

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 9415: 2012

Xuất bản lần 1

**ĐIỀU TRA, ĐÁNH GIÁ ĐỊA CHẤT MÔI TRƯỜNG –
PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH LIỀU TƯƠNG ĐƯƠNG**

Investigation, assessment of geological environment - Determination of equivalent dose

HÀ NỘI - 2012

MỤC LỤC

Lời nói đầu	4
TCVN 9415 : 2012 Điều tra, đánh giá địa chất môi trường Phương pháp xác định liều tương đương	4
1. Phạm vi áp dụng	5
2. Đối tượng áp dụng	5
3. Tài liệu tham chiếu. Các thuật ngữ, định nghĩa	5
4. Các thuật ngữ, định nghĩa	5
5. Phương pháp xác định liều	7
Phụ lục A Danh mục tài liệu tham khảo	11
Phụ lục B Đơn vị đo liều và suất liều	12
Phụ lục C Bảng thống kê tên gọi các đơn vị phóng xạ trong hệ SI và chuyển đổi với các đơn vị cũ.	12
Phụ lục D Khối lượng tiêu thụ không khí, thức ăn, nước uống trung bình hàng năm của 1 người	13

TCVN 9415 : 2012

Lời nói đầu

TCVN 9415 : 2012 - Điều tra, đánh giá địa chất môi trường: Phương pháp xác định liều tương đương - do Tổng Cục Địa chất và Khoáng sản biên soạn,

Bộ Tài nguyên và Môi trường đề nghị,

Tổng Cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định,

Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Điều tra, đánh giá địa chất môi trường - Phương pháp xác định liều tương đương

*Investigation, Assessment of Environmental Geology -
Determination of Equivalent Dose*

1. Phạm vi áp dụng

Tiêu chuẩn này qui định phương pháp xác định các thành phần liều chiếu xạ tự nhiên để xác định và khoanh định các khu vực có nguy cơ chiếu xạ tự nhiên cao phục vụ quy hoạch và phát triển kinh tế xã hội.

2. Đối tượng áp dụng

Tiêu chuẩn này áp dụng trong việc tính toán liều chiếu xạ tiềm tàng trong lĩnh vực địa chất.

Tiêu chuẩn này không áp dụng để tính liều chiếu xạ trong an toàn bức xạ ion hóa.

3. Tài liệu tham chiếu.

TCVN 6866 : 2001 An toàn bức xạ- Giới hạn liều đối với nhân viên bức xạ và dân chúng.

4. Các thuật ngữ, định nghĩa

4.1 Liều xạ chiếu trong: Là liều bức xạ do bị chiếu từ các nuclit phóng xạ xâm nhập vào bên trong cơ thể (do ăn uống, hít thở các chất phóng xạ vào cơ thể người và các nuclit phóng xạ có sẵn ở bên trong cơ thể).

4.2 Liều xạ chiếu ngoài: Là liều bức xạ do bị chiếu xạ bằng các nguồn xạ ở bên ngoài cơ thể.

4.3 Liều xạ giới hạn: Là giá trị liều bức xạ được quy định không được phép vượt qua.

4.4 Liều hấp thụ D (Absorbed dose)

TCVN 9415 : 2012

Là đại lượng vật lý cơ bản, tính bằng Jun trên kilogram ($J.Kg^{-1}$ được gọi là Gray: Gy) xác định như sau:

$$D = \frac{dE}{dm}$$

- dE là năng lượng trung bình được truyền bởi bức xạ ion hoá vào một thể tích yếu tố của vật chất.
- dm là khối lượng vật chất của thể tích yếu tố đó.

4.5 Liều tương đương: $H_{T,R}$ (Equivalent dose). Tham chiếu TCVN 6866 : 2001.

4.6 Liều hiệu dụng E (Effective dose). Tham chiếu TCVN 6866 : 2001.

4.7 Trọng số bức xạ W_R (Radiation Weighting factor) . Tham chiếu TCVN 6866 : 2001(xem bảng 1).

Bảng 1

TT	Loại bức xạ và giải năng lượng	Hệ số trọng số bức xạ (W_T)
1	Proton với năng lượng bất kỳ	1
2	Chùm điện tử với năng lượng bất kỳ	1
3	Notron : < 10 Kev	5
	10 Kev đến 100 Kev	10
	> 100Kev đến 2 Mev	20
	> 2 Mev đến 20 Mev	10
	> 20 Mev	5
4	Các hạt proton khác với các hạt proton giạt lùi, có năng lượng trên 2 Mev	5
5	Các hạt anpha, các mảnh phân hạch, các hạt nhân nặng	20

4.8 Trọng số mô W_T (Tissue Weighting factor)

Các hệ số nhân (bảng 2) của liều tương đương đối với một cơ quan hoặc tổ chức mô dùng cho mục đích an toàn bức xạ, để tính độ nhạy cảm bức xạ khác nhau, của các cơ quan và tổ chức mô đối với hiệu ứng ngẫu nhiên của bức xạ.

