

Ураны Далд Уурхайн Агааржуулалтаар Хаягдах Радоны Тархалт

Н.Энхбат, Н.Норов*, Г.Хүүхэнхүү

Монгол Улс, Улаанбаатар хот-210646, Их сургуулийн гудамж-1,
Монгол Улсын Их Сургууль, Цөмийн Судалгааны Төв

*Э-шуудан: nnorov@yahoo.com

Энэхүү ажлаар бид Дорнод аймгийн Баяндун, Дашбалбар, Сэргэлэн сумын уулзвар цэгт орших Гурванбулаг ураны далд уурхайн агааржуулалтаар гадаад орчинд хаягдах цацраг идэвхт хий радоны агаар мандал дахь тархалтыг судлав. Тус ураны уурхайн баруун амны агааржуулалтын хоолойноос салхины дагуу, салхины эсрэг чигт хэмжилтийн цэгүүдийг сонгон авч агаар дахь радоны эзлэхүүний идэвхийг агаар соруулсан шүүлтүүрийг хоёр удаа хэмжиж хурдан тодорхойлон, агаар дахь түүний түгэлтийг үнэлэв.

Түлхүүр үг: Радон, түүний задралын богино наст бүтээгдэхүүн, агааржуулалтын систем, радоны эзлэхүүний идэвх, радоны ундарга.

PACS: 87.55.N,

I. ОРШИЛ

Уран нь хөрс, уулын чулуулагт ямар нэг хэмжээтэй, харин ураны хүдэрт их агуулагдах бөгөөд байгалийн цацраг идэвхт энэ элементийн задралын бүлд цацраг идэвхт инертийн хий радон ялгарна. Радон бол агаараас хүнд бөгөөд барилгын суурийн давхар болон газар дээрх барилга байгууламжийн агааржуулалтгүй дотоод орчинд хуримтлагдана. Ураны далд уурхай доторхи радоны хуримтлал нь цацрагийн эрүүл ахуйн үүднээс хүний эрүүл мэндэд ноцтой аюул учруулж болно. Радоны задралаар үүсэх бүтээгдэхүүн цацраг идэвхт цөмүүд тоос болон агаар дахь бусад маш жижиг хэсгүүдтэй нийлж хүний амьсгалаар орж дотоод шарлага үүсгэнэ [1, 2].

Радоны задралын богино наст бүтээгдэхүүнүүд хүний биед амьсгалын замаар нэвтрэн орж эд эсэд сууж ДНХ-д эвдрэл учруулж чадахуйц альфа бөөмсийг цацаргана. Өнгөрөгч 50 гаруй жилийн эпидемиологийн судалгаагаар уурхайн ажилчдын уушигны хавдар үүсэх гол шалтгаан нь богино наст радоны задралын бүтээгдэхүүн болох нь батлагдсан байна. Далд уурхай, туннел, хонгил, рашаан, усан эмчилгээний байгууламж, агааржуулалт муутай орон сууц, байран дахь радоны хуримтлал нь хүний эрүүл мэндэд аюултай дотоод шарлага үүсгэнэ. Радоны шарлагаар үүсэх уушигны хавдараар үхэлд хүрэх магадлал нь тамхины хавдараар үхэх магадлалын дараа хоёрдугаар байрыг эзэлдэг байна [3, 4].

Нэгдсэн Үндэстний Байгууллагийн Олон Улсын Атомын Цацрагийн Үйлчлэлийн

Шинжлэх Ухааны Хороо (АЦҮШУХ)–ноос гаргасан үнэлгээгээр байгалийн цацрагийн эх үүсгүүрээс хүний авах цацрагийн тунгийн 50 орчим хувийг радоноос авах тун эзлэж байна [5, 6].

Энэ ажилд Гурванбулагийн ураны далд уурхайн агааржуулалтын хоолойгоор агаарт хаягдах радоны түгэлтийг агаар соруулах үед шүүлтүүрт сууж үлдсэн радоны задралын богино наст бүтээгдэхүүнүүдийн альфа бөөмийг бүртгэх аргаар судалсан тухай өгүүлнэ.

II. СУДАЛГААНЫ МАТЕРИАЛ, АРГА ЗҮЙ

A. Уурхайн агааржуулалтын систем

Мардайн бүлэг ордод багтах Гурванбулаг ураны далд уурхайн 260 метр гүн дэх хүдрийн биетийн сунал, уналын дагуух малталтуудын агааржуулалтын систем 3 амтай (1-р зураг).

