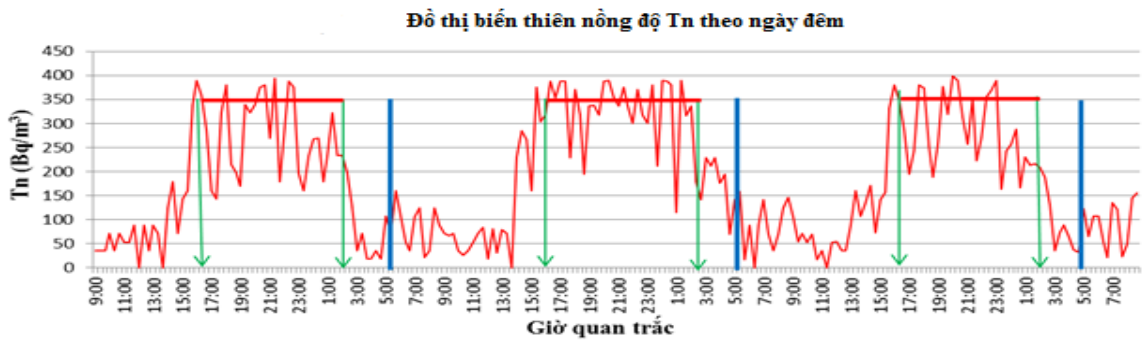
Chu kỳ quan trắc 3 tháng/lần, mỗi lần đo suất liều bức xạ gamma (bằng máy đo suất liều gamma DKS 96) và nồng độ khí phóng xạ (xác định riêng biệt nồng độ Rn, Tn bằng máy phổ alpha RAD-7) liên tục trong ba ngày.

Sau đây đưa ra kết quả quan trắc môi trường trên mỏ Nậm Xe trong năm 2012 (xem hình 1).

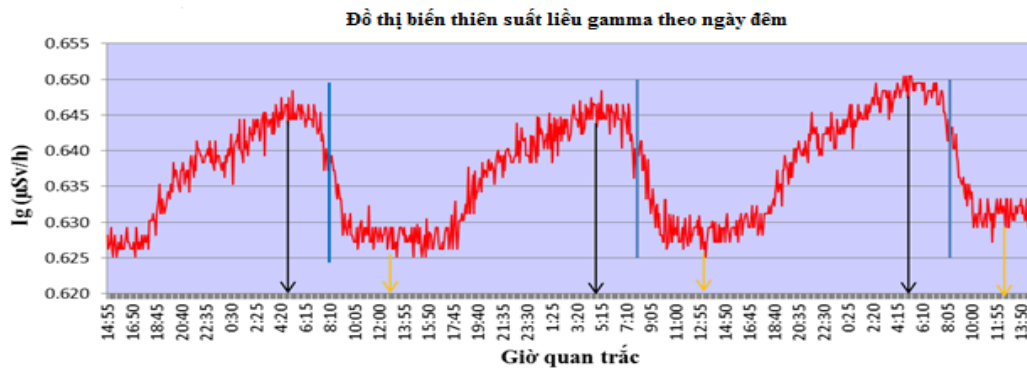
a.



b.



c.



Hình 1. a. Sự biến thiên nồng độ Rn, (b). Sự biến thiên nồng độ Tn, (c). Suất liều gamma theo thời gian trong một lượt quan trắc tại Nậm xe năm 2012

Ví dụ đưa ra ở hình 1 là số liệu quan trắc tại Nậm Xe trong 3 ngày không mưa, trời lặng gió nên ít chịu ảnh hưởng của thời tiết.

Chúng ta thấy nồng độ Rn, Tn và suất liều gamma Ig đều cao vào ban đêm và thấp hơn vào ban ngày, nhưng quy luật biến thiên của chúng có sự khác nhau. Nồng độ Rn ban ngày vào khoảng 10 - 20 Bq/m³ bắt đầu tăng cao từ 16 tới 17 giờ chiều đạt đến giá trị trung bình 140 Bq/m³ vào ban đêm rồi lại giảm bắt đầu từ 4÷5 giờ sáng hôm sau đến giá trị 10÷20 Bq/m³ vào ban ngày.

