

УРАН ОЛБОРЛОХОД ЦАЦРАГТ ЦӨМ ҮҮСЭХ БОЛОМЖ

Г. Ганчимэг, Ш. Гэрбиш, Б. Отгоолой

Сансрын туяа, газар нутгийн доорхи чулуулагаас гарах цацраг идэвх, ийслэлийн замаар хүний биед орсон радон, түүний задралаас үүсэх цацрагт элементүүд цацрагийн нөлөө үзүүлнэ. Байгаль орчноос нэг жилийн хугацаанд бүх элементийн хувьд өгч болох цацрагийн дундач тунг 2300 мкЗв (Зейверт, Зв) гэж үздэг. Үүнийг дотор нь сансрын туяа-300 мкЗв, хоол хүнс, унднаас-350 мкЗв, оршин байгаа газар нутгаас-1350 мкЗв, хүний үйл ажиллагаагаар үүссэн цацрагт түүгээрээс-60 мкЗв, эмчилгээ, эмнэлгийн тоног төхөөрөмжөөс-240 мкЗв гэж үздэг. Цацрагийн тунг тус тус ангилдаг байна[1]. Хэрэв тухайн газар нутаг далайн түвшнээс 1000 м. ба түүнээс дээш өргөгдсөн бол сансрын туяаны тунгийн хэмжээ 50% иер их буюу 150 мкЗв нэмэгдэнэ. Байгаль дээр уран, торий өөрөө урт настай цацрагт элементүүд байдаг бөгөөд эдгээр иончлох цацраг өргөн газар нутгаас нөлөөлөх цацрагийн тунг үүсгэнэ. Түүнчлэн барилгийн материал, хөрс, газрын доорхи чулуулаг цөмийн цацрагийн үүсгүүр болно. Газар нутгийн цацрагийн тунг K-40, Rb-87 болон уран, торийн задарлын U-238 (99.2798%), Th-232 (мөн U-235. Байгалийн уранд U-235 0.7202 % эзэлнэ.) цөмийн изотопуудын гамма цацраг үүсгэнэ. Цацрагийн нэгжийн олон улсын комисс, Жин хэмжүүрийн олон улсын хорооноос иончлох цацрагийн хэмжих нэгжийг шинээр нэрлэн нийтээр СИ нэгжийн системд хэрэглэхээр тогтоожээ. Үүнд: Секундэд нэг задаргаа хийх цацраг идэвхийн СИ нэгж Беккерель, (Бк.)

1 Бк.=1 зад./с = $2.703 \cdot 10^{11}$ Ки. [Кюри, (Ки)]. $1 \text{ Ки} = 3.7 \cdot 10^{10}$ зад./с
Иончлох цацрагийн шингээгдэх тунгийн СИ нэгж Грэй, (Гр). килограмм тутам Жоуль энерги өгнө гэж үзжээ.

1 Гр=1 Зв=1 Жоуль/кг = 100 рад [Рад гэдэг нь цацрагийн шингээгдэх тун гэсэн англи үгийн товчлол] Цацраг идэвхийн нэгж Бк. болон цацрагийн тунгийн нэгж Зв. хоёрийг дэлхий даяар сүүлийн жилүүдэд өргөн хэрэглэж байна. Энэ жаягийг даган цацраг идэвхийн-Бк/кг, цацрагийн тунгийн- мкЗв/ц нэгжийг хэмжилтийн дүн, бичлэгт хэрэглэв.

Уран, торий олборлох уул уурхайн үйлдвэрийг ил, далд гэж ангилна. Уран, торий олборлох уул уурхайн үйлдвэрүүд хүрээлэн байгаа орчинд цацраг идэвхит элементүүд болон хортой хүнд металлууд, химийн нэгдлүүд үүсгэнэ[1а, 1б, 1в хүснэгт; 1-р зураг]. Хараатын уран олборлох туршилтын үйлдвэр далд, газрын доорхи юм. Үүний давуу тал нь хүчил, шүлтээр уусган эсэлдүүлэх

Ураны концентратад байх элементүүд

(U_3O_8 хэмжээ жингийн 65%)

Хүснэгт 1а

Хольцын байж болох хамгийн их хэмжээ, U_3O_8 жингийн хувь	
Na	7.5
H ₂ O	5.0
SO ₄	3.5
K	3.0
Th	2.0
Fe	1.0
Ca	1.0
Si	1.0
CO ₃ ²⁻	0.5
Mg	0.5
Zr	0.5
PO ₄ ³⁻	0.35
Галогенууд (Cl, Br, I)	0.25
V ₂ O ₅	0.23
Ховор шорооны элементүүд	0.2
P	0.15
Mo	0.15
As	0.1
B	0.1
Ялгагдах органик бодис	0.1
Уусаагүй уран	0.1
Ti	0.05
²²⁶ Ra	740 Bq/g (20 000 pCi/g)
Нунтагийн хэмжээ	6.35 mm (1/4 in.)

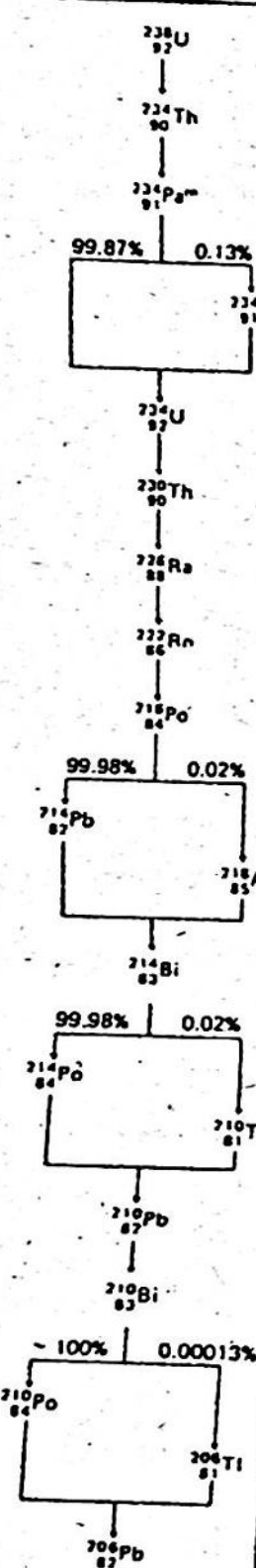
Тэмдэглэгээ: Байгалийн уранд 0.711 % уран-235 байна.

