

ЗУУНМОД ОРЧМЫН ХӨРСНИЙ ЦАЦРАГ ИДЭВХИЙН СУДАЛГАА

Ц.Эрхэмбаяр, Н.Норов, Г.Хүүхэнхүү
МУИС, Цөмийн судалгааны төв

Түлхүүр үг: Хөрсний цацраг идэвх, хувийн идэвх, изотоп,
гамма спектрометр, хагас дамжуулагч детектор

Товч утга: Зуунмод сумын төв болон Өндөр дов, Манзуширын жуулчны бааз, Цэргийн анги, Нисэх орчмын газрын хөрсөнд цацраг идэвхт тунадас хэлбэрээр буусан цези-137-ийн хуримтлал, хөрсөн дэх ^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K зэрэг байгалийн цацраг идэвхт изотопуудын хувийн идэвхийг тодорхойлж, сумын оршин суугчдын жилд авах гадаад шарлагын тунг үнэлсэн юм.

ОРШИЛ

Манай орны цахилгаан дулааны эрчим хүчний ихэнх хувийг нүүрс шатаах технологитой станцуудад гаргаж авдаг бөгөөд үүнээс гадна төв суурин газрын гэр хорооллуудад хүйтэн сэрүүний улиралд голдуу нүүрс түлдэг. Нүүрсний шаталтын бүтээгдэхүүн болох үнс, шааранд баяжсан байгалийн цацраг идэвхт изотопууд гадаад орчинд тархаж, хүн амын гадаад дотоод шарлагын эх үүсвэр болдог. Төв аймгийн төв Зуунмод суманд төвлөрсөн 1 уурын зуух, 5 жижиг зуух ажилладаг бөгөөд эдгээрт хоногт 400 тн нүүрс шатаадаг. Мөн гэр хороололд 2159 өрх байдаг бөгөөд нэг өрх хоногт 40 кг нүүрс түлдэг гэвэл нийт өрх 86,4 тн нүүрс түлдэг байна. Ийнхүү Зуунмод сумын орчимд хоногт 500 тн орчим нүүрс шатааж байна. Иймээс Зуунмод сум орчмын

цацраг идэвхийн дэвсгэр түвшинг тогтоож, цацрагийн хяналтын мониторинг бий болгох шаардлага гарч байна.

Энэ ажилд Зуунмод сумын төв болон Өндөр дов, Манзуширын жуулчны бааз, Цэргийн анги, Нисэх орчмын газрын хөрсөнд цацраг идэвхт тунадас хэлбэрээр буусан цези-137-ийн хуримтлал, хөрсөн дэх ^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K зэрэг байгалийн цацраг идэвхт изотопуудын хувийн идэвхийг тодорхойлж, хөрснөөс 1 метр өндөрт эдгээр изотопуудын гамма цацрагийн тунгийн чадлыг тооцож, оршин суугчдын жилд авах гадаад шарлагын тунг үнэлсэн юм.

1.ЗУУНМОД СУМ ОРЧМЫН ХӨРСНИЙ ЦАЦРАГ ИДЭВХ

Хөрсөн дэх байгалийн ба үүсмэл цацраг идэвхт изотопуудын бүрэлдэхүүн, тэдгээрийн хувийн идэвхийг гамма-спектрометрээр судлав. Хэмжилтэнд өндөр ялгах чадвартай хагас дамжуулагч цэвэр германи детектор, 4096 сувагтай анализатор бүхий гамма спектрометр хэрэглэв.

Зуунмод сумын төв болон Өндөр дов, Манзуширын жуулчны бааз, Цэргийн анги, Нисэхийн орчмоос газрын өнгөн хөрсний 5 см гүн, 10x10см талбайтай дээжийг ургамлын хамт авав. Дээжээ детекторт углаж ордог 450 см³ эзэлхүүнтэй Маринеллийн саванд хийж, 1 цаг хэмжив. Гамма спектрийг "Microsoft" фирмийн стандарт программаар боловсруулав.