Тус ураны далд уурхайн гол, хойд амуудаар агаар нэвтрэн орж, малталтуудын хэсгүүдээр тарна. Эдгээр хэсгүүдэд байсан радон ихэй агаар баруун аман дээр байрлах агаар соруулах төхөөрөмжийн гаднах хоолой (2-р зураг)-гоор агаар мандалд хаягдана. Гурванбулаг ураны далд уурхайн гол ам ба 260 метрийн түвшинд нийлбэр урсгалын хурд $35 \text{ м}^3/\text{с}$ - $38 \text{ м}^3/\text{с}$ байсан. Баруун аманд агааржуулалтын 2 метрийн диаметртэй гурван хоолой суурилуулсны хоёр нь хөндлөн хэвтээ нэг нь босоо байрлалтай. Агаарын радоны хэмжилт хийж байх үед хөндлөн хэвтээ хоолой ажиллаж байв. Энэхүү агааржуулалтын хэвтээ хоолойн амсар нь газрын гадаргаас дээш 3 метрийн өндөрт байрласан ба амсрыг нь зүүн урд зүгт газрын

гадаргад 45° налуутайгаар чиглүүлж байрлуулсан болно.

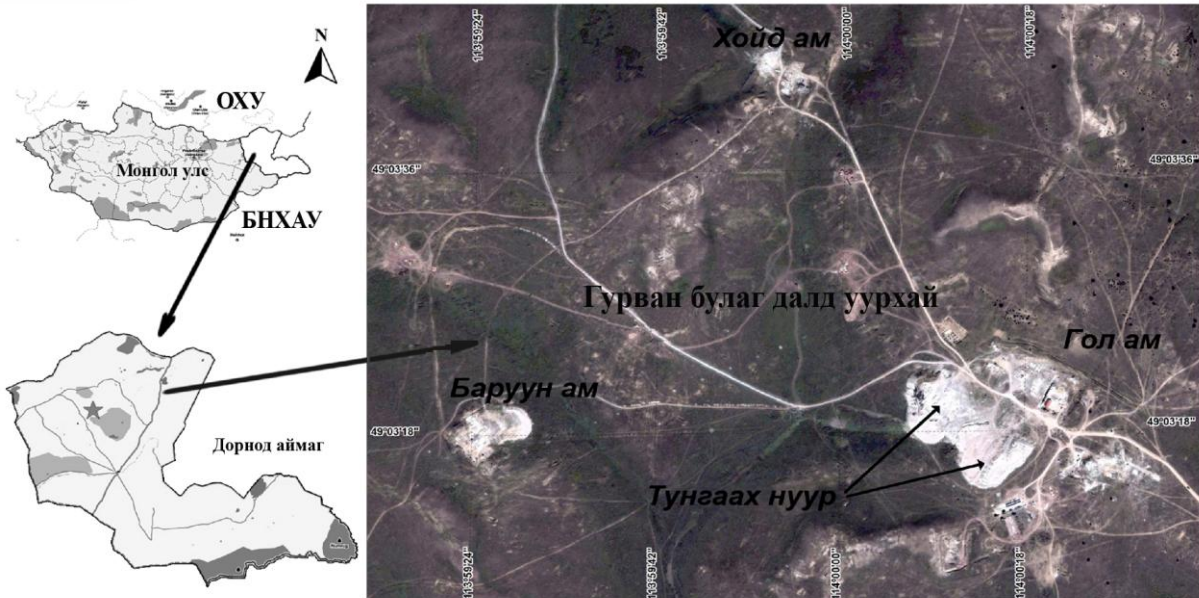
В. Далд уурхай доторх радоны эх үүсвэр

Ураны далд уурхайн агаарт радон ялгаран гарах эрчмийг радоны ундарга D_{Rn} (Бк/с) гэх бөгөөд энэ хэмжигдэхүүн нь уулын чулуулаг ба хүдрийн физик шинж чанар, эдгээрт агуулагдах ^{226}Ra -ийн хэмжээ, уулын малталтын үед радоны

хуримтлагдах хугацаа буюу агаар солилцооны хурд зэргээс хамаардаг.

Уурхай дахь радоны үүсгүүр:

- чулуулаг хүдрийн массив, бөөгнөрөл, тарамцаг (D_{Rn1}),
- сийрэгжсэн уулийн тарамцаг (D_{Rn2}),
- уурхайн ус (D_{Rn3}).



Зураг 1. Гурванбулаг ураны далд уурхайн босоо амнуудын байршил.