	%	ppm		%	ppm
SiO ₂	75.1	—	Fe ₂ O ₃	0.8	
Al ₂ O ₃	13.6	—	Zn	0.66	
K ₂ O	3.3	—	Ti	0.15	
Na ₂ O	0.22		Pb		630
CaO	0.44		V		125
CO ₂	0.40		Zr		100
SO ₄	0.85		Mn		90
F		890	Mo		85–200
Cl		400	Cu		45–60
Al		820	Rb		100
P (P ₂ O ₅)		600	Sr		100

Уусган эсэлдүүлэхэд тавигдах нэмэлт нөхцөлүүд (кг/т.ц)

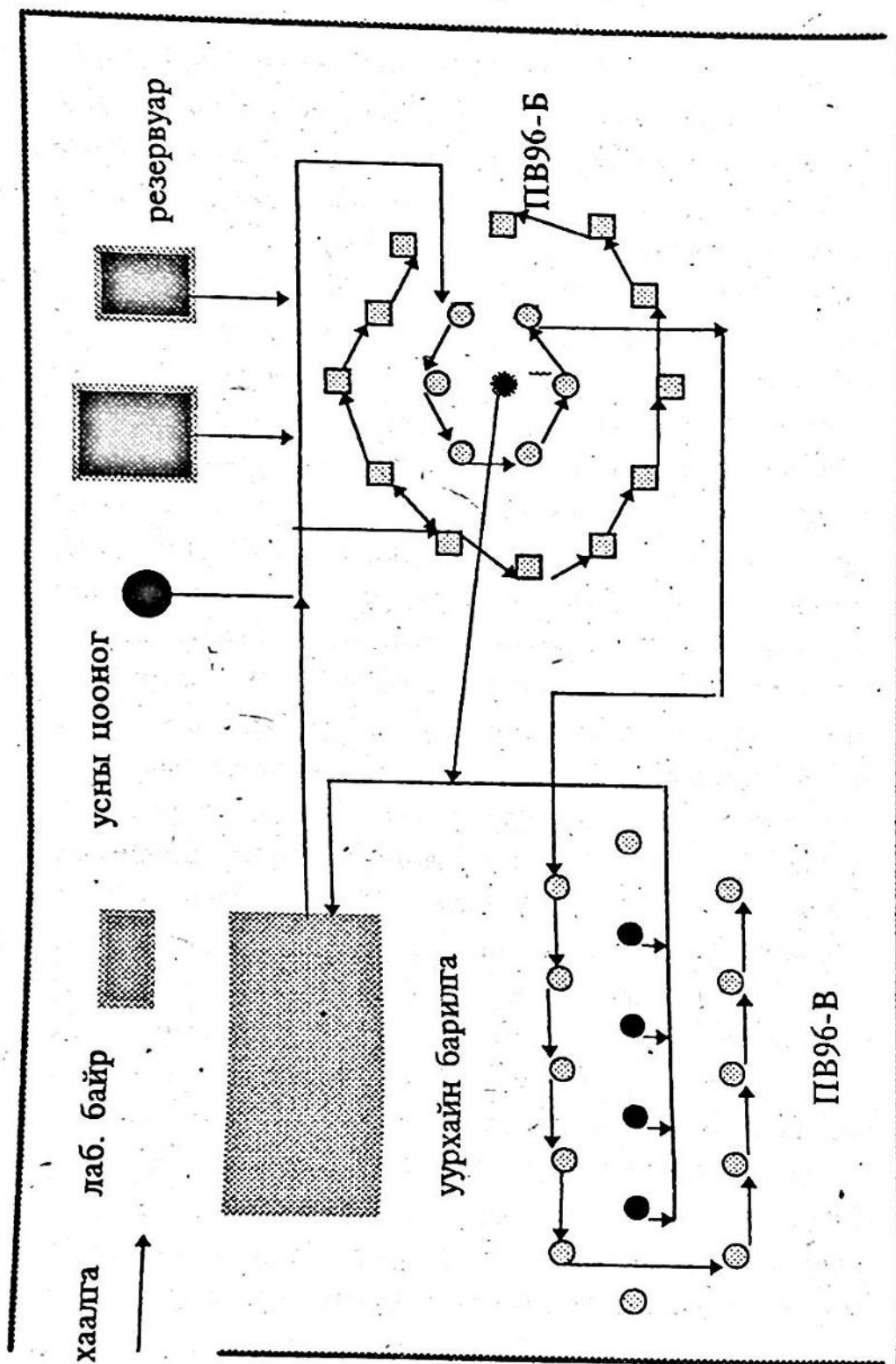
Хүснэгт 1 в.

Хүхрийн хүчил	49	Хлорт барий	0.05
Карбонат кальци	30	Сульфат аммони	0.25
Гидроксид кальци	19	Амина	0.04
Хлорт натрий	0.5	Алкогол	0.02
Хлортой хүчлийн давс	4	Керосин	0.7

²³⁸ U Сери		²³⁵ U Сери		²³² Th Сери	
Цөм, хагас задарлын үе		Цөм, хагас задарлын үе		Цөм, хагас задарлын үе	
	²³⁸ U 92 4.51 × 10 ⁹ a ²³⁴ Th 90 24.1 d ²³⁴ Pa ^m 91 1.17 min 99.87% ²³⁴ Pa 91 6.75 h 0.13% ²³⁴ U 92 2.47 × 10 ⁵ a ²³⁰ Th 90 8.0 × 10 ⁴ a ²²⁶ Ra 88 1602 a ²²² Rn 86 3.823 d ²¹⁸ Po 84 3.05 min 99.98% ²¹⁴ Pb 82 26.8 min 0.02% ²¹⁸ At 85 ~ 2 s ²¹⁴ Bi 83 19.7 min 99.98% ²¹⁴ Po 84 164 μs 0.02% ²¹⁰ Tl 81 1.3 min ²¹⁰ Pb 82 21 a ²¹⁰ Bi 83 5.01 d ~ 100% ²¹⁰ Po 84 138.4 d 0.00013% ²⁰⁶ Tl 81 4.19 min ²⁰⁶ Pb 82 Тогтмол	²³⁵ U 92 7.1 × 10 ⁸ a ²³¹ Th 90 25.6 h ²³¹ Pa 91 3.4 × 10 ⁴ a ²²⁷ Ac 89 21.6 a ²²⁷ Th 90 18.6 d ²²³ Ra 88 11.7 d ²¹⁹ Rn 86 3.9 s ²¹⁵ Po 84 1.8 × 10 ⁻³ s ²¹¹ Pb 82 36 min ²¹¹ Bi 83 2.2 min ²¹¹ Po 84 0.5 s ²⁰⁷ Pb 82 Тогтмол	²³² Th 90 1.41 × 10 ¹⁰ a ²²⁸ Ra 88 5.8 a ²²⁸ Ac 89 6.13 h ²²⁸ Th 90 1.910 a ²²⁴ Ra 88 3.64 d ²²⁰ Rn 86 55 s ²¹⁶ Po 84 0.15 s ²¹² Pb 82 10.64 h ²¹² Bi 83 60.6 min 64.0% ²¹² Po 84 304 ns 36.0% ²⁰⁸ Tl 81 3.10 min ²⁰⁸ Pb 82 Тогтмол		