Зуунмод сум орчмын хөрсний дээж авсан байрлалыг дор үзүүлэв.

$$A_{Cs} = \frac{N \cdot m_{ab}}{0.851 \cdot k \cdot \varepsilon_0 (661.7 \text{кэВ}) \cdot 50 \cdot S \cdot t \cdot m_{xэм}};$$

Үүнд : A_{Cs} - ^{137}Cs -ийн хөрсөн дэх хуримтлал (Бк/м²)
50 – 1 г/см³ нягттай хөрсний дээж авсан 5см
гүн, 10см х10см талбайн нэгжийг (м²) жин (кг)-д
шилжүүлэх тогтмол

$m_{ав}$ – авсан дээжийн нийт жин(кг)

$m_{xэм}$ – гамма спектрометрт хэмжсэн дээжийн жин
(кг)

S - дээж авсан талбай (м²)

Хөрсөн дэх ^{226}Ra -ийн хувийн идэвхийг байгалийн цацраг идэвхт ^{238}U -ын бүлийн изотопуудын үүсгэх шугамуудаас хамгийн эрчимтэй 609.31 кэВ (^{214}Bi) шугамаар тодорхойлов.

^{238}U ба ^{226}Ra -ийн нийлбэр 186 кэВ шугамын талбайд ^{226}Ra изотопын 186.21кэВ шугамын талбайн эзлэх хувийг 609.31 кэВ шугамаас олж, уран радийн хоорондох цацрагийн тэнцвэрийг шалгав.

^{232}Th -ийн хувийн идэвхийг тодорхойлохдоо 583.19 кэВ (^{268}Tl), 911.16кэВ (^{228}Ac) энергитэй гамма цацрагийг бүртгэсэн. Ингэж ^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra -ийн хувийн идэвхийг тус бүр хэд хэдэн гамма шугамаар олсон нь дотоод шалгуур болж туршлагын үнэмшлийг ихэсгэж байгаа юм.

^{40}K , ^{137}Cs изотопуудын хувийн идэвхийг тэдгээрийн 1460.75 кэВ, 661.66 кэВ энергитэй гамма цацрагийн шугамуудаар тодорхойлов [3].

Зуунмод сум орчмын хөрсний дээжийг гамма спектрометрээр судалсан дүнг 1-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 1.

В с а	Дээжийн дугаар	Изотопын хувийн идэвх (Бк/кг)			^{137}Cs -ийн	Элементийн агууламж		
		^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K		U (г/т)	Th (г/т)	K (%)
Зуун мод	1	28.3±4.1	19.3±6.6	757.3±4.2		2.3	4.74	2.5
	2	25.2±4.5	22.6±7.9	754.4±4.3		2.1	5.5	2.5
	3	56.0±3.4	28.05±7.3	638±4.9	4.2±0.6	4.6	6.9	2.1
	4	53.6±3.2	32.6±6.5	600.5±4.8	4.1±0.6	4.4	8.0	2.0
	5	24.7±4.6	28.5±6.9	688.2±4.2		2.0	7.0	2.3
	Дундаж	37.6±4.0	26.2±7.0	687.7±4.5	4.1±0.6	3.1	6.4	2.3
Цэргийн анги	1	27.5±3.1	24.2±5.1	768.7±3.3		2.3	5.9	2.6
	2	19.7±3.9	23.9±5.2	755.3±3.4		1.6	5.9	2.5
	3	27.5±4.0	35.9±5.7	893.2±3.9	3.0±0.4	2.3	8.8	3.0
	4	27.9±3.9	34.2±5.1	699.1±4.1		2.3	8.4	2.3
	5	18.05±4.3	22.8±5.4	693.6±3.4		1.5	5.6	2.3
	Дундаж	24.1±3.8	28.2±5.3	762.0±3.6	3.0±0.4	2.0	6.9	2.5
Өндөр дов	1	21.6±4.5	29.7±5.3	801.6±3.7		1.8	7.3	2.7
	2	23.6±4.0	34.3±5.1	655±4.0		1.9	8.4	2.2
	3	22.3±4.1	25.5±5.9	719.0±3.8	3.0±0.4	1.8	6.3	2.4
	4	21.0±4.4	27.7±5.8	713.1±3.9	1.7±0.3	1.7	6.8	2.4
	5	24.8±4.5	30.5±6.2	847.6±4.0		2.0	7.5	2.8
	Дундаж	23.0±4.3	29.5±5.6	747.3±3.9	2.4±0.4	1.8	7.3	2.5
Манзушир	1	27.4±4.0	45.1±4.6	775.3±4.0	3.6±0.4	2.2	11.0	2.6
	2	32.2±4.5	49.7±5.4	872.7±4.3	4.7±0.5	2.6	12.2	2.9
	3	28.2±4.8	49.1±5.5	520.2±5.3	5.8±0.6	2.3	12.0	1.7
	4	20.7±3.7	34.2±4.6	921±3.1		1.7	8.4	3.1
	5	39.1±4.0	53.1±5.3	676.3±4.8	6.9±0.7	3.2	13.0	2.3
	Дундаж	29.5±4.2	46.3±5.1	753.1±4.3	5.3±0.6	2.4	11.4	2.5
Нисэх	1	27.6±4.3	40.1±5.3	748.8±4.2	5.2±0.6	2.3	9.8	2.5
	2	38.2±3.8	53.5±4.7	951.9±3.7	1.4±0.3	3.1	13.1	3.2
	3	22.7±4.6	31.8±5.3	809.4±3.7		1.9	7.8	2.7
	4	21.7±4.8	37.7±5.2	787.2±3.7		1.8	9.2	2.6
	5	17.6±4.3	29.7±4.7	701.7±3.3		1.4	7.3	2.3
	Дундаж	25.6±4.4	38.5±5.1	799.8±3.7	3.3±0.4	2.1	9.4	2.7