Nồng độ Tn ban ngày có giá trị 50÷100 Bq/m³ bắt đầu tăng cao từ 16÷17 giờ chiều đạt đến giá trị trung bình 350 Bq/m³ vào ban đêm

rồi lại giảm bắt đầu từ 3÷4 giờ sáng hôm sau đạt đến giá trị 50÷100 Bq/m³ vào ban ngày.

Suất liều bức xạ gamma Ig ban ngày có giá trị 0,628 - 0,630 bắt đầu tăng lên từ 18÷19 giờ chiều rồi đạt đến giá trị cực đại 0,645÷0,650 vào khoảng 4÷6 giờ sáng hôm sau rồi lại bắt đầu giảm từ 8 giờ sáng đến giá trị 0,628÷0,630 vào ban ngày như hôm trước.

Chúng ta biết các khí phóng xạ Radon ²²²Rn và Thoron ²²⁰Th nặng hơn không khí tới 8 lần. Ban ngày ánh sáng mặt trời chiếu trực tiếp nung nóng đất đá bề mặt và lớp không khí sát mặt đất, làm lớp không khí sát mặt đất nở ra nhẹ hơn và có xu hướng bốc lên phía trên. Kết quả

làm cho nồng độ các khí phóng xạ Rn, Tn ở độ cao 1m (trong phép đo khí phóng xạ môi trường) bị giảm thấp hơn so với ban đêm, không khí lớp sát mặt đất bị lạnh đi, các thành phần Rn, Tn sẽ bị tích tụ sát mặt đất nên nồng độ đo được cao hơn ban ngày. Các sản phẩm phân rã của Rn là ^{214}Bi và ^{214}Pb khi phân rã phát ra bức xạ gamma chiếm tới 98% tổng suất liều bức xạ gamma của dãy Urani. Bởi vậy sự biến thiên nồng độ các khí phóng xạ Rn, Tn dẫn tới sự biến thiên suất liều bức xạ gamma tại điểm quan trắc. Sở dĩ vào các buổi sáng sớm suất liều bức xạ gamma bắt đầu giảm muộn hơn thời điểm giảm nồng độ Rn khoảng 2÷3 giờ là vì khi đó tuy nồng độ Rn đã giảm nhưng các chất con của nó (^{214}Bi , ^{214}Pb) dưới dạng các cặn phóng xạ lắng đọng ở mặt đất và bay lơ lửng trong không khí vẫn tiếp tục phân rã phát ra tia gamma. Sau 2÷3 giờ các đồng vị sản phẩm phân rã của Rn là ^{214}Bi và ^{214}Pb phân rã hết thì suất liều bức xạ gamma mới giảm đến giá trị trung bình đo được vào ban ngày. Các phép đo môi trường phóng xạ thường được thực hiện vào ban ngày, giá trị nồng độ khí phóng xạ Rn, Tn và suất liều gamma I_γ đều thấp hơn vào ban đêm. Ban đêm con người thường ngủ trong nhà, cửa đóng kín, làm cho sự chênh lệch kể trên càng lớn. Đó là điều cần lưu ý trong khảo sát và đánh giá ảnh hưởng môi trường phóng xạ đối với sức khỏe con người.

2.2. Nghiên cứu sự biến thiên theo các mùa khác nhau của nồng độ Rn, Tn, suất liều gamma (theo giá trị quan trắc các lượt khác nhau trong năm)