Зураг 1. Ураны уурхайгаас гарах цацраг идэвхит изотопууд

ажиллагаа газрын гүнд явагдах учраас гадаргын бохирдолт бага байна [2]. Мөн бутлах, нунтаглах ил ажиллагаа шаардагдахгүй, зориулалтын тоног төхөөрөмж хэрэггүй, хүн хүчний хэмнэлттэй, аюул осол багатай байдаг байна. Хүдрийн биет, ажлын уусмалаар дахин дахин угаагдах замаар нэгэн тогтмол орчинд уусган эсэлдүүлэх ажиллагаа явагдана. Ийм технологийн үед бохирдуулах хатуу (хуурай) бага харин бохирдуулах шингэнд тавигдах шаардлага уран олборлох уул уурхайн бусад үйлдвэртэй адилхан байна[3]. Газрын гүнд ураныг уусган эсэлдүүлэх энэ арга сүүлийн 20 жил АНУ, ОХУ, ЗХУ-ын бүрэлдэхүүнд байсан тусгаар тогтсон улсууд, дорнод европын орнуудад өргөн хэрэглэгддэг, харьцангуй хямд технологитой, хүрээлэн байгаа орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөө багатай юм байна. Нарийн зохион байгуулалттай хийгдсэн шахах цооногуудад уг хүдрийн байдалд зохицсон (ихэвчлэн аммони, калий, кальц-магнийн карбонат, бикарбонатаар шингэлсэн) уусган эсэлдүүлэх шингэнийг буюу хүхрийн хүчил хэрэглэх бөгөөд мөн хүчтэй эсэлдүүлэх хүчилтөрөгч, устөрөгчийн пероксидийг урантай хүдрийн орчинд шахна. Ажлын шингэн шороон ордын ураны минералд нэвчин 4+, 6+ валенттай ураныг задлан уусгана. Уусган эсэлдүүлэх шингэнд карбонат ашигласан бол уранил карбонат, хүхрийн хүчил ашигласан бол хүхэрт ураны уусмал үүснэ. АНУ-гийн бүх уран олборлох ижил технологитой уул уурхайн үйлдвэрт алкалайн хэрэглэдэг байна [4]. Энэ тохиолдолд аммони болон калийн карбонат сулруулахад ашиглана. Ажлын шингэнд 100-200 мг/л уран байхаар технологийн горимоо сонгоно. Хараатын уран олборлох туршилтанд одоо 12-15 % хүхрийн хүчилийн уусмал аммон, калийн карбонатаар сулруулан 20-30 м гүн (устай, усгүй) хоёр хэсэг босоо цооногуудад шахан хэвтээ чигт нэвчүүлэн ураныг уусган эсэлдүүлж, босоо -сорох цооногуудаас уранаар баяжсан шингэнийг сороод, гадарга дээрхи байранд ураныг ялгах туршилт хийж байна. Уран олборлох үйлдвэрийн цацраг идэвхит чанар, химийн элементүүд, нэгдэлүүд хүмүүсийн эрүүл ахуй, хүрээлэн байгаа орчинд нөлөөлөх онцлогтой. 1-р зурагт үзүүлсэнээс харахад уран, торийг олборлох явцад харьцангуй их хэмжээтэй байдаг цацрагт U-238, Th-232 цөмийн задаргаанаас үүссэн цөмүүд цацрагийн гөл үүсгүүр болно. Хараатын энэ туршилтанд ПВ96-В, ПВ96-Б гэсэн хоёр хэсэгт өрөмдөж гаргасан цооногуудаар уусган эсэлдүүлэх шингэнээ, хүхрийн хүчлийн уусмалаа ураны хүдрийн биетэнд шахдаг байна [2-р зураг]. Ажлын шингэнийг хүдрийн биетээр



Зураг 2. Хараатын уран олборлох туршилтын үйлдвэрийн шахах, сорох цооногын бүрдүүвч. ○ -шахах цооногууд, ● -сорох цооногууд.

нэвчүүлж, баяжуулсан шингэнээс ураныг ялгана. Уусган эсэлдүүлэх шингэнд уранаас өөр хольц байж болох бөгөөд ажлын шингэнээс үүнийг зайлуулах ёстой. Энэ явцад бохирдуулах өтгөн хэсэг, шүүлтүүр цэвэрлэсэн шингэн үүсэх талтай. Уусган эсэлдүүлэх энэ явцад радон хий, түүний задарлаас үүсэх цацрагт цөмүүд салхивчаар агаарт дэгдэнэ. Эдгээр салхивчны нүхийг цэгэн үүсгүүртэй адилтгаж болно. Уусган эсэлдүүлэх ажиллагаа зогсосны дараа нэмэгдэл бохирдуулах шингэн гарч болох талтай. Уусган эсэлдсэн шингэнийг боловсруулах явцад радон агаарт үүсэх нь ховор гэвч түүнийг агуулж байгаа задгай савнаас үүсэх ба концентратыг хатаах үед тоосжилт босох талтай. Энэ нь хүрээлэн байгаа орчинд онц их аюултай биш, гэвч шүүлтүүрээ солихдоо нямбай, зохих дүрэм зааврын дагуу тодорхой байранд нарийн хяналттай хийх ёстой. Радий газар доор хүдрийн биетэнд үлдэх учраас цацрагийн бохирдолтонд нөлөөлөхгүй. Газрын гүнд уусган эсэлдүүлэх шингэн ашиглан уран олборлоход тавигдах гол асуудлууд:

- а) Үйлдвэр ажиллаж байгаа үед уусган эсэлдүүлэх шингэн алдагдаж, тархах явдал гаргахгүй байх зайлшгүй нөхцөлийг бүрдүүлж, хатуу хяналт тавих,
- б) Уусган эсэлдүүлэх ажиллагаа зогсож, цаашид үйлдвэрлэл явуулахгүй болсон нөхцөлд олборлолт явагдсан газрын гүний усныг сэргээх.

Уусган эсэлдүүлэх аргаар уран олборлох уул уурхайн үйлдвэрийн газрууд ажлын шингэн тархахгүй байх, түүнийг нарийн хянах сайн арга ажиллагаа, технологитой байх ёстой. Гэнэтийн тохиолдол болох үед шахах, сорох арга ажиллагааг амархан өөрчлөн засах автомат удирдлагатай, авах арга хэмжээний удирдамжтай байх ёстой байна. Газрын гүний усыг үйлдвэрлэлээ зогсоосны дараа сэргэн босгох асуудал бол нилээд нарийн арга ажиллагаа шаарддаг, тодорхой дүрэм зааврын дагуу гүйцэтгэгдэх ёстой байна [5].

ХАРААТЫН УРАН ОЛБОРЛОХ ТУРШИЛТЫН ҮЙЛДВЭРИЙН ОРЧИНД ХИЙСЭН ЦАЦРАГИЙН СУДАЛГААНЫ ДҮНГЭЭС

Хараатын уран олборлох туршилтын үйлдвэрийн орчинд үнэлгээ өгөх хэсэгтэй 1997 оны 2-р сарын 23-27-нд очиж ажиллан радиометр, дозиметрийн хэмжилт хийж, хүрээлэн байгаа орчны дээж авчиран ШУА-ийн ФТХ-ийн цөмийн физикийн хавсрага судалгааны секторт шинжлэв.

Хараатын туршилтын талбайн хөрсний болон технологийн шингэн дээжинд U-238, Th-232, K-40 цацрагт цөмүүдийн цацраг идэвхи; U, Th

элементүүдийн хэмжээг энергийн ялгах чадвар сайтай цэвэр германан детектор бүхий гамма спектрометрээр [6] арга зүй ашиглан тодорхойлов. Шинжилгээний дүнг 2, 3-р хүснэгтэнд үзүүлэв. Цацрагийн хэмжээ, уран торийн агуулга хүрээлэн байгаа орчны түвшингөөс хэтрэхгүй байна. Тухайлбал: U-238, Th-232 нь 1 пикоКи/г буюу 40 Бк/кг; K-40 -15 пикоКи/г буюу 600 Бк/кг байдаг байна [6].