Эдгээр үүсгүүрээс радоны ундрагыг үнэлэх тооцооны аргыг авч үзье. Иймээс радоны ундрагын нийлбэр (D_{Rn})-ийг дараах хэлбэрээр илэрхийлж болно.

$$D_{Rn} = D_{Rn1} + D_{Rn2} + D_{Rn3}$$

Эдгээр үүсгүүрээс гарах радоны ундрагыг дараах байдлаар тооцоолно.

1. Хүдэр ба уулын чулуулагын массиваас гарах радоны ундарга:

$$D_{Rn1} = (I_{ia} + I_{oa}) \cdot D_{Rn}$$

Энд:

I_{ia}, I_{oa} – агаарын оролт гаралт дээрх радоны эзлэхүүний идэвх, Бк/м³;

D_{Rn} – уурхайн ханаар дамжин өнгөрөх агаарын хэмжээ буюу агааржуулалтын хурд, м³/с.

2. Хүдэр, уулын чулуулагын массив:

$$D_{Rn2} = 2.5 \cdot 10^3 \cdot M \cdot n \cdot \eta \cdot \beta$$

Энд: $2.5 \cdot 10^3$ Бк/(тонн·сек) – 1%-ын ураны агуулалтай хүдэр бүхий 1 тонн уулын чулуулагын массиваас радон ялгарах хурд,

M – уулын чулуулагын масс, тонн;

η – цацраг идэвхийн эквивалент;

β – чулуулагын нүх сүв, эвдрэлээр ялгаран гарах радоны задралын коэффициент.

3. Уурхайн ус:

$$D_{Rn3} = A_{Rn} \cdot D_{Rn}$$

Энд:

A_{Rn} – усан дахь радоны дундаж эзлэхүүний идэвх, Бк/м³.

D_{Rn} – уурхайн усны радоны нийлбэр ундрага, м³/с.

С. Радон, түүний богино наст задралын бүтээгдэхүүнийг тодорхойлох арга зүй

Агаар дахь радоныг түүний задралын бүтээгдэхүүнүүдийн альфа идэвхээр тодорхойлох олон аргууд байдаг [6, 7].

Агаар соруулсан шүүлтүүрийг нэг удаа хэмжих арга

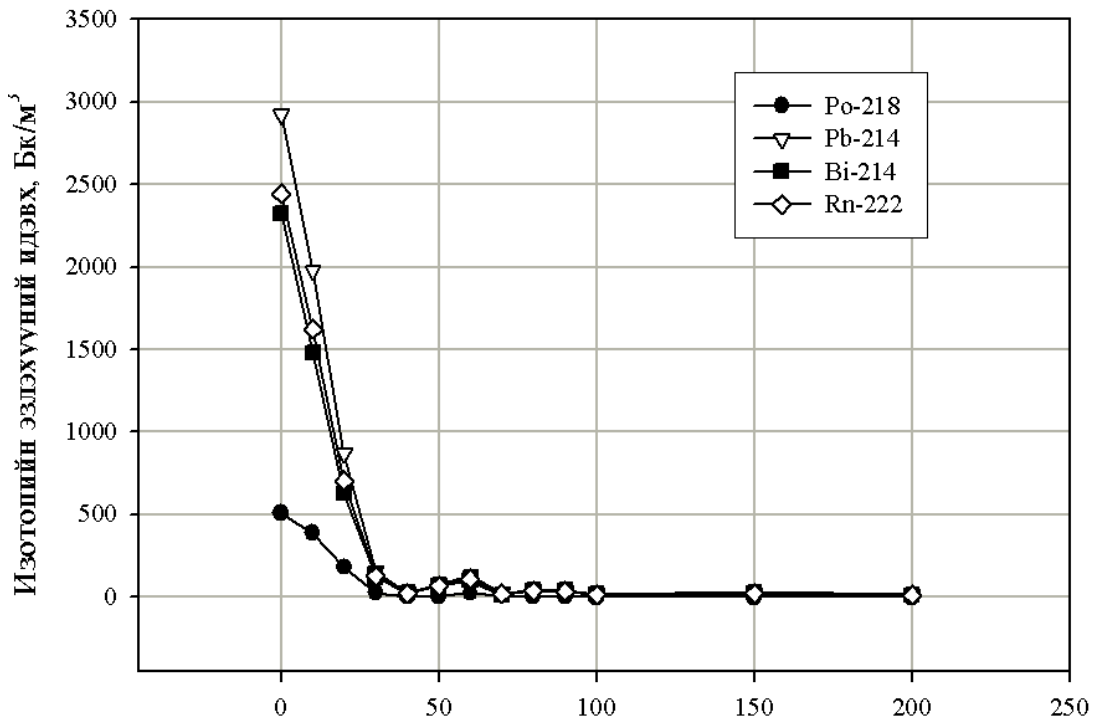
Хамгийн өргөн хэрэглэгддэг энэ аргыг Кузнец, Ролл нар боловсруулсан бөгөөд эдгээр аргууд нь агарын дээж соруулах, шүүлтүүрийн альфа идэвхийг хэмжих хугацааны сонголтоороо