Bảng 2: Các giá trị của trọng số mô W_T

Tổ chức mô hoặc cơ quan	Trọng số mô W_T
Cơ quan sinh dục	0,08
Tủy sống, (đỏ)	0,12
Ruột kết	0,12
Phổi	0,12
Dạ dày	0,12
Bóng đái (bàng quang)	0,04
Vú	0,12
Gan	0,04
Thực quản	0,04
Tuyến giáp	0,04
Da	0,01
Bề mặt xương	0,01
Não	0,01
Tuyến nước bọt	0,01
Các bộ phận còn lại	0,12

4.9 EEC là nồng độ cân bằng tương đương của radon.

5. Phương pháp xác định liều

TCVN 9415 : 2012

5.1. Các thành phần liều xạ chiếu tự nhiên chính gồm liều chiếu ngoài từ bức xạ gamma; liều chiếu trong từ các nhân phóng xạ xâm nhập vào trong cơ thể; liều chiếu trong do hít thở khí phóng xạ và các nhân phóng xạ có trong môi trường không khí; liều chiếu ngoài từ bức xạ vũ trụ.

- Liều xạ chiếu ngoài là do liều bức xạ vũ trụ và liều bức xạ gamma trên bề mặt trái đất tạo ra.

- Liều chiếu trong hàng năm do hít thở khí ^{222}Rn (Radon), ^{220}Rn (Thoron) trong không khí và do sự xâm nhập của các nuclit phóng xạ qua con đường ăn uống.

- Liều chiếu trong hàng năm do các nuclit phóng xạ có trong lương thực, thực phẩm, nước uống xâm nhập vào cơ thể qua đường tiêu hóa.

5.2 Hiện đang tồn tại các dạng đo liều sau:

- Phương pháp thứ nhất: cho kết quả đo là suất liều tương đương: $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$ hoặc $\text{mSv}\cdot\text{h}^{-1}$.

- Phương pháp thứ hai: cho kết quả đo liều là μSv , mSv , đây là liều tổng cộng trong một đơn vị thời gian nào đó.

- Phương pháp thứ ba: Cho kết quả đo liều là suất liều chiếu, $\mu\text{R}/\text{h}$.

5.3 Tính liều tương đương chiếu ngoài hàng năm (liều tiềm tàng)

- Nếu kết quả đo được là suất liều tương đương ($\mu\text{Sv}/\text{h}$) thì liều tương đương hàng năm bằng: tích của suất liều tương đương và thời gian 1 năm tính theo giờ (8760h).

- Nếu kết quả đo được là liều tổng cộng trong một thời gian nào đó, thì liều tương đương hàng năm sẽ là giá trị liều đo được trong 1 ngày hoặc 1 tháng nhân với số ngày (365 ngày) hoặc số tháng (12 tháng) trung bình của năm.

- Nếu kết quả đo được là suất liều chiếu ($\mu\text{R}/\text{h}$), thì liều tương đương hàng năm sẽ được tính như sau:

$$H (\text{nSv}/\text{năm}) = I (\mu\text{R}/\text{h}) \times 8,69 (\text{nGy}/\mu\text{R}) \times t (\text{h}) \quad (5.1)$$

Ở đây: I là suất liều xạ chiếu sau khi đã trừ phòng riêng của máy ($\mu\text{R}/\text{h}$)

t là thời gian chiếu xạ trong một năm (365 ngày)

Khi trường bức xạ gồm nhiều loại bức xạ với trọng số bức xạ W_R khác nhau, thì liều tương đương được tính theo công thức (3.2)

5.4 Tính liều tương đương do khí phóng xạ gây ra

Trong tự nhiên, tồn tại 2 loại khí phóng xạ là ^{222}Rn , ^{220}Tn .

5.4.1. Tính liều tương đương hàng năm từ nồng độ Radon:

$$E_{Rn} (\text{nSv}/\text{năm}) = C_{Rn} (\text{Bq}/\text{m}^3) \times 0,6 \times 8760 \times 9 (\text{nSv}/(\text{Bq}\cdot\text{h}\cdot\text{m}^{-3})) \quad (5.2)$$

Công thức rút gọn như sau:

$$E_{Rn} \text{ (mSv/năm)} \approx 0,047 C_{Rn} \text{ (Bq/m}^3\text{)}.$$

Trong đó: C_{Rn} là nồng độ khí radon trong môi trường (Bq.m^{-3}).