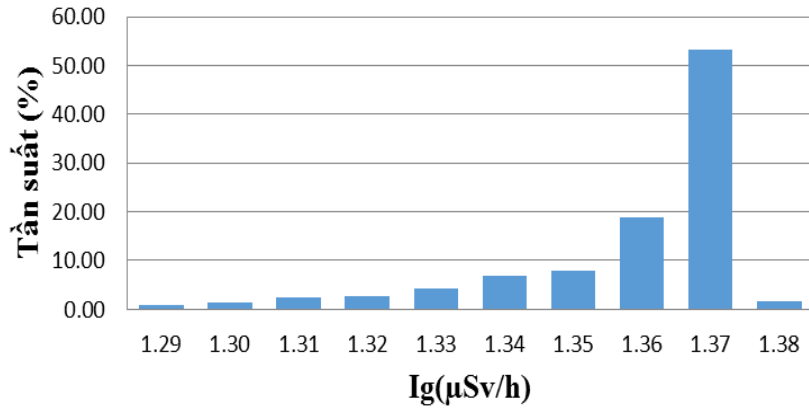
Như trên đã trình bày, các giá trị nồng độ khí phóng xạ và suất liều bức xạ gamma tại mỗi điểm đo không ổn định mà biến thiên theo thời gian, trong một ngày đêm đã có sự chênh lệch khá lớn, trong một năm thì sự chênh lệch đó có thể còn lớn hơn. Trong khi đó việc đánh giá ảnh hưởng của môi trường phóng xạ lại căn cứ vào giá trị liều tích phân: đánh giá dựa trên đại lượng liều hiệu dụng trung bình hàng năm, được tính theo đơn vị mSv/năm.

Muốn tính được giá trị liều hiệu dụng trung bình hàng năm thì phải xác định được giá trị nồng độ khí phóng xạ Rn, Tn và suất liều bức xạ gamma trung bình hàng năm tại điểm đo. Sự

biến thiên nồng độ khí phóng xạ và suất liều gamma theo thời gian chủ yếu gây ra bởi sự biến thiên nồng độ khí phóng xạ trong không khí. Trong những ngày nắng và lặng gió số ngày này thường chiếm tỉ lệ không nhiều trong năm, nồng độ khí phóng xạ tăng cao rõ rệt vào ban đêm và giảm vào ban ngày. Nhưng trong những ngày không nắng, hoặc trời có mưa và có gió thổi, nồng độ khí phóng xạ trong lớp không khí sát mặt đất phụ thuộc mạnh vào thời tiết dẫn tới giá trị nồng độ khí phóng xạ và suất liều gamma tại điểm quan trắc nói riêng và tại các điểm đo môi trường phóng xạ trong vùng nghiên cứu nói chung biến thiên một cách ngẫu nhiên, không có quy luật nào cả. Để xác định giá trị trung bình trong năm của suất liều bức xạ gamma và nồng độ khí phóng xạ Rn, Tn, mà sự biến thiên của chúng theo thời gian thường mang đặc trưng ngẫu nhiên, chúng tôi đã tiến hành xây dựng biểu đồ tần suất xác định giá trị đặc trưng suất liều gamma và nồng độ Rn, Tn (giá trị có tần suất lớn nhất) cho từng lượt quan trắc tại điểm quan trắc sau đó tính giá trị trong năm của chúng bằng cách tính giá trị trung bình của cả 4 lượt quan trắc trong 1 năm. Phương pháp lấy số liệu xây dựng các biểu đồ tần suất được thực hiện một cách thống nhất, trên đồ thị quan trắc, cứ 10 phút lấy một số liệu. Như vậy, mỗi lượt quan trắc 3 ngày, từng biểu đồ tần suất (I_γ , Rn, Tn) được xây dựng trên cơ sở thống kê của xấp xỉ 400 số liệu. Sau đây đưa ra các biểu đồ tần suất các tham số môi trường phóng xạ (I_γ , Rn) theo 4 lượt quan trắc được tiến hành trong năm 2012 tại trạm quan trắc QT01 Nậm Xe, mỗi lượt quan trắc được thực hiện trong 3 ngày (xem các hình 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9). Đối với nồng độ khí phóng xạ Thoron cũng xây dựng các biểu đồ tần suất theo 4 lượt quan trắc bằng cách làm tương tự.