ялгаатай байдаг. Агаарыг 2-10 л/мин хурдтай сорох багажаар 5-10 минутын турш агаар соруулж, 90 минут хүлээсний дараа шүүлтүүрийг сцинтилляцийн тоолуур дээр 5-10

минутын хугацаанд хэмжиж нийт альфа бөөмийг бүртгэнэ.



Зураг 2. Гурванбулаг ураны далд уурхайн баруун амны агааржуулалтын хоолой



Баруун амны агааржуулалтын хоолойноос холдох зай, м

Зураг 3. Радон, түүний богино наст задралын бүтээгдэхүүний тархалт

Агаар соруулсан шүүлтүүрийг хоёр удаа хэмжих арга

Агаар дахь радоны эзлэхүүний идэвхийг агаар соруулсан шүүлтүүр дээрх түүний задралын бүтээгдэхүүнүүдээс гарах альфа идэвхийг хоёр удаа хэмжих арга нь бусад аргуудаас дараах давуу талуудтай. Үүнд: нэг удаа хэмжих аргын нарийвчлалыг сайжруулах, ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi изотопуудын эзлэхүүний идэвхийг тус тусад нь тодорхойлох, нийт зарцуулах хугацаа багасах зэрэг болно. Хоёр удаа хэмжих аргаар нийлбэр альфа эсвэл бета идэвхийг тодорхойлох янз бүрийн аргууд байдаг. Үүнд:

- (а) Хиллийн арга (нийлбэр альфа идэвх);
- (б) Жамес–Стронгийн арга (нийлбэр альфа идэвх);
- (в) Шревийн арга (нийлбэр альфа, бета идэвх);
- (г) Марковын арга (нийлбэр альфа идэвх) зэрэг болно.

Агаар соруулсан шүүлтүүрийг гурван удаа хэмжих арга

Агаар соруулсан шүүлтүүрийг гурван удаа хэмжих арга нь нэг, хоёр удаа хэмжих аргуудаас нарийвчлал сайтай байдаг. Гэвч зарим аргын хувьд тоолох статистик хангалтгүй байдагтай холбоотойгоор санамсаргүй алдаа ихтэй. Гурван удаа хэмжих аргуудаас Цивогловын арга хамгийн их ашиглагддаг [1].

Мөн альфа спектрометрийн аргыг ашиглах боломжтой. Кузнецийн арга нь хамгийн сайн нарийвчлал, мэдрэх чадвартай. Энэ аргын дутагдалтай тал нь агаар соруулахаас эхлээд шүүлтүүрийн альфа идэвхийг хэмжиж дуусах хүртэлх хугацаа ихтэй. Өөрийн задралын бүтээгдэхүүнүүдтэй цацраг идэвхийн тэнцвэрт орших радоны эквивалент эзлэхүүний идэвхийг хурдан шуурхай тодорхойлоход Ролл, Марковын аргуудыг хэрэглэх нь тохиромжтой байна. Роллын аргын мэдрэх чадамж Марковын аргынхаас 2 дахин их байдаг боловч нарийвчлал муутай. Ролл, Кузнецийн аргуудтай харьцуулахад Марковын аргын сайн тал нь шүүлтүүрийн идэвхийг хоёр удаа хэмжиж, цацраг идэвхийн тэнцвэрийг үнэлнэ. Энэ арга нь агаар соруулж, шүүлтүүрт баригдаж үлдсэн радоны задралын богино наст цацраг идэвхт изотопуудаас гарах альфа бөөмийг альфа-радиометрээр тоолоход үндэслэдэг [8, 9].

