

## Дулааны 4 Дүгээр Цахилгаан Станцын Үнсэн Сангийн Цацрагийн Түвшин

М.Алтангэрэл<sup>1</sup>, Н.Норов<sup>1</sup>, Н.Энхбат<sup>1</sup>, Ц.Цэрэнбалжид<sup>2</sup>

<sup>1</sup>МУИС-ийн Цөмийн судалгааны төв  
<sup>2</sup>ШУТИС, Материалын технологийн сургууль

**Товч утга:** Энэхүү ажлаар дулааны 4-р цахилгаан станцын үнсэн сангийн дээжүүдэд гамма-спектрометрийн үнэмлэхүй арга ашиглан байгалийн цацраг идэвхт <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>40</sup>K зэрэг изотопуудын хувийн идэвхийг тодорхойлж уг дүнгээ ашиглан радийн эквивалент идэвх, гамма цацрагийн агаар дахь шингэсэн тунгийн чадал, радоны эминацийн коэффициент зэргийг тооцолж, үнсэн сангийн цацрагийн дэвсгэр түвшинг тогтоов.

**Мэргэшлийн индекс:** PACS:20

**Түлхүүр үгс:** Радийн эквивалент идэвх, эминацийн коэффициент

### ОРШИЛ

Нүүрснийг шатаахад хүнд элементүүд, тэр дундаа цацраг идэвхт элементүүд хэд дахин баяжигдан гардаг бөгөөд салхиар туугдан гадаад орчинд хаягдаж, гадаад, дотоод шарлагын үүсвэр болдог [1].

Сүүлийн үед Улаанбаатар хотод шинэ шинэ барилгууд ихээр баригдах болсон нь сайн хэрэг ч ихэнх нь түүхий эдийн хямдыг бодож цахилгаан станц, уурын зуухны үнсээр хийсэн блок ашиглаж байна.

Иймээс үнс, түүгээр хийсэн барилгын материалууд болон ДЦС-н үнсэн сан, түүний ойр орчимд цацрагийн дэвсгэр түвшинг тогтоож, цацрагийн хяналтыг тогтмол хийх шаардлагатай.

Энэхүү ажлаар дулааны цахилгаан станцын хаягдал үнсний цацраг идэвхийг судлахыг зорьсон бөгөөд хамгийн өндөр чадалтай ДЦС-4-ыг сонгон авлаа. ДЦС-4 нь Шивээ-Овоо болон Багануурын уурхайн аль алинийх нь нүүрсийг ашигладаг байна.

### АРГА ЗҮЙ

Төрөл бүрийн дээжинд байгалийн ба үүсмэл цацраг идэвхт изотопуудыг тодорхойлоход гамма-спектрометрийн аргыг өргөн хэрэглэдэг. Спектрометрт хэмжсэн гамма спектрээр изотопын бүрэлдэхүүн, тэдгээрийн идэвх, агуулалтыг тодорхойлж, цацрагийн тунгийн чадлыг тооцоолдог.

МУИС-ийн ЦСТ-ийн гамма-спектрометр нь өндөр ялгах чадвартай цэвэр германи хагас дамжуулагч детектор, 4096 сувагтай "Камберра" анализатортой. Детекторын ажлын эзлэхүүн 52 см<sup>3</sup>, гамма цацрагийн энергиэр ялгах чадвар 1333 кэВ шугамын хувьд 2.2 кэВ. Гамма-спектрометрт гаргаж авсан мэдээллийг компьютерт S-100, FitzPeak

зэрэг программ ашиглан боловсруулав. Дээж тус бүрээс 1 кг орчмыг авч, детекторт углаж оруулдаг 700мл эзэлхүүнтэй цилиндр саван (Маринеллийн сав)-д хийж, 1 цаг хэмжив[2-4].

### Радийн эквивалент идэвх

Радийн эквивалент идэвх гэдэг нь байгалийн цацраг идэвхт <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>40</sup>K изотопуудын идэвхийг радийн идэвхт шилжүүлсэн нийлбэр бөгөөд цацрагийн нормыг үнэлэх үндсэн хэмжигдэхүүн юм. Дараах байдлаар тооцдог [5,6].

$$Ra_{eq} = A_{Ra} + 1.43 A_{Th} + 0.0772 A_K, \text{ Бк/кг} \quad (1)$$

Үүнд:  $A_{Ra}$ ,  $A_{Th}$ ,  $A_K$  нь <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th, <sup>40</sup>K-н хувийн идэвх

Манай орны хувьд барилгын материалд УМХГ-аас гаргасан дараах цацрагийн аюулгүйн нормыг (1-р хүснэгт) мөрддөг [7].