Бүрэн ойлтын рентген флуоресценцийн шинжилгээний аргаар хараат орчмын ундны болон үйлдвэрийн зориулалттай цооногуудын ус, үйлдвэрийн технологийн шингэнд судалгаа хийсэн дүнг 4, 5, 6-р хүснэгтэнд үзүүлэв. 24 Г, 30 Г цооногийн усанд S, Cl, K, Ca, Mn, Fe зэрэг элементүүдийн хэмжээ хүн малын ундааны усны нормоос олон дахин их байгааг 5-р хүснэгтээс харьцуулан амархан харж болно.

Хараатын уран олборлох ирээдүйн үйлдвэрийн шинжилгээний лаборатори байгуулахад бүрэн ойлтын рентгенфлуоресценцийн аргыг ашиглах явдал технологийн явцын болон хүрээлэн байгаа орчны бохирдолтын хяналтын шинжилгээнд тохиромжтой болохыг 5, 6-р хүснэгт харуулж байна. Хүснэгт 1а, зураг 1-д дурьдсан зайлашгүй хянах шаардлагатай уран болон бусад хортой хүнд металлууд, химийн элементүүдийг мэдрэх чадвар сайтай тодорхойлж болохыг энэхүү судалгаа харууллаа.

Хараат орчимын гадаргад болон туршилтын барилгийн доторхи хяналтын зарим цэгт хийсэн дозиметр, радиометрийн хэмжилтийн дүнг 7-р хүснэгтэнд үзүүлэв. Цацрагийн тун уран олборлох туршилтын ПВ96-В, ПВ96-Б цооногуудын дэвсгэрт газрын хөрснөөс 10 см өндөрт 2 дахин, хараат орчмын боржингийн биетэнд 4 дахин Улаанбаатар орчмынхоос их байв. Хэрэв цацрагийн тунг 0.50 мкЗв гэж үзээд тэнд байнга оршино гэхэд 0.50 мкЗв х 365 хоног = 182.5 мкЗв/жил. Энэ ердийн газар нутгаас авч болох цацрагийн байгалийн дундач тунгаас 7.4 дахин бага байгааг үзүүлж байна. Үйлдвэрийн барилгийн доторхи К-10-1 цэгт хамгийн их 7.22 мкЗв тун хэмжигдсэн. Хэрэв өдрийн 8 цаг энэ цэгт байнга ажиллана гэвэл жилд 2500 цаг ажиллах бөгөөд энэ нь 105 өдөртэй тэнцэж, 760 мкЗв тун жилд авна. Энэ нь газар нутгаас авч болох байгалийн дундач тунгийн хагастай тэнцэж байна.

Хараатын туршилтын үйлдвэрийн цацраг идэвхийн хяналтын (3-р зураг) цэгүүдийн хэмжилтийн дүнг 8, 9а, 9б хүснэгтүүдэд үзүүлэв. Сар бүрийн хэмжилт СРП-88 (№ 3172) дозиметр, РСР-101М (№ 06) радиометрээр хийдэг байна. Хоёр багажийн хэмжилтийг харьцуулан үнэлсэн корреляцийг

Хүснэгт 2.

Элементүүд	Хараатын уран олборлох туршилтын талбайн гадрагын дээж					
	N1	N2	N4	N3	N5	N6
	25 м.	10 м.	5 м.	шахах	сорох	Хараат
	цооногуудийн байрнаас			цооногуудаас		суурин
U, (ppm)	3.40	2.65	3.41	6.49	4.23	1.2
U-238, (Бк/кг)	41±3	32±3	41±3	78±5	51±4	14±1
Th, (ppm)	18	18	18	18	13	8
Th-232, (Бк/кг)	73±5	73±5	73±5	73±5	53±3	32±2
K-40, (Бк/кг)	454±21	454±21	467±20	665±30	536±25	468±21

Хэрэглэсэн стандартууд: Канадын CANMET уран-торийн хүдэр DL-1, DH-1; SARM-3 NIM-L Lujavrite (Өмнөт африкийн стандартын газрын), Хөрсний стандарт IAEA-375 тус тус ашиглав.

**Хараатын уран олборлох туршилтын технологийн дээжийн гамма
спектрометрийн шинжилгээний дүн**

Хүснэгт 3.

	Хараатын уран олборлох туршилтын технологийн шингэн дээж			
Элемент	ПВ96-В	ПВ96-Б	МП	Н 1
U, (ppm)	53±3	22±2	7±1	141±10

Тэмдэглэгээ: Ураныг Th-234 (U-238)-ийн 63.3; 92.7 кэВ, U-235-ийн 143.8; 185.7 кэВ энергитэй гамма цацрагийн эрчмээр, 0.2 г/л урантай UMETCO Blandings Anal. лабораторийн стандарт уусмал, ПВ96-В устай сорох цооногийн дээж; ПВ96-Б усгүй сорох цооногийн дээж; МП-уран давирхайд шингээгдэж хоосорсон шингэнний дээж; Н 1-ПВ96-Б талбайн хяналтын цооног.

Бүрэн ойлтын рентгенфлуоресценцийн аргаар уран тодорхойлсон дүн.

Хүснэгт 4.

	Хараатын уран олборлох туршилтын технологийн шингэн дээж			
Элемент	ПВ96-В	ПВ96-Б	МП	Н 1
U, (ppm)	49±5	25±3	7±1	160±20

Хараатын уран олборлох туршилтын үйлдвэрийн орчны утгын дээж				
Элемент	24 Г	30 Г	ГА 1 (Хараат суурин)	MPC*
S, (ppm)	599±15	332±8	14.0±0.4	0.05
Cl,	32±3	44±2	12.2±0.2	0.25
K,	15±1	14±1	2.9±0.1	0.10
Ca,	252±2	166±1	51.6±0.2	0.2
Ti,	—	—	0.16±0.01	—
Cr,	—	0.09±0.02	<0.014	0.05
Mn,	7.2±0.1	0.75±0.02	<0.014	0.5
Fe,	45.0±0.4	9.98±0.1	0.43±0.01	1.0
Ni,	0.50±0.03	—	—	—
Zn,	1.31±0.04	<0.03	0.106±0.005	5
Br,	—	—	0.108±0.004	—
Rb,	0.23±0.03	0.07±0.01	—	—
Sr,	0.96±0.04	1.73±0.04	0.288±0.005	—
Y,	0.21±0.02	—	—	—
Au,	0.18±0.06	0.20±0.04	—	—
Pb,	—	<0.095	0.042±0.01	0.05
U,	8±1	<0.04	—	5.0

Тэмдэглэгээ: 1 мг/л; 10 мг/л; 100 мг/л; 1 г/л ба 2 г/л урантай (UMETCO Blandng Analytical Laboratory) стандарт, SPECTRASCAN TEKNO LAB A/S NORWAY олон элементийн болон галлийн стандарт уусмалууд ашигласан, 24 Г-технологийн усны дээж; 30 Г-галбайн газрын доорхи хяналтын усны дээж; ГА 1-Хараатын ундны усны цооног; MPC-(Maximum permissible concentration) хэрэглээний усанд байх хамгийн их хэмжээ.