Энэ судалгааны ажилд Марковын арга [10] дээр үндэслэн бидний боловсруулсан радоны задралын богино наст бүтээгдэхүүнүүдийн агаар дахь эзлэхүүний идэвхийг 5 минут агаар

соруулж, 1 минут ба 5 минутын дараа 3 минутаар хоёр удаагийн хэмжилт хийж хурдан тодорхойлох аргад дараах илэрхийллийг ашиглав:

$$\left. \begin{aligned} C_{RaA} &= \frac{4.4}{\varepsilon\eta\nu} (N_1 - N_2) \\ C_{RaB} &= \frac{1}{\varepsilon\eta\nu} (1 \cdot N_2) \\ C_{RaC} &= \frac{1}{\varepsilon\eta\nu} (2 \cdot N_2 - 0.91 \cdot N_1) \end{aligned} \right\} \text{C}$$

Үүнд: C_{RaA} , C_{RaB} , C_{RaC} – радоны задралын бүтээгдэхүүнүүд ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi -ийн агаар дахь эзлэхүүний идэвх, Бк/м^3 , N_1 - агаар соруулж дууссанаас 1 минутын дараа альфа-тоолуурт 3 минутанд бүртгэгдсэн импульсын тоо, N_2 - агаар соруулж дууссанаас 7 минутын дараа альфа-тоолуурт 3 минутанд бүртгэгдсэн импульсын тоо, ε – шүүлтүүрийн барих чадвар, η - альфа тоолуурын бүртгэх чадамж, ν - Агаар соруулах хурд, л/мин. Томъёо (1)-оор тооцоолж гаргасан задралын богино наст бүтээгдэхүүнүүдийн эзлэхүүний идэвхийн утгуудыг ашиглаж, агаар дахь радоны цацраг идэвхийн тэнцвэрийн эквивалент идэвх C_{Rn} (Бк/м^3)-ийг дараах томъёогоор тооцов:

$$C_{Rn} = 0.105 \cdot C_{RaA} + 0.516 \cdot C_{RaB} + 0.379 \cdot C_{RaC} \text{ C}$$

III. ҮР ДҮН БА ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Дорнод аймгийн Гурванбулаг ураны далд уурхайн баруун амны агааржуулалтын хоолойноос хаягдах радоны агаар дахь тархалтыг судлах зорилгоор баруун амны агааржуулалтын хоолойн амнаас салхины дагуу болон эсрэг чиглэлд Хавсралтын 4-р зурагт харуулсан янз бүрийн байрлалд хэмжилт хийв. Баруун амны агааржуулалтын хоолой дээр агаар дахь радоныг тодорхойлох хэмжилт хийх үед салхины хурд 1.7 м/с, салхины чиглэл баруун хойноос зүүн урагшаа чиглэлтэй байсан нь агааржуулалтын хоолойноос радонтой агаарын хаягдах чиглэлтэй давхцаж байсан тохиолдолд агааржуулалтын хоолойн амнаас зүүн өмнө зүгт 500 м зайд агаар дахь радоны эзлэхүүний идэвхийн хамгийн их утга 28 Бк/м^3 байв.

Радоны задралын бүтээгдэхүүнүүд $\text{RaA}(^{218}\text{Po})$, $\text{RaB}(^{214}\text{Pb})$, $\text{RaC}(^{214}\text{Bi})$ -ийн агаар дахь эзлэхүүний идэвхийг (1), агаар дахь радоны цацраг идэвхийн тэнцвэрийн эквивалент идэвхийг (2) илэрхийллээр

тооцоолсон дүнг Хавсралтын 1-р хүснэгтэнд үзүүлэв. Уурхайн баруун амны газрын гадаргад 45 градусын өнцөг үүсгэн зүүн урд зүг рүү чиглэсэн агааржуулалтын хоолой (2-р зураг)-ноос агаарт хаягдах ^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{222}Rn изотопуудын хэмжээ зайнаас хамааран хэрхэн буурч байгааг 3-р зурагт үзүүлэв.

ДҮГНЭЛТ

1. Гурванбулаг ураны далд уурхайн баруун амны агааржуулалтын хоолойн амсар дээрх радоны эзлэхүүний идэвхийн утга $2618 \div 10535 \text{ Бк/м}^3$ байгаа нь Монгол Улсын **MNS 5627:2006**-д заасан цацрагтай ажиллагсдын ажлын байранд радоны зөвшөөрөгдөх хэмжээ (1110 Бк/м^3)–ээс $2.4 \div 9.5$ дахин их бөгөөд хоолойноос гадагш хаягдаж байгаа агаарын урсгал дахь радоны эзлэхүүний идэвхийн энэ хэлбэлзэл нь агааржуулалтын системийн үйл ажиллагаа, түүний тасралтгүй ажилласан хугацаа, далд уурхайн газар доорхи байгууламжаар дамжин өнгөрч байгаа агаарын урсгалын хурд зэргээс хамаарч байна.