0,6 là hệ số cân bằng tương đương radon ở ngoài trời.

9 nSv là hệ số chuyển đổi liều của Radon và các sản phẩm phân rã của Radon khi hít phải (lấy theo UNSCEAR)

5.4.2 Tính liều tương đương hàng năm từ nồng độ Thoron

Do chu kỳ bán rã của Thoron rất ngắn (55,1s) dẫn tới nồng độ của nó trong khí quyển giảm cực nhanh tại bất kỳ nơi nào. Ở một vài phép đo chỉ ra rằng, nồng độ ở tại độ cao 1 vài cm trên mặt đất và nồng độ tại độ cao 1m là khác nhau bởi hệ số 10. Vì vậy, việc xác định chính xác nồng độ khí Thoron là cực kỳ khó khăn.

Để tính liều chiếu trong do hít thở khí Thoron phải sử dụng nồng độ tương đương cân bằng (EEC). Liều tương đương hàng năm được tính như sau:

$$E_{Tn} = C_{Tn} (\text{EEC}) \times 8760\text{h} \times 40(\text{nSv}/(\text{Bq.h.m}^{-3})) \quad (5.3)$$

$$\text{Trong đó: } C_{Tn} (\text{EEC}) = 0,01C_{Tn}$$

Công thức rút gọn như sau:

$$E_{Tn} \text{ (mSv/năm)} = 0,01 \times C_{Tn} \times 40\text{nSv}/(\text{Bq.h.m}^3) \times 8760\text{h} = 0,0035C_{Tn} \text{ (Bq/m}^3\text{)}$$

Trong đó:

$C_{Tn} (\text{EEC})$ là nồng độ tương đương cân bằng khí Thoron ở ngoài trời.

C_{Tn} là nồng độ khí Thoron đo được trong môi trường không khí

5.5. Tính liều tương đương do bức xạ vũ trụ hàng năm

Liều tương đương do bức xạ vũ trụ hàng năm gây ra được tính bằng công thức:

$$E_{VT}(z) = E_1(0) [0,21e^{-1,649z} + 0,79e^{-0,4528z}] \quad (5.4)$$

Ở đây $E_1(0)$ là suất liều tại mực nước biển: $240 \mu\text{Sv.a}^{-1}$ và z là độ cao địa hình so với mực nước biển, tính bằng km.

5.6. Liều do quá trình ăn uống hàng năm được xác định tổng liều hiệu dụng của các nuclit phóng xạ riêng lẻ xâm nhập qua ăn uống.

$$E_{AU} = \sum^i A_i \times 365 \text{ ngày} \times m \times K_d \quad (5.5)$$

TCVN 9415 : 2012

Trong đó: - A là hoạt độ phóng xạ trong mẫu (Bq/Kg) của nuclit thứ i

- m là khối lượng lương thực hay nước uống tiêu thụ hàng năm của nuclit thứ i

- K_d là hệ số chuyển đổi liều (Sv/Bq).

Bảng3. Hệ số chuyển đổi liều hiệu dụng hàng năm qua con đường ăn uống ở các độ tuổi khác nhau.

Loại nuclit phóng xạ	Hệ số chuyển đổi liều hiệu dụng ($\mu\text{Sv}\cdot\text{Bq}^{-1}$)		
	Trẻ em (dưới 2 tuổi)	Thiếu nhi (từ 7-12 tuổi)	Người lớn (trên 17 tuổi)
^{238}U	0,12	0,068	0,045
^{234}U	0,13	0,074	0,049
^{230}Th	0,41	0,24	0,21
^{226}Ra	0,96	0,80	0,28
^{210}Pb	3,6	1,9	0,69
^{210}Po	8,8	2,6	1,2
^{232}Th	0,45	0,29	0,23
^{228}Ra	5,7	3,9	0,69
^{228}Th	0,37	0,15	0,072
^{235}U	0,13	0,071	0,047