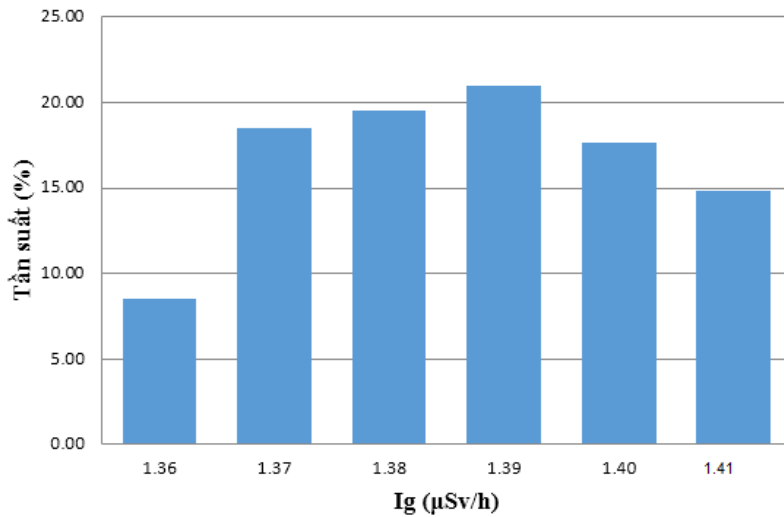
Các biểu đồ quan trắc I_γ , Rn, Tn trên các hình 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 đều có dạng gần với phân bố chuẩn, được đặc trưng bởi các giá trị cực đại (giá trị có tần suất phân bố lớn nhất) tương đối rõ nét. Độ tán xạ của biểu đồ tần suất suất liều gamma có giá trị từ 0,01 đến 0,015 $\mu\text{Sv/h}$, còn độ tán xạ của các biểu đồ tần suất nồng độ Rn, Tn có giá trị tương đối lớn từ 50÷80 Bq/m^3 .

Biểu đồ tần suất suất liều gamma quan trắc lượt 1



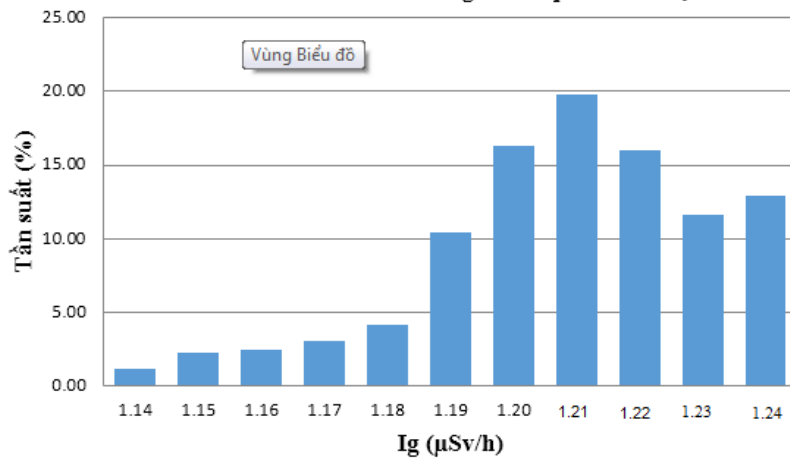
Hình 2. Biểu đồ tần suất suất liều gamma quan trắc lượt 1 tại trạm quan trắc QT01 - Nậm Xe - Phong Thổ - Lai Châu

Biểu đồ tần suất suất liều gamma quan trắc lượt 2

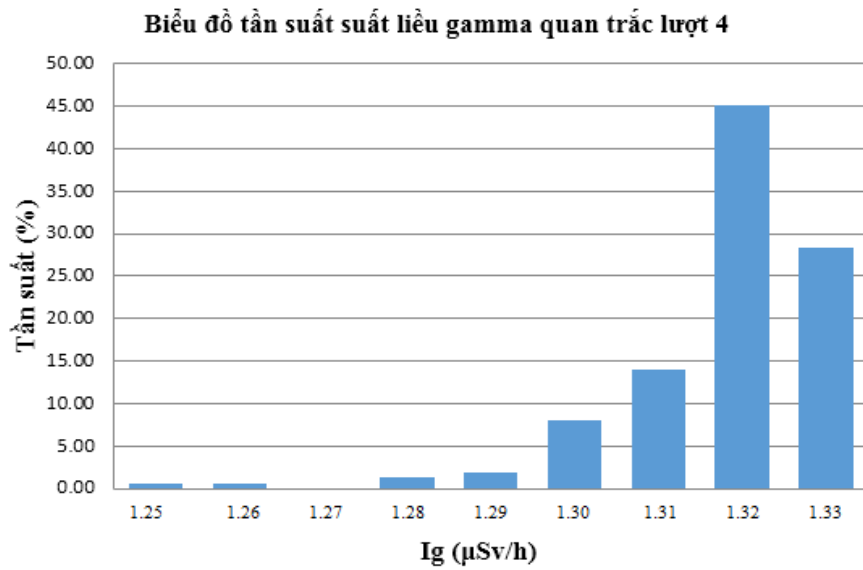


Hình 3. Biểu đồ tần suất suất liều gamma quan trắc lượt 2 tại trạm quan trắc QT01 - Nậm Xe - Phong Thổ - Lai Châu