2. Уурхайн баруун амны агааржуулалтын хоолойн ам салхины зонхилох чиглэл болох зүүн урагш чиглэсэн учир түүнээс энэ чиглэлд хаягдах радонтой агаарын урсгалын нөлөө 500 метрийн дотор, бусад чиглэлд 100 метрийн дотор байна. Салхины хурд ихсэх тутам агааржуулалтын хоолойн амнаас хаягдах радонтой агаарын урсгалын нөлөө бүх чиглэлд 30 м хүртлэх зайд эрчимтэй буурч байгалийн дэвсгэр түвшний хэмжээтэй болж байв.

3. Агааржуулалтын хоолойноос гадагш хаягдах агаарын урсгал дахь радон ба түүний задралын богино наст бүтээгдэхүүнүүдийн (^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi) хооронд цацраг идэвхийн тэнцвэр ихэнх тохиолдолд тогтоогүй байгаа нь ажиглагдав.

4. Уурхайн баруун амны агааржуулалтын хоолойноос агаарын урсгалтай хаягдах радоны хэмжээ 100 метрээс их зайд агаар мандлын урсгалд орж сарнин байгалийн дэвсгэр түвшний хэмжээтэй болж байгаа учир ойр орчмын оршин суугчид, тус ураны уурхайн ажиллагсдын эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлөхгүй болно.

Хүснэгт 1. Гурванбулаг ураны далд уурхайн агаар дахь радоны хэмжилтийн үр дүн

№	Байршил	Салхины хурд, м/с	^{218}Po	^{214}Pb	^{214}Bi i	^{222}Rn
			Хувийн идэвх, Бк/м ³			
1	Уурхайн гол ам	1.5	11	8	7	8
2	Агааржуулалтын баруун ам	1.5	22	4	-	5
3	Далд уурхайн баруун амны агааржуулалтын хоолойн амсар	1.5	5324	2570	193	2618
4	Агааржуулалтын амнаас баруун хойд зүгт 15 м	1.5	-	16	19	16
5	Агааржуулалтын амнаас баруун хойд зүгт 30 м	1.5	27	15	12	15
6	Агааржуулалтын амнаас баруун хойд зүгт 100 м	1.5	-	15	18	14
7	Агааржуулалтын амнаас баруун хойд зүгт 200 м	1.5	11	10	9	9
8	Далд уурхайн баруун амны агааржуулалтын хоолойн амсар	1.5	17501	1045	873	1053
9	Агааржуулалтын амнаас зүүн өмнө зүгт 100 м	1.5	-	16	19	16
10	Агааржуулалтын амнаас зүүн өмнө зүгт 200 м	1.5	-	35	42	34
11	Агааржуулалтын амнаас зүүн өмнө зүгт 300 м	1.5	65	12	1	14
12	Агааржуулалтын амнаас зүүн өмнө зүгт 500 м	1.5	65	27	19	28
13	Далд уурхайн баруун амны агааржуулалтын хоолойн амсар	1.7	15525	1025	889	1028
14	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн өмнө зүгт 30 м	1.7	-	16	19	16
15	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн өмнө зүгт 50 м	1.7	16	23	24	23
16	Агааржуулалтын баруун амнаас баруун хойд	1.7	5	8	9	8