*Хүснэгт.1. Барилгын материалын радийн эквивалент идэвхийн хэмжээгээр ашиглах барилгын төрөл [7].*

№	Ra <sub>eq</sub> , Бк/кг	D, мкР/цаг	Ямар барилгын төрөлд ашиглах
1.	≤370	≤20	Орон сууц, нийгэм, ахуйн бүх төрлийн барилга байгууламжид ашиглаж болно.
2.	≤740	≤40	Зөвхөн үйлдвэр, зам барилгад ашиглаж болно.
3.	≤2220	≤120	Зөвхөн хүн амаас хол зайд байх зам, барилга, газар доорх барилгад 0,5м зузаан хучилттай ашиглана.
4.	≤3700	≤200	Зөвхөн хүн амаас хол зайд байх замын суурь, далан газар доорх барилгад 0,5 м зузаан хучилттай ашиглана.
5.	>3700	>200	Ямар ч барилгын материалд хэрэглэж болохгүй.

### Гамма цацрагийн агаарт шингэсэн тун

Агаар дахь гамма цацрагийн шингэсэн тунгийн хэмжээ нь байгалийн цацраг идэвхт  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  хувийн идэвхийн хэмжээнээс хамаардаг. Эдгээр изотопуудын идэвхийн утгыг ашиглан газрын гадаргаас 1м өндөрт шингэсэн тунгийн чадлыг дараах байдлаар тооцдог [5,6].

$$D=0.427A_U+0.662A_{Th}+0.0432A_K, \text{ нГр/цаг} \quad (2)$$

Үүнд:  $A_U$ ,  $A_{Th}$ ,  $A_K$  нь харгалзан  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  – н хувийн идэвх

### Радоны эминацийн коэффициент

Орон байранд цацраг идэвхт радон хуримтлагдсанаар дотоод шарлага үүсгэдэг. Барилгын бүтцийн материалын нэгж гадаргуугаас гарах радоны урсгал нь эманацийн коэффициент ( $K_{эм}$ ),  $^{226}\text{Ra}$ -н хувийн идэвх ( $A_{Ra}$ ), геометр хэмжээ, түүний найрлага, зэргээс хамаардаг. Нэгэн төрлийн  $\rho_0$  нягттай,  $d$  зузаантай хананаас гарах радоны усгалын нягтыг дараах байдлаар тооцож болно.

$$Q=A_{Ra}K_{эм}\rho_0d\lambda_0 \text{th}(\beta)/\beta \quad (3)$$

Үүнд:  $\beta=d/l_0$  хананы зузааныг радоны диффузийн уртад харьцуусан харьцаа,  $l_0 = \sqrt{D / \rho_0 \lambda_0}$  –тухайн материал дахь радоны диффузийн урт,  $\lambda_0$  - Радоны задралын тогтмол,  $\text{с}^{-1}$

Радоны диффузийн уртыг ойролцоогоор 20 см гэвэл 10-50 см зузаан ханын хувьд  $\text{th}(\beta)/\beta$  коэффициент нь 0.68-0.98 хооронд байдаг.

Радоны эминацын коэффициентийг дараах байдлаар тодорхойлно.

$$K_{эм} = 1 - \frac{A_{Ra} (^{214}\text{Bi})}{A_{Ra}} \quad (4)$$

Үүнд:  $A_{Ra} (^{214}\text{Bi})$  -609кэВ энергитэй шугамаар тодорхойлсон Ra-226-н идэвх.

### ҮР ДҮН

ДЦС-4-ын үнсэн сангийн 1-р секцээс 50мх50м торлол үүсгэн 24 цэгт 1-6 м гүнээс нийт 144 үнсийг дээж авав. ДЦС-4-н үнсэн сангийн байрлалыг 1-р зурагт үзүүлэв.