Элемент	Хараатын уран олборлох туршилтын үйлдвэрийн технологийн дээж					
	ПВ96-В	ПВ96-Б	МП	Н 1	Н 2	Н 3
S, (ppm)	2334±56	1352±30	2160±38	2650±60	930±24	1615±25
Cl,	—	—	—	—	25±3	—
K,	103±2	47±2	76±2	152±6	25±1	57±1
Ca,	298±4	290±4	240±3	350±3	255±1	165±2
Ti,	1.8±0.6	<1.0	—	2.1±0.6	—	2.6±0.3
V,	—	—	—	1.9±0.2	—	—
Cr,	—	—	—	—	<0.44	—
Mn,	20.5±0.5	5.2±0.3	18±2	18±1	8.3±0.3	8.9±0.3
Fe,	820±3	290±2	750±4	750±3	494±3	382±2
Co,	6.4±0.5	1.7±0.2	—	6.0±0.5	—	—
Ni,	1.5±0.3	<0.5	1.6±0.2	2.0±0.1	1.6±0.1	0.7±0.1
Cu,	<0.38	<0.25	—	1.15±0.09	—	0.24±0.07
Zn,	13.7±0.3	3.8±0.2	11±1	1.3±0.2	7.8±0.2	5.1±0.2
Br,	—	—	—	—	0.38±0.06	—
Rb,	2.4±0.2	<1.0	1.5±0.1	3.7±0.4	—	1.21±0.06
Sr,	7.4±0.4	4.2±0.2	6.2±0.3	7.6±0.1	3.0±0.1	4.6±0.2
Y,	2.4±0.2	0.6±0.1	2.2±0.1	2.3±0.2	2.0±0.1	0.8±0.1

Ag,	45±4	32±2	--	80±8	--	--
La,	8.5±1.2	3.5±0.4	5.2±1.0	6.0±0.8	<3.4	<2.4
Ce,	5.8±1.2	2.5±0.3	3.6±1.0	8.2±0.6	<2.3	<1.8
Au,	<1.2	<0.34	--	--	--	--
Pb,	<1.3	1.2±0.1	<1.0	1.2±0.1	<0.7	0.59±0.20
U,	49±4	25±2	7±1	160±20	--	5±1

Тэмдэглэгээ: 1 мкг/л; 10 мкг/л; 100 мкг/л; 1 г/л, 2 г/л ураны агуулгатай (UMETCO Blanding Analytical Laboratory USA), Олон элементийн болон Ga (SPECTRASCAN TEKNO LAB A/S NORWAY) стандарт уусмалууд ашигласан. ПВ96-В-устай шахах сорох цооногийн талбай, ПВ96-Б-усгүй шахах сорох цооногийн талбай; МП- ураныг давирхайд шигтгээсний дараахи уусмалын дээж; Н 1; Н 2; Н 3-хяналтын цооногууд.

Хараатын уран олборлох туршилтын үйлдвэрийн орчимд

хийсэн дозиметрийн хэмжилтийн дүн

Хүснэгт 1

Хэмжсэн газар	Аргус, мкЗв/ц	ДРГ-05, мкР/с	RUST-3 мкР/с
Ураны хүдрийн урд талын хил орчимд	0.20	0.05	7
ПВ96-В талбайд	0.26	0.06	10
ПВ96-Б талбайд	0.31	0.08	15
Ураны хүдрийн хойт талын хил орчимд	0.32	0.10	17
Хүмийн лабораторд	0.26	0.06	11
Хараат суурийд	0.17	0.04	5
Хараат сууригтийн өрөмийн чөмөг хадгалах талбайд	0.52	0.16	20
Хараат сууригтийн зүүн талын боржигнийн гадрага	0.46	0.13	17
Хараат сууригтийн урд талын боржигнийн гадрага	0.55	0.17	23
Хараатын горхийг өгсөөд	0.26		
Горхийн эхэнд	0.33		
Горхийн эхийн боржигн оройд	0.31		
Пунцагнаажигийн өвөлжөөний зүүн боржигн хаданд	0.48		
Батсуурийн өвөлжөө орчимд	0.32		

Хүснэгт 7, үргэлжлэл

Мөнхбаярын өвөлжөө орчимд	0.46		
Улаанбаатарт	0.16		
Юүлэх сувагын 2.5 м зайд	3.78	0.12	150-160
:- K-10-1 цэгт	7.22	0.34	420
:- K-10 цэгт	0.72/1.81	0.1/0.1	18/110
:- K-8 цэгт	0.72/9.46	0.1/0.5	48/680
:- K-1 цэгт	0.46/0.37	0.1/0.1	9/31

Тэмдэглэл: Харьцаа тоогоор хажуу/оройд хэмжээнийг үзүүлэв. Хэмжилтийг 1997 оны 2 сарын 24-27 өдрүүдэд, Дозиметр Аргус, ДРГ-05 (ОХУ), радиометр RUST-3 (Польш) ашиглан хийв. Газрын гадаргаас 10-15 см зайд детектороо байрлуулж хэмжилт хийв.

Хараатын уран олборлох туршилтын үйлдвэрийн дозиметр, радиометрийн
хяналтын хэмжээний дүн Хүснэгт 8.

ховилын урт, метр											
сар-өдөр, он	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
СРП-88-(ОХУ), N 3172, мкР/ц.											
10- 15, 1996	10	14	12	15	13	16	15	17	14	16	15
11- 15, 1996	20	22	26	28	34	32	28	24	24	24	20
12- 15, 1996	25	30	34	40	40	48	44	38	44	58	75
01- 15, 1997	35	40	45	45	55	60	55	42	45	60	89
02- 15, 1997	30	38	40	45	58	74	65	50	45	65	86
РСП-101М (ОХУ) N 06, имп./мин.кв.м. Детектор тип БДБ-2-02 (ОХУ) N 234											
10- 15, 1996	44	70	65	83	85	107	88	73	65	60	53
11- 15, 1996	68	133	360	360	864	1134	1080	630	666	594	396
12- 15, 1996	135	252	260	270	396	830	325	162	220	185	210
01- 15, 1997	126	216	315	375	450	485	576	270	162	225	165
02- 15, 1997	110	220	220	390	500	470	520	300	220	250	140
Дозиметр радиометрын үзүүлэлтүүд											
10-15,96 11-15, 96 12-15, 96 01-15,97 02-15,97											
СРП-88, N 3172 I (фона)	10	17	10	12	10						
СРП-88, N 3172 I (үүсгүүр)	140	148	140	142	140						
СРП-88, N 3172 I	130	131	130	130	130						
РСП-101М, N 06 I (фона)	32	30	25	22	20						
РСП-101М, N 06 I (үүсгүүр)	576	558	565	576	565						
РСП-101М, N 06 I	544	528	540	554	545						

Хараагын уран олборлох туршилтын үйлдвэрийн дозиметр,
радиометрийн хэмжээний дүн

Хүснэгт 9а.