Phụ lục A

Danh mục tài liệu tham khảo

- 1.1 Bộ Công Nghiệp (1998), *Quy phạm kỹ thuật thăm dò phóng xạ*. Lưu trữ Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam.
- 1.2 Bộ Khoa học, Công nghệ và Môi trường (1996), *Tiêu chuẩn Việt Nam về môi trường*, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ Thuật.
- 1.3 Bộ Khoa học, Công nghệ và môi trường (1998), *Vấn bản qui phạm pháp luật về an toàn và kiểm soát bức xạ*, Ban An toàn Bức xạ và Hạt nhân, Hà Nội.
- 1.4 Nguyễn Văn Nam (2008), *Nghiên cứu cơ sở khoa học xác định mức độ ô nhiễm môi trường của các nguồn phóng xạ tự nhiên để xây dựng quy trình công nghệ đánh giá chi tiết các vùng ô nhiễm phóng xạ tự nhiên*, Lưu trữ Liên đoàn Địa chất xạ hiếm, Hà Nội.
- 1.5 IAEA Safety standards No.115 (1996), *International Basic Safety Standards for Protection Against Ionizing Radiation and for the Safety of Radiation Sources*, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- 1.6 ICRP - Publication 82, *Protection of the Public in situation of Prolonged Radiation Exposure*, Published by PERGAMON.
- 1.7 IAEA-TECDOC-827 (1995), *Application of uranium exploration data and techniques in environmental studies*, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- 1.8 IAEA Safety Reports Series No. 49 (2006), *Assessing the need for Radiation Protection Measures in Work Involving Minerals and Raw Materials*, International Atomic Energy Agency, Vienna.
- 1.9 AEA Safety Standarts Series No. RS-G-1.6 (2004), *Occupational Radiation Protection in the Mining and Processing of Raw Materials*, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2004.
- 1.10 инистерство здравоохранения СССР (1988), *Нормы радиационной безопасности НБР-76/87 и Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений ОСП – 72/87*, Издательство "Здравоохранение" Москва .

Phụ lục B

Bảng 2: Đơn vị đo liều và suất liều

Phạm trù	Liều		Suất liều	
	Đơn vị SI	Đơn vị ngoài hệ	Đơn vị SI	Đơn vị ngoài hệ
Hấp thụ bức xạ	Gy = Gray 1Gy = 1 J/kg	1rad = 100 erg/g 1rad = 1.10^{-2} Gy	1Gy/s = 1W/kg	1rad/s = 1.10^{-2} Gy/s
Tương đương	Sv = Sievert 1Sv = 1J/kg	1Rem = 1.10^{-2} Sv	1 Sv/s 1 Sv/h	1Rem/s = 1.10^{-2} Sv/s

Phụ lục C Bảng thống kê tên gọi các đơn vị phóng xạ trong hệ SI và hệ số chuyển đổi với các đơn vị cũ

Tên gọi	Kí hiệu	Đơn vị	Cách dùng-hệ số chuyển đổi với các đơn vị cũ
Hoạt độ phóng xạ	A	Bequerel (Bq)	Hoạt độ phóng xạ của vật thể
Hoạt độ phóng xạ riêng	a	Bq/kg	Hoạt độ phóng xạ của một đơn vị khối lượng
Hàm lượng phóng xạ	C_A	Bq/m ³	Nồng độ phóng xạ của chất khí và chất lỏng
Hoạt độ phóng xạ bề mặt	a_s	Bq/m ²	Hoạt độ phóng xạ trên một đơn vị diện tích
Chiếu xạ	X	Culông/kg (C/kg)	Ảnh hưởng ion hóa của tia X và tia gamma trong không khí
Suất liều chiếu xạ	X'	Ampe/kg (A/kg)	Sự chiếu xạ trong một đơn vị thời gian, trường bức xạ gamma $1\mu R/h = 7,17 \times 10^{-14} A/kg$
Liều	D	Gray (Gy)	Liều hấp thụ: 1rad = 10^{-2} Gy 1R = $8,69.10^{-3}$ Gy (trong không khí)
Suất liều	D'	Gy/s	Trường bức xạ gamma $1\mu R/h = 8,69nGy/h$ (trong không khí)
Liều tương đương	H	Sievert (Sv)	Ảnh hưởng sinh học của bức xạ 1 Rem = 10^{-2} Sv
Liều hiệu dụng	E	Sievert (Sv)	Ảnh hưởng sinh học của bức xạ lên cơ thể con người

Phụ lục D Khối lượng tiêu thụ không khí, thức ăn, nước uống, trung bình hàng năm của một người (tính trung bình cho toàn thế giới).

Đối tượng tiêu thụ	Giá trị hít thở ($m^3 \cdot a^{-1}$)		
	Trẻ nhỏ (1 tuổi)	Thiếu nhi (10 tuổi)	Người lớn
Không khí	1900	5600	7300
	Giá trị tiêu thụ thức ăn ($kg \cdot a^{-1}$)		
	Trẻ nhỏ	Thiếu nhi	Người lớn
Sản phẩm sữa	120	110	105
Sản phẩm thịt	15	35	50
Sản phẩm gạo, mì	45	90	140
Các loại củ và trái cây	60	110	170
Rau các loại	20	40	60
Sản phẩm cá	5	10	15
Nước uống và các loại nước giải khát	150	350	500