Зуунмод сум орчмын хөрсний дээж дэх байгалийн цацраг идэвхт изотопуудын хувийн идэвхийн дунджийг манай орны бусад хотууд болон зарим улсад судалсан дүнтэй 2-р хүснэгтэд харьцуулж үзүүлэв [1,3,4].

Хүснэгт 2.

Хотын нэр	Изотопын хувийн идэвх , Бк/кг		
	^{238}U	^{232}Th	^{40}K
Зуунмод	37.6±4.0	26.2±7.0	687.7±4.5
Ховд [4]	26.2±5.3	28.8±4.3	754±4.3
Увс [4]	25±0.7	68±0.6	434±16
Улаанбаатар [3]	33±9.0	39±0.7	880±9.5
Эрдэнэт [3]	25±0.6	18±1.0	440±5.0
Дорнод [3]	15±2.0	14±2.0	965±6.0
Дархан[3]	45±4.0	33±1.6	735±5.5
Дэлхийн дундаж (хязгаар) [3]	25 (10-50)	25 7-50	370 (100-700)
Хятад (хязгаар) [1]	40±34 (1.8-520)	49±28 (1.5-440)	580±20 (12-2190)
Америк (хязгаар) [1]	35 (4-140)	35 (4- 130)	370 (100-700)

2. ЦАЦРАГИЙН ДЭВСГЭР ТҮВШИН

Зуунмод сумын хөрсөнд тодорхойлсон байгалийн цацраг идэвхт элементүүдийн хувийн идэвхийн хэмжээг ашиглан газрын хөрснөөс 1м өндөрт агаарт шингэсэн цацрагийн чадлыг тооцоход дараах томъёог ашиглав [1,3].

$$P=0,427 A_U + 0,662 A_{Th} + 0,043 A_K$$

Үүнд: P –цацрагийн тунгийн чадал (нГр/цаг);

A_U, A_{Th}, A_K – $^{238}\text{U}, ^{232}\text{Th}, ^{40}\text{K}$ –ийн хувийн идэвх (Бк/кг).

Хүний амьсгалах түвшний агаарт шингэсэн тунгийн дундаж чадлыг хүн гадаа байх харьцангуй хугацаа 0.2 болон гамма цацрагийн дундаж энергийн хувьд

эквивалент тунгийн чадлыг шингэсэн тунгийн чадалд харьцуулсан харьцаа 0.7–г ашиглан хөрсөнд агуулагдах байгалийн цацраг идэвхт изотопуудын гамма цацрагаас жилд авах эффе́ктив эквивалент тунг дараах байдлаар тооцов [1].

$$D(\text{мкЗв}) = 0.2 \times P(\text{нГр/цаг}) \times 0.7 (\text{Зв/Гр}) \times 8760 (\text{цаг/жил}) \times 10^3$$

Зуунмод сум орчмын цацрагийн дэвсгэр түвшин (нГр/цаг), сумын оршин суугчдын жилд авах эффе́ктив эквивалент тун (мкЗв)

Хүснэгт 3.