Цэг	10-15-1996	11-15-1996	12-15-1996	01-15-1997	02-15-1997
11-8	14 / 175	24 / 1170	28 / 2070	30 / 1386	34 / 1130
11-9	20 / 153	50 / 1094	54 / 1800	65 / 1224	74 / 1430
11-10	15 / 65	27 / 462	60 / 1080	80 / 900	80 / 1000
11-11	13 / 117	25 / 1375	44 / 2322	82 / 2700	88 / 2550
11-12	17 / 52	22 / 218	44 / 1350	80 / 3600	78 / 2050
11-13	14 / 43	26 / 165	50 / 576	80 / 658	86 / 580
15-1	17 75 / 102	28 135 / 310	60 / 86 108 / 1080	30 / 100 45 / 630	35 / 100 60 / 710
15-2	15 60 / 140	30 127 / 262	50 / 77 95 / 160	75 / 100 108 / 2340	80 / 160 160 / 2470
16-1	12 / 25	17 / 58	16 / 65	16 / 46	16 / 55
17-1	14 / 30	15 / 54	15 / 57	16 / 45	14 / 50
К-1	17 52 / 115	38 50 / 117	60 / 25 65 / 122	50 / 30 45 / 160	80 / 36 70 / 110
К-2 К-3**	17 64 / 173	30 45 / 360	** 50 / 81	** 52 / 65 ** 54 / 90	** 40 / 80 ** 70 / 110
К-10			700 / 1170	740 / 1146	940 / 1260

Тэмдэглэл: Харцаагаар бичигдсэн тоонуудын нэгж: мкР/ц /
нмп./мнн.кв.см.; мкР/ц, хажуу/мкР/ц,орой; ба
нмп./мнн.кв.см.,хажуу/нмп./мнн.кв.см.,орой.
-Тэмдэгээр К-харгалзах тоонуудыг үзүүлэв.

Хараатын уран олборлох үйлдвэр дотор радиометр, дозиметрээр

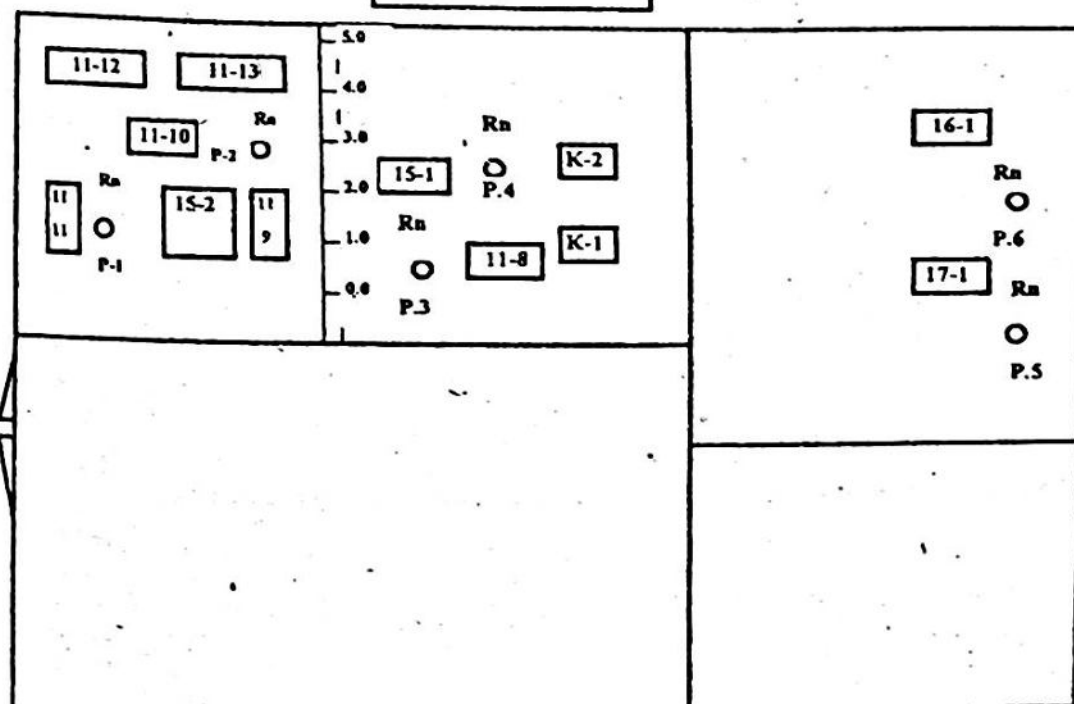
хийсэн хэмжилт

Хүснэгт 96.

Цэг	10- 15- 1996	11- 15-1996	12- 15-1996	01- 15- 1997	02- 15- 1997
К-1*	32 / 20	40 / 26	32 / 54	45 / 50	32 / 60
К-2*	30 / 28	36 / 28	—	—	—
К-3*	20 / 26	22 / 35	45 / 60	42 / 47	28 / 50
К-4*	16 / 28	15 / 30	—	—	—
К-5*	14 / 28	15 / 38	—	—	—
К-10*	20 36/295	26 60/35	76/90 80/900	100/90 72/900	124 / 100 70/1200
К-8*	18 30 / 295	24 65 / 720	175 / 160 170 / 2800	260 / 170 250 / 1980	250 / 220 145 / 2350
К-9-1*	17 35 / 285	24 63 / 639	198 / 190 230 / 1660	340 / 150 340 / 615	470 / 220 432/ 870
К-9-2*	20 37/300	30 64 / 540	135 / 160 170 / 2200	240 / 120 232 / 720	365 / 210 340 / 900
К-10-1*	—	28 42 / 117	60 / 62 70 / 310	150 / 100 110 / 1260	150 / 150 120 / 1410
К-1**	21/55	28 / 72	24 / 65	32 / 63	30 / 55
К-2** 17-2	23 / 40 14 / 25	26 / 90 14 / 45	— 14 / 50	— 16 / 45	— 15 / 50
16-2	19 / 20	16 / 37	—	—	—

Тэмдэглэл: Харцаа тоонуудын нэгж: мкР/ц / юст./мөн.кв.см; мкР/ц, хажуу/ мкР/ц, орой; ба юст./мөн.кв.см., хажуу/юст./мөн.кв.см.,орой. Цэгүүд: К-1*, К-2*, К-3*, К-4*, К-5* -2.7 м.; К-8*, К-9-1*, К-9-2*, К-10*, К-10-1* -3.5 м.; К-1**, К-2**, 16-2, 17-2 -5.0 м. өндөрт байрлана. (Зураг 3.)