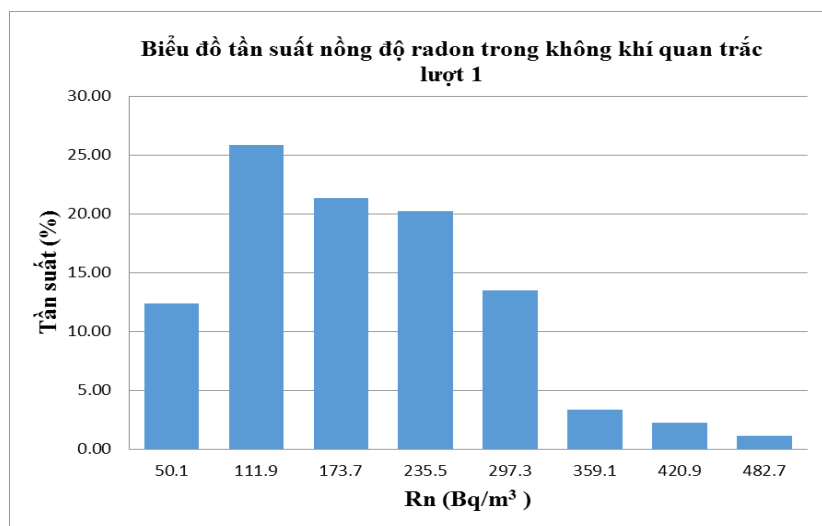
Biểu đồ tần suất suất liều gamma quan trắc lượt 3



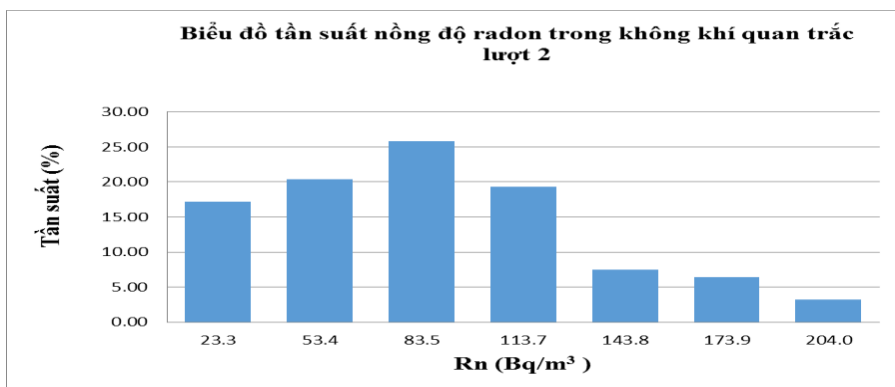
Hình 4. Biểu đồ tần suất suất liều gamma quan trắc lượt 3 tại trạm quan trắc QT01 - Nậm Xe - Phong Thổ - Lai Châu