Дээж авсан газар	^{238}U , ^{232}Th , ^{40}K		^{137}Cs	
	P(нГр/цаг)	D(мкЗв)	Хуримтлал (кБк/м ²)	D(мкЗв)
Зуунмод	69	84.6	4.1	37
Цэргийн анги	62	76.0	3.0	27
Өндөр дов	61.4	75.3	2.4	22
Манзушир	75.6	92.8	5.3	48
Нисэх	57.4	70.4	3.3	30
Дундаж	65.08	79.8	3.6	32
Улаанбаатар	77.7	95.0	5.0	45
Дэлхийн дундаж[4]	50.0	61.0	5.2	47

3. ЗУУНМОД СУМЫН ТӨВ УУРЫН ЗУУХНЫ ҮНСНИЙ ЦАЦРАГ ИДЭВХ

Зуунмод сумын төв уурын зууханд шатааж байгаа нүүрс болон түүний үнсэн дэх ^{232}Th , ^{238}U , ^{40}K ийн хувийн идэвхийг гамма спектрометрийн аргаар тодорхойлж, тэдгээрийн нийлбэр идэвхийн хэмжээг дараах томъёогоор тооцоолов[2].

Хэсгэн үийн гүйцэтгэлд $A = A_{Ra} + 1.3 A_{Th} + 0.09 A_K < 370$ Бк/кг

Хэмжилтийн болон тооцооны дүнг 4-р хүснэгтэд үзүүлэв.

Хүснэгт 4.

Дээж	Дээжин дугаар	Изотопын хувийн идэвх (Бк/кг)			Нийлбэр цацраг идэвх А (Бк/кг)
		^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	
Нүүрс	1	15.5	6.1	82.5	
	2	14.6	15.9	53.0	
	3	24.3	16.8	67.2	
	4	23.5	20.9	13.8	
	Дундаж	19.5	14.9	54.1	
Үнс	1	151	60.7	210	248.6
	2	133	65.7	179	234.4
	3	108	71.8	297	228.2
	4	99.6	72.3	262	217.2
	Дундаж	123	67.7	237	232.1

4. ДҮГНЭЛТ

1. Төв аймгийн Зуунмод сум орчмын хөрсөн дэх ^{232}Th , ^{238}U -ын хувийн идэвх дэлхийн болоод Улаанбаатар, Дархан хотын дундаж хэмжээнд, харин ^{40}K -ийн хувийн идэвхийн хэмжээ дэлхийн дунджаас их байгаа нь боржин чулуун хөрстэй холбоотой юм.

2. Зуунмод сумын төв болон Цэргийн анги, Өндөр дов, Манзуширын жуулчны бааз, Нисэхийн цацрагийн дэвсгэр түвшин харгалзан 69нГр/ц, 62нГр/ц, 61.4нГр/ц, 75.6нГр/ц, 57.4нГр/ц байгаа бөгөөд дундаж утга нь Улаанбаатар хотынхоос 1.2 дахин бага, дэлхийн дунджаас 1.3 дахин их байна.

3. Уурын зуухны үнсэн дэх ^{226}Ra , ^{232}Th -ийн хувийн идэвх нүүрснийхээс дунджаар 8 дахин их болж баяжсан байгаа бөгөөд түүнд агуулагдах эдгээр изотопуудын нийлбэр идэвх 232 Бк/кг байгаа нь ОХУ-д мөрдөж байгаа орон сууцны барилгын материалын норм 370 Бк/кг-аас бага байна.

Abstract

Using the HP-Ge gamma-spectrometer specific radioactivity concentrations of ^{226}U , ^{232}Th , ^{40}K and ^{137}Cs were measured in soil samples around Zuunmod town of Tov aimag in Mongolia. Also the specific radioactivity concentrations of above elements were measured in the coal and ash samples which were collected from the Central steam heating in Zuunmod town.

Ашигласан хэвлэл

1. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Committee on the effects of the Atomic Radiation, Report of the General Assembly. New York, 1993.
2. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99), Минздрав России, 1999, стр.25.
3. Н.Норов, С.Даваа, Д.Шагжжамба
Зарим хот орчмын хөрсний дээжийг гамма спектрометрээр судалсан нь. МУИС, Эрдэм Шинжилгээний Бичиг, №5(138), УБ, 1998, 19-26-р тал.
4. Д.Шагжжамба, Ж.Ганзориг, Б.Далхсүрэн
Монгол улсын аймаг, хотуудын хүн амын цацрагийн гадаад шарлагын тун. МУИС, Эрдэм Шинжилгээний Бичиг, №2(125), УБ, 1996, 57-61-р тал.