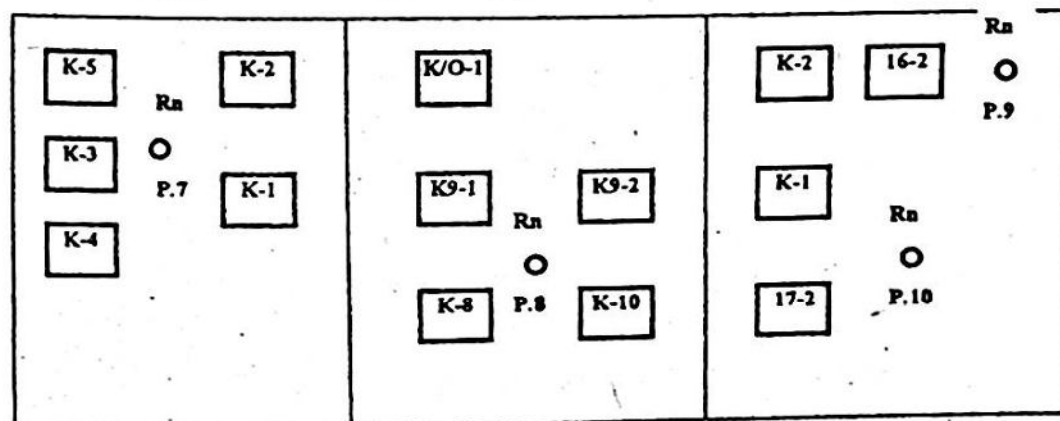
лабораторийн байр



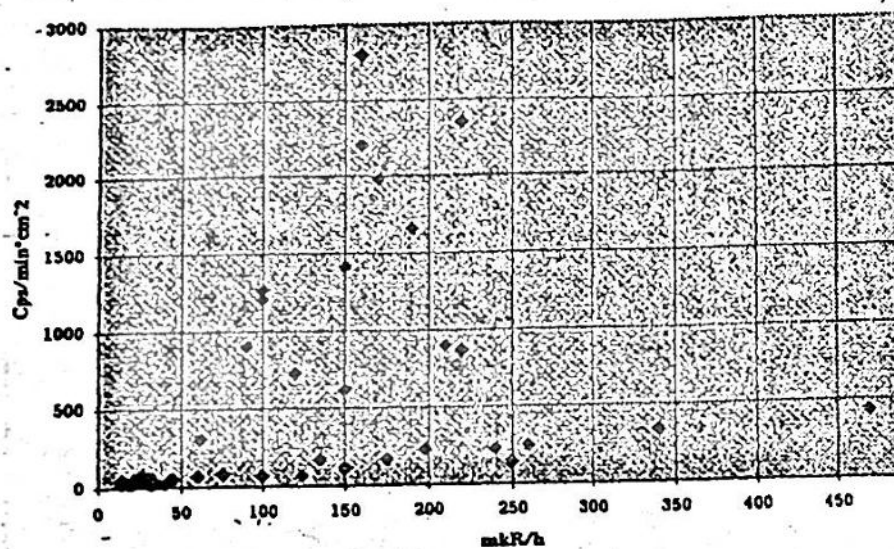
2.7 м өндөрт

3.5 м өндөрт

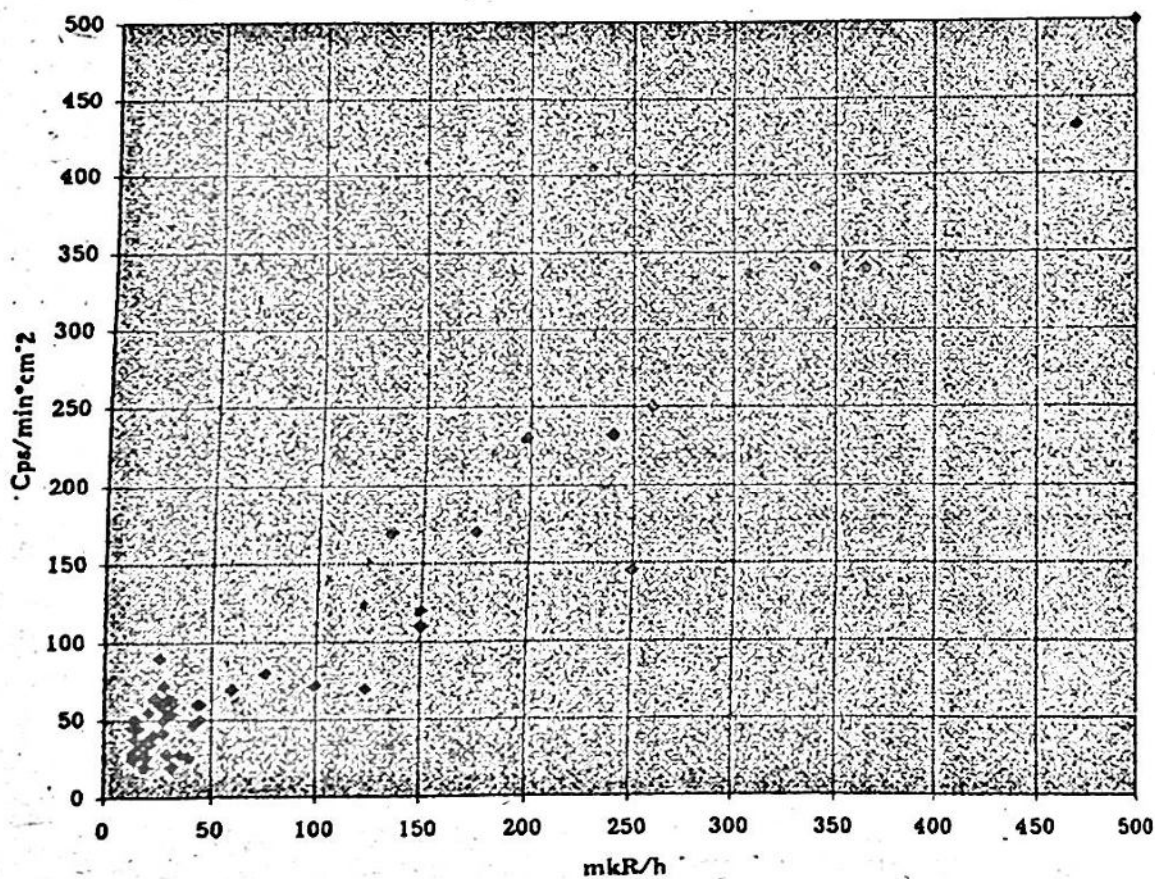
5.0 м өндөрт



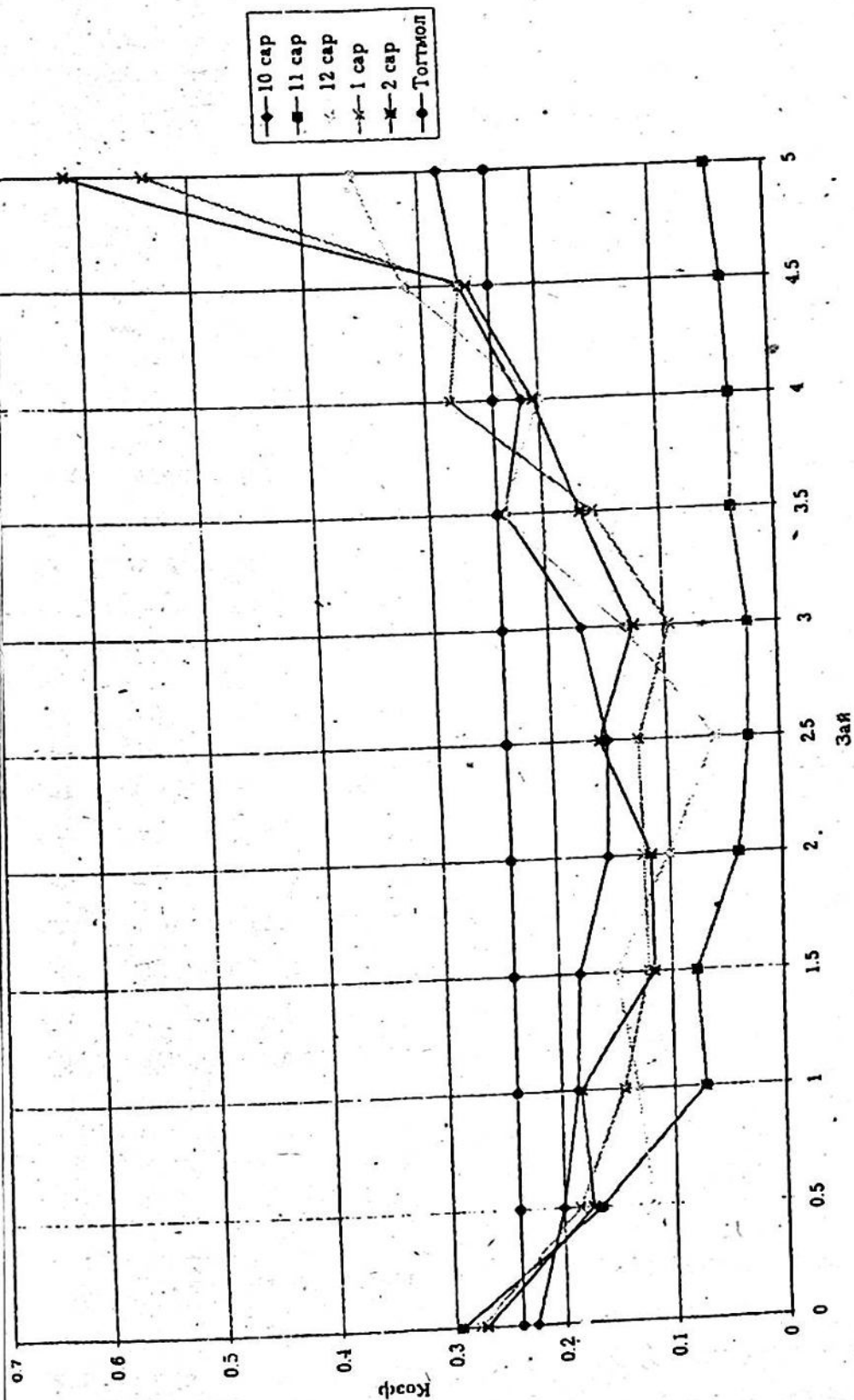
Зураг 3. Хараатын уран олборлох туршилтын ажлын байшинд радиометр, дозиметрийн хэмжилт хийсэн газруудын байршил



Зураг 4. Радиометр, дозиметрийн хэмжилтийн харьцуулсан дүн



Зураг 5. Радиометр, дозиметрийн хэмжилтийн харьцуулсан дүн



Зураг 6. Радиометр, дозиметрийн хэмжилтийн харьцуулсан дүн

4,5,6-р зурагт тус тус үзүүлэв. Багажийн заалт 500-гаас цааш бол корреляц алдагдаж байна. Энэ нь багажуудын детекторын бүртгэх чадвар холбоотой. Хяналтыг үнэн зөв хийхэд багажны сонголт зөв байх шаардлагатай. Уран ялгах байранд Бабран-2М (№ 937) багажаар 10, 11 сард радон хэмжижээ. Хэмжилтийн дүнгээс радон 18-1250 Бк/куб м байжээ. Төхөөрхөвд эвдэрснээс сүүлийн 3 сард хэмжилт хийгээгүй байна. Зөвшөөрөгдсөн хэмжээнээс (150-250 Бк/куб м) 6 дахин их байна.

ДҮГНЭЛТ

1. Хараатын уран олборлох технологийн туршилт, геологийн эрэл хайгуурыг явцад цацрагийн тун ихсээгүй байгааг хэмжилтийн дүн харуулж байна.
2. Туршилтын талбай орчмын өрөмдсөн цооногуудын ус ундаанд тохиромжтой болохыг 24 Г, 30 Г цооногуудын усны шинжилгээний дүн харуулж байна.
3. Туршилтын технологийн төсөлд цацрагийн аюулгүй ажиллагааны алдааг удирдамж, хөтөлбөр тусгагдаагүй байна.
4. Туршилтын технологийн явцад дозиметр, радиометрийн хяналтын хэмжээ мөн радоны хэмжилт хийсэн байна. Хоёр багажийн хэмжилтийн дүн нарийвч тохируулга хийх шаардлагатайг харуулж байна.
5. Ажиллаж байгаа хүмүүсийн эрүүл ахуйн үүднээс цацраг идэвхийг нарийвч хянах, ажиллагсадын авч болох гадаад, биеийн дотоод цацрагийн тунг хувиар дозиметрээр хэмжих, радоныг хэмжих байнгийн хяналттай байх ёстой байх.