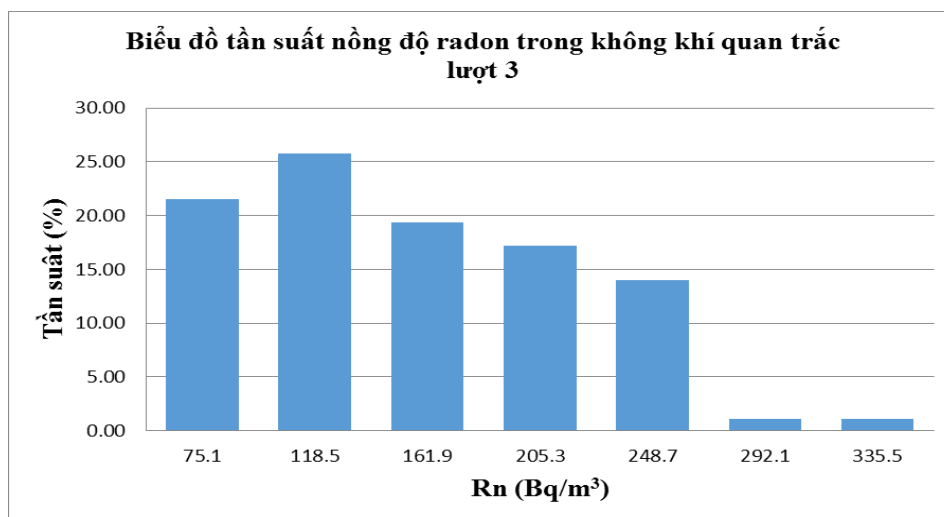
Hình 5. Biểu đồ tần suất suất liều gamma quan trắc lượt 4 tại trạm quan trắc QT01 - Nậm Xe - Phong Thổ - Lai Châu



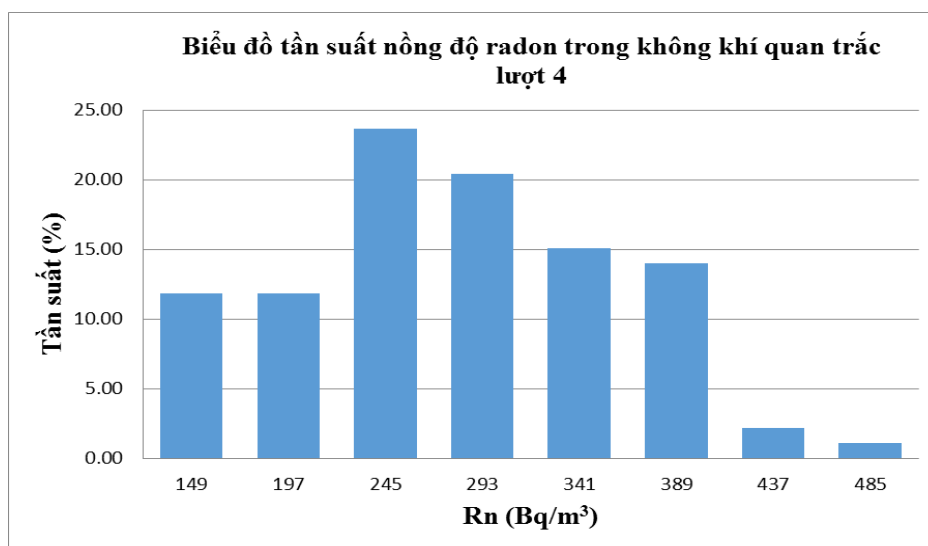
Hình 6. Biểu đồ tần suất nồng độ radon trong không khí quan trắc lượt 1 tại trạm quan trắc QT01 - Nậm Xe, Phong Thổ, Lai Châu



Hình 7. Biểu đồ tần suất nồng độ radon trong không khí quan trắc lượt 2 tại trạm quan trắc QT01 - Nậm Xe, Phong Thổ, Lai Châu



Hình 8. Biểu đồ tần suất nồng độ radon trong không khí quan trắc lượt 3 tại trạm quan trắc QT01 - Nậm Xe, Phong Thổ, Lai Châu



Hình 9. Biểu đồ tần suất nồng độ radon trong không khí quan trắc lượt 4 tại trạm quan trắc QT01 - Nậm Xe, Phong Thổ, Lai Châu

Điều đó chứng tỏ ảnh hưởng của các yếu tố thời tiết (nhiệt độ, gió, mưa...) đối với các giá trị nồng độ khí phóng xạ lớn hơn so với các giá trị suất liều gamma.