6	зүгт 50 м					
1	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн өмнө зүгт	1.7	-	4	5	4
7	200 м					
1	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн өмнө зүгт	1.7	5	5	5	5
8	300 м					
1	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн өмнө зүгт	1.7	5	7	7	7
9	400 м					
2	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн өмнө зүгт	1.7	5	4	4	4
0	500 м					
2	Далд уурхайн баруун амны агааржуулалтын	1.7	13014	8394	722	8428
1	хоолойн амсар				4	
2	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн өмнө зүгт	1.7	38	27	24	27
2	100 м					
2	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн өмнө зүгт	1.7	16	7	5	7
3	500 м					
2	Агааржуулалтын баруун амнаас баруун хойд	1.7	5	16	18	16
4	зүгт 100 м					
2	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн өмнө зүгт	салхигүй	5	11	12	11
5	50 м					
2	Далд уурхайн баруун амны агааржуулалтын	3.7	11696	6176	488	6261
6	хоолойн амсар				3	
2	Сонгосон цэг No 0, агааржуулалтын баруун	3.7	27	45	47	44
7	амнаас хойш 50 м					
2	Сонгосон цэг No 0-ын зүүн талд 10 м зайд	3.7	38	19	15	19
8						
2	Сонгосон цэг No 0-ын зүүн талд 20 м зайд	3.7	-	27	32	26
9						
3	Сонгосон цэг No 0-ын зүүн талд 30 м зайд	3.7	16	22	22	21
0						
3	Сонгосон цэг No 0-ын зүүн талд 40 м зайд	3.7	22	5	2	6
1						
3	Сонгосон цэг No 0-ын зүүн талд 50 м зайд	3.7	-	7	8	7
2						
3	Сонгосон цэг No 0-ын баруун талд 10 м зайд	3.7	22	7	4	7
3						
3	Далд уурхайн баруун амны агааржуулалтын	3.7	10994	5609	435	5696
4	хоолойн амсар				9	
3	Сонгосон цэг No 1 агааржуулалтын баруун	3.7	27	24	23	24
5	амнаас өмнө зүгт 50 м					
3	Сонгосон цэг No1-ийн баруун талд 10 м зайд	3.7	11	20	22	20
6						
3	Сонгосон цэг No1-ийн баруун талд 20 м зайд	3.7	43	10	2	10
7						
3	Сонгосон цэг No1-ийн баруун талд 30 м зайд	3.7	27	15	12	15
8						
3	Сонгосон цэг No1-ийн баруун талд 40 м зайд	3.7	43	8	1	9
9						
4	Агааржуулалтын баруун амнаас хойш 200 м зайд	3.7	-	11	13	10
0						
4	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн өмнө зүгт	салхигүй	11	4	3	4
1	50 м зайд					
4	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн өмнө зүгт	салхигүй	22	5	2	6
2	500 м зайд					
4	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн өмнө зүгт	салхигүй	22	4	-	5

3	400 м зайд					
4	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн өмнө зүгт	салхигүй	-	7	8	7
4	300 м зайд					
4	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн өмнө зүгт	салхигүй	5	10	10	9
5	200 м зайд					
4	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн өмнө зүгт	салхигүй	-	10	11	9
6	100 м зайд					
4	Агааржуулалтын баруун амнаас хойш 50 м зайд,	1.5	-	3	3	3
7	салхины доор					
4	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн өмнө зүгт	1.5	5	5	5	5
8	50 м зайд					
4	Агааржуулалтын баруун амны хоолойн амсар	1.5	16	4	2	4
9	доор, газрын гадаргаас дээш 1 м					
5	Далд уурхайн баруун амны агааржуулалтын	1.5	11939	5537	408	5653
0	хоолойн амсар				2	
5	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн урд зүгт	1.5	22	7	4	7
1	100 м зайд					
5	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн урд зүгт	1.5	16	10	8	10
2	200 м зайд					
5	Агааржуулалтын баруун амнаас зүүн урд зүгт	1.5	16	5	3	6
3	300 м зайд					

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ

1. Н.Норов, С.Даваа. Агаар дахь радон, түүний задралын бүтээгдэхүүнийг судалсан тухай. МУИС, Эрдэм Шинжилгээний Бичиг №5(138), 1998, 3-11-р тал.
2. ICRP International Commission on Radiological Protection. "Protection against Radon-222 at Home and Work". **ICRP Publication 65**. Ann. ICRP 23/2 (1993).
3. S̆evc, J., Kunz, E. and Plac̆ek, V. "Lung cancer in uranium miners and long-term exposure to radon daughter products". *Health Phys.* **30**, 433–437 (1976).
4. The World Health Organization, Fact Sheet No.291: Radon and Cancer, June 2005.
5. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and Effects of Ionizing Radiation.
6. **UNSCEAR 1993** Report to the General Assembly, Annex A (1993).
6. **Safety Series No. 95** "Radiation Monitoring in the Mining and Milling of Radioactive Ores". IAEA, Vienna (1989).
7. **Safety Series No. RS-G-1.6** "Occupational Radiation Protection in the Mining and Processing of Raw Materials Radiation Monitoring in the Mining and Milling", IAEA, Vienna (2004).
8. H.Kuznets. *Amer. Industr. Hyg. Assoc. Quart.* **17**, 85 (1956).
9. H.Rolle. *Amer. Industr. Hyg. Assoc. Quart.* **16**, 85 (1956).
10. Марков К.П., Рябов Н.В., Стась К.Н. Экспресс-метод оценки радиационной опасности, связанный с наличием в воздухе дочерних продуктов радона. *Атомная энергия*, т.12, вып.4, с.315-319 (1962).