6. Геологийн ажлын өрөмдлөгийн чөмөгийн хадгалалт хамгаалалт муу байна. Одоо хадгалж байгаа хараат суурингийн тэр хэсгийн гадаргын цацраг идэвх 4-5 дахин ердийн хөрснийхээсээ их байна.

ХОЙШИД АНХААРАХ ЗҮЙЛС

1. Туршилтын үйлдвэрээс гарч болох бохирдуулах хаягдалыг ангилбал:
 - цацрагийн хяналтын албаны дагаж мөрдөж байгаа дүрэм зааврын хүрээлэн байгаа орчинд тархаж болох цацраг идэвхийг тооцоолон хянаж, хэмжээгээр нэмэгдэж болохыг үнэлж, норм хэмжээнээс доогуур барьж шаардлагатай;
 - тогтоосон заавар дүрмийн дагуу цацаг идэвхгүй бохирдуулах химийн элемент нэгдлүүдийг хянаж, цаашид ямар хэмжээгээр нэмэгдэхийг үнэлж, хэмжээнээс доогуур барьж байх шаардлагатай.

2. Хараатын уран олборлох туршилтын үеийн үйлдвэрийн цацраг идэвхит бохирдлын асуудлыг хянах улмаар бууруулахад дараах арга хэмжээ авах нь зүйтэй. Энэ асуудлыг төлөвлөхөд юуны өмнө туршилт, үйлдвэрийн ажиллагаа эхлээгүй үеийн мэдээлэл цуглуулах, шинжилгээ хийх хөтөлбөр зохион ажиллах шаардлагатай. Хөтөлбөрийн зорилго нь сонголт хийх, загварчлан үнэлэх мэдээлэлээр хангах, загвараа шалгах, баталгаажуулах түүгээр стандарт загвар болгон цаашид ашиглахад оршино. Үүнд:

- Нутгийн ан амьтан, өвс ургамал, ус агаар, хөрсний цацраг идэвхт болон хортой хүнд металл, химийн хорт элемент, нэгдлүүдийн хэмжээ;
- Нутгийн гамма цацрагийн түвшин. Мөн хөтөлбөрт сорьц авах, хяналт хийх арга ажиллагааг боловсруулан гүйцэтгэх, хэрэгжүүлэх асуудлыг тусгах шаардлагатай.

3. Туршилт, үйлдвэрлэл явуулж байгаа үед цацрагийн хяналт заавал хийх шаардлагатай. Удирдлагын хувьд цацрагын хяналт, цацрагийн хамгаалалтын болон салхивчийн албад шууд үйлдвэрлэл эрхлэн явуулдаг удирдлагад харьяалагдана. Хяналтын хэмжилт, шинжилгээг мэргэшсэн техникч цацрагийн хамгаалалтын болон салхивчийн албадын шууд удирдлагаар хийнэ. Цацрагийн хяналтын алба ажилтан нарын улирал бүрийн авсан тунг