3. Kết quả và luận giải

Kết quả xác định được giá trị đặc trưng suất liều bức xạ gamma I_g , nồng độ Radon (Rn) và Thoron (Tn) trong không khí theo 4 lượt quan trắc và giá trị trung bình của chúng trong năm 2012 tại trạm quan trắc QT01 Nậm Xe (xem bảng 1). Từ bảng 1 nhận thấy, suất liều bức xạ gamma theo các lượt quan trắc biến thiên trong khoảng từ 92% (lượt 3) đến 105 % (lượt 2) so

với giá trị trung bình, tức là mức độ sai khác cao nhất là 8% (dưới 10%). Nồng độ Rn theo các lượt quan trắc biến thiên trong khoảng từ 60% (lượt 2) đến 175% (vượt quá 30%). Nồng độ Tn theo các lượt quan trắc biến thiên trong khoảng từ 32% (lượt 3) đến 225% (vượt quá 30%).

Trong khảo sát môi trường phóng xạ, các phép đo suất liều gamma, nồng độ khí phóng xạ được tiến hành tức thời vào ban ngày. Kết quả nghiên cứu đã được đưa ra tại các hình từ 1 đến 9 và bảng 1 chứng tỏ các số đo tham số của môi trường phóng xạ kể trên một cách tức thời

không thể đại diện cho giá trị trung bình của chúng trong năm. Bởi vậy, khi xử lý tài liệu môi trường phóng xạ cần đưa vào các số hiệu chỉnh, sẽ được thảo luận dưới đây: Để xác định giá trị nồng độ Rn, Tn, suất liều gamma (Ig) cho mỗi lượt quan trắc phải hiệu chỉnh đối với số liệu biến thiên ngày đêm (xem hình 1): nồng độ Rn, Tn vào ban ngày thấp hơn 3 - 7 lần nồng độ của chúng vào ban đêm; suất liều gamma đo được vào ban ngày thấp hơn 3 - 5% số đo vào ban đêm. Số hiệu chỉnh đối với biến thiên ngày đêm đối với suất liều gamma chỉ khoảng 2 - 3%, có thể bỏ qua. Sự biến thiên ngày đêm của nồng độ Rn, Tn thường là rất lớn, nên cần phải hiệu chỉnh phù hợp (theo kết quả quan trắc ngày đêm của từng lượt). Tại đồ thị quan trắc nồng độ Rn biến thiên ngày đêm đã đưa ra ở hình 1a, dễ dàng xác định được nồng độ trung bình nồng độ Rn là 80 Bq/m³, trong khi đó giá trị đo được vào ban ngày chỉ là 20 Bq/m³, vậy số hiệu chỉnh là 4. Tại đồ thị quan trắc nồng độ Tn biến thiên ngày đêm đã đưa ra ở hình 1b, giá trị trung bình

nồng độ Tn trong lượt quan trắc là 200Bq/m³, trong khi đó số đo trung bình vào ban ngày là 100Bq/m³, vậy số hiệu chỉnh là 2.

Số liệu khảo sát môi trường phóng xạ của từng quý trong năm trước hết được hiệu chỉnh sự biến thiên ngày đêm theo kết quả quan trắc môi trường của lượt đã được thực hiện trong quý đó (như đã trình bày). Từ bảng 1 thấy rõ, giá trị đặc trưng của các lượt quan trắc (theo các quý trong năm) lại có sự khác biệt so với giá trị trung bình của năm. Bởi vậy, các số liệu khảo sát môi trường của từng quý trong năm phải hiệu chỉnh để đưa về giá trị trung bình của năm. Ví dụ số liệu khảo sát môi trường phóng xạ của chúng tôi được tiến hành vào quý II năm 2012, thì nồng độ Rn được nhân với số hiệu chỉnh

$$K_{Rn} = \frac{139,7}{83,5} = 1,67 ; \text{ nồng độ Tn được nhân với}$$

$$\text{số hiệu chỉnh } K_{Tn} = \frac{102,3}{51,6} = 1,98 (\text{số liệu tính}$$

toán được lấy từ bảng 1).