DISTRIBUTION OF RADON DISCHARGING VENTILLATION SYSTEM OF UNDERGROUND URANIUM MINE

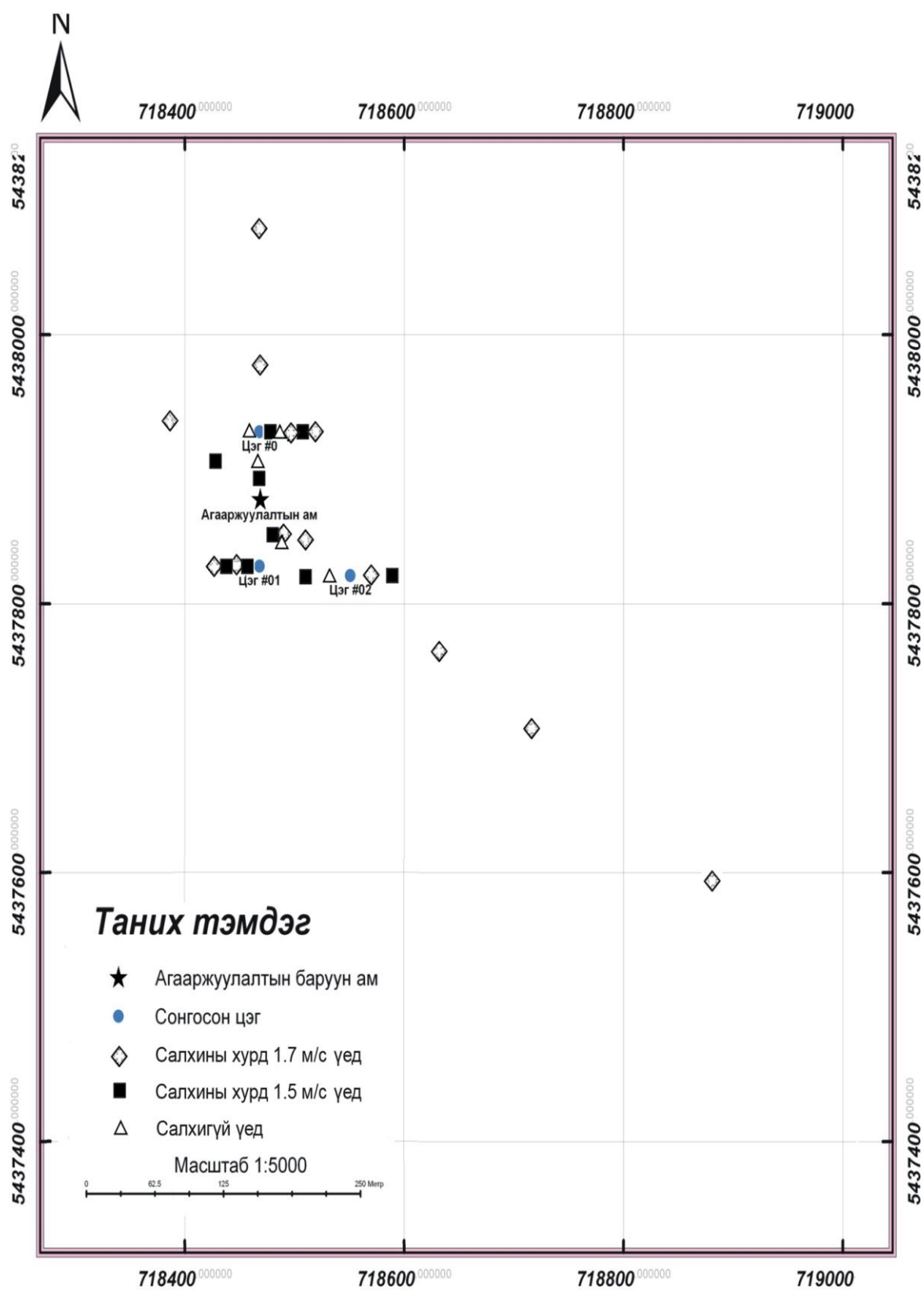
N.Enkhbat, N.Norov*, G.Khuukhenkhoo

Nuclear Research Center, National University of Mongolia, University street-1, Ulaanbaatar-210646, Mongolia

**E-mail: nnnorov@yahoo.com*

The paper discusses a study on distribution of radon discharging from Gurvanbulag underground uranium mine which locates at node of Bayan-Uul, Dashbalbar, Sergelen soum in Dornod province. The volumic radioactive of radon in air was carried out by two counts of the filter drawing air at selected points from air ventilation system of west shaft in uranium mine along and vice versa to wind speed. Then distribution of radon in air was evaluated.

ХАВСРАЛТ



Зураг 4. Далд уурхайн агааржуулалтын баруун ам орчимд радоны хэмжилт хийсэн цэгүүд.