Зураг.1. ДЦС-4 үнсэн сангийн байрлал

ДЦС-4-н үнсэн сангийн дээжүүдэд гамма-спектрометрийн үнэмлэхүй арга ашиглан  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  зэрэг изотопын хувийн идэвх болон нийлбэр радийн эквивалент идэвхийг тодорхойлов.

Уг дүнгээ ашиглан радийн эквивалент идэвх, гамма цацрагийн агаар дахь шингэсэн тунгийн чадал, радоны эминацийн коэффициент зэргийг тооцолсон дүнг 2-р хүснэгт болон 2а,б,в,г,д зурагт гистограммаар үзүүлэв.

Хүснэгт.2. Хаягдал үнсний дээжүүдэд хийсэн цацрагийн шинжилгээний дүн

Хэмжигдэхүүн	Дээжийн тоо	Утгын муж	Дундаж утга
$^{226}\text{Ra}$ , Бк/кг	144	129-1884	663
$^{232}\text{Th}$ , Бк/кг	144	31.7-89.3	50.6
$^{40}\text{K}$ , Бк/кг	144	400-1091	720
Уран, г/тн	144	10.6-154	54.3
Тори, г/тн	144	1.8-21.9	12.4
Кали, г/тн	144	1.3-3.6	2.4
$\text{Ra}_{\text{эк}}$ , Бк/кг	144	232-2005	789
D, нГр/цаг	144	108-867	348
$K_{эм}$	144	0.10-0.39	0.18

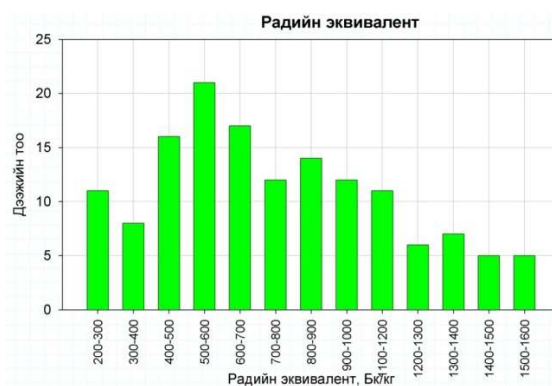
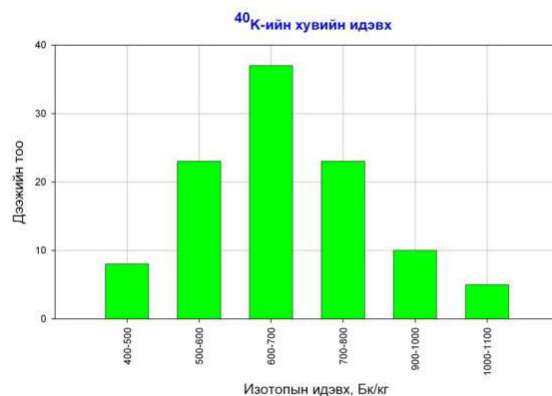
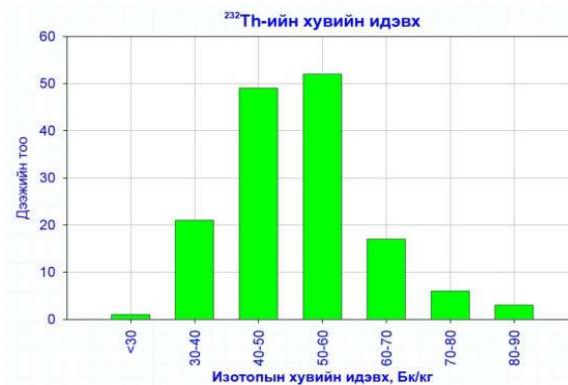
Үнсэн сангийн 3-р секцэд хучилт хөрснөөс дээш 1м зайд гамма цацрагийн тунгийн чадлыг 50мх50м торлол үүсгэж нийт 118 цэгт АТОМТЕХ, BELLA зөөврийн дозиметрийн багажуудыг ашиглан хэмжив. Дүнг 3-р хүснэгт болон 2д-р зурагт үзүүлэв.