Bảng 1. Kết quả xử lý số liệu quan trắc môi trường phóng xạ tại trạm QT01 Nậm Xe năm 2012

Tham số môi trường phóng xạ	Giá trị đặc trưng theo lượt quan trắc				Giá trị trung bình trong năm
	Lượt 1	Lượt 2	Lượt 3	Lượt 4	
Suất liều gamma (µSv/h)	1,37 (103,7%*)	1,39(105,3%*)	1,21(91,7%*)	1,32(100%*)	1,32 (µSv/h)
Nồng độ Rn (Bq/m ³)	111,9(80,1%*)	83,5(60%*)	118,5(84,8%*)	245(175,4%*)	139,7 (Bq/m ³)
Nồng độ Tn (Bq/m ³)	230,9(225,7%*)	51,6(50.4%*)	32,7(31,9%*)	94,1(91,9%*)	102,3 (Bq/m ³)

Dấu * trong ngoặc đơn là tỉ lệ so với giá trị trung bình năm.

4. Kết luận

1. Bài báo đã làm sáng tỏ tính cấp thiết, ý nghĩa khoa học và thực tiễn của công tác quan trắc nghiên cứu sự biến thiên theo thời gian của các tham số môi trường phóng xạ.

2. Xử lý số liệu quan trắc môi trường phóng xạ tại trạm quan trắc QT01 Nậm Xe năm 2012 đã xác định được các giá trị đặc trưng suất

liều bức xạ gamma, nồng độ khí phóng xạ Rn, Tn theo các lượt quan trắc và giá trị trung bình của chúng trong năm 2012.

3. Đã tiến hành hiệu chỉnh số liệu quan trắc môi trường phóng xạ của đề tài Hợp tác Quốc tế Song phương thực hiện quý II năm 2012 theo kết quả quan trắc môi trường lượt 2 tại trạm quan trắc QT01 Nậm Xe. Số hiệu chỉnh đối với

nồng độ Rn là 1,67. Số hiệu chỉnh đối với nồng độ Tn là 1,98.

Bài báo được hoàn thành dựa trên kết quả khảo sát của đề tài hợp tác Quốc tế song phương Việt Nam - Ba Lan, mã số 01/2012/HĐ-HTQTSP.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ khoa học và công nghệ 2012, thông tư số 19/2012/TT-BKHHCN “Quy định về kiểm soát và đảm bảo an toàn bức xạ trong chiếu xạ nghề nghiệp và chiếu xạ công chúng” Hà Nội 2012.
- [2]. Cơ quan năng lượng nguyên tử Quốc tế IAEA 1996 tiêu chuẩn an toàn Quốc tế cơ bản “Bảo vệ bức xạ ion hoá và sản toàn đối với nguồn bức xạ” Vienna, 1996.
- [3]. Le Khanh Phon, Bui Dac Dung, Nguyen Dinh Chau, Tibor Kovacs, Nguyen Van Nam, Duong Van Hao, Nguyen Thai Son & Vu Thi Minh Luan. “Estimation of effective dose rates

caused by radon and thoron for inhabitants living in rare earth field in northwestern Vietnam (Lai Chau Province) 2015”. Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry, Dol 10.1007/s 10967-014-3881-8 Budapest Hungary.

[4]. Le Khanh Phon, Nguyen Thai Son, Tran Thien Nhien, Nguyen Dinh Chau, Nguyen Van Lam, Vu Thi Lanh, Tong Thi Ha, Doan Van Tam. “Researching the characteristics of radioactive dispersion resulting in additional content and radiation dose from exploration activities at Nam Xe rare-earth mine, Lai Chau province 2015”. Second international conference on scientific research cooperation between Vietnam and Poland in Earth Sciences (Viet – Pol 2015).

[5]. Roxman G.I., Bakhur AvE, Petrova N.V. 2012 “Sinh thái học bức xạ nguyên liệu khoáng công nghiệp” Matxcova 318 trang (tiếng Nga).

ABSTRACT

The investigation of the time - varying characteristics of gamma radiation intensity and the concentration of radioactive gas at the NamXe rare earth mine

Le Khanh Phon, *The Vietnam Geophysics Association of Science and Technology*

Nguyen Thai Son, *Radioactive & Rare Minerals Division*

Vu Thi Lanh, *Hanoi University of Mining and Geology*

In this paper, the time-varying characteristics of gamma radiation intensity and the concentration of radioactive gas were examined at the radioactive environmental monitoring stations in Nam Xe rare earth mine. The research results propose a workflow for investigating the radioactive environment and to suggest an adjusted deviation in calculating the annual average values of the effective dose and equivalent radiation dose.