Хүснэгт.3. Зөөврийн дозиметрийн хэмжилтийн дүн

Багаж	Хэмжсэн цэгийн тоо	Утгын муж, мкЗв/цаг	Дундаж утга, мкЗв/цаг
1 Атомтех	118	0.09-0.36	0.18
2 Bella	118	0.06-0.36	0.18



Зураг.2а,б,в,г,д. ДЦС-4 үнсэн сангийн дээжүүдэд цацраг идэвхт изотопын түгээлт



## ДҮГНЭЛТ

1. Дулааны 4-р цахилгаан станцын үнсэн сангийн 1-р хэсгийн дээжүүдэд гамма-спектрометрийн үнэмлэхүй арга ашиглан байгалийн цацраг идэвхт  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$  – н хувийн идэвхийг тодорхойлов. Уг дүнгээ ашиглан радийн эквивалент идэвх, гамма цацрагийн агаар дахь шарсан тунгийн чадал, радоны эминацийн коэффициент зэргийг тооцоолов.
2. Хаягдал үнсний дээжүүдэд  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{40}\text{K}$ -н хувийн идэвх дунджаар 663.4 Бк/кг, 50.6 Бк/кг, 718.7 Бк/кг байна.
3. Ураны агуулалт 10-150 г/тн мужид, дундаж нь 54 г/тн, торийн хувьд 1.8-21 г/тн, дундаж нь 12.4 г/тн, калийн агуулга 1.3-3.6% мужид, дундаж нь 2.4 % байв.
4. Харин радийн эквивалент идэвхийн муж 200-1600 Бк/кг ба мужийн дундаж нь 790 Бк/кг байна. Үүнийг 1-р хүснэгттэй харьцуулбал 3-р зэрэглэл хамаарагдаж байгаа бөгөөд орон сууц, нийгэм, ахуйн бүх төрлийн барилгад шууд ашиглах боломжгүй болох нь харагдаж байна. Тиймээс уг үнсийг ашиглан блок үйлдвэрлэж байгаа аж ахуйн нэгж байгууллагад цацрагийн хяналтыг тогтмол хийх шаардлагатай.
5. Үнсэн сангийн 3-р секцэд хучилтийн хөрснөөс дээш 1м зайд гамма цацрагийн тунгийн чадлыг 50м x 50м торлол үүсгэж нийт 118 цэгт АТОМТЕХ, BELLA зөөврийн дозиметрийн багажуудыг ашиглан хэмжихэд, хучилт хийгдсэн хэсэгт дундажаар 0.15 мкЗв/цаг, хучилт хийгдээгүй хэсэгт дундажаар 0.24 мкЗв/цаг байгаа бол секцийн нийт талбайн хувьд дундажаар 0.18 мкЗв/цаг байна.

### НОМ ЗҮЙ

1. M.Altangerel, N.Norov and D.Altangerel. "Study of Natural Radioactivity in Coal and its Ash samples of Baganuur Coal Mine, Mongolia", Ulaanbaatar Conference on Nuclear Physics and Applications-2008, Ulaanbaatar, Mongolia, p20-21
2. Монгол улсын стандарт. "Лабораторийн гамма спектрометрийн арга" MNS: 5626:2006, Стандартчилал, хэмжилзүйн үндэсний төв, 2006 он.
3. Н.Норов, Н.Энхбат, М.Алтангэрэл. "Төвийн бүсийн цацрагийн мониторинг", Төвийн бүс нутгийн уур амьсгалын нөөц, түүний өөрчлөлт эрдэм шинжилгээний бага хурлын эмхэтгэл. УБ, 2007, 195-198-р тал.
4. Н.Норов, Н.Хишигжаргал, Н.Энхбат, М.Алтангэрэл. "Зүүн бүсийн цацрагийн мониторинг", Зүүн бүс нутгийн уур амьсгалын нөөц, түүний өөрчлөлт эрдэм шинжилгээний бага хурлын илтгэлүүд, УБ, 2006, 153-159-р тал.
5. UNSCEAR, United Nations Scientific Committee on the Effects of the Atomic Radiation, 2000, Exposure from natural sources of radiation. United Nations, New York.
6. UNSCEAR, United Nations Scientific Committee on the Effects of the Atomic Radiation, 1993, Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. United Nations. New York.
7. УМХГ, Байгаль орчин, геологи уул уурхай, цацрагийн хяналтын улсын алба, "Барилгын материалын цацрагийн хяналтын тухай зөвлөмж". УБ, 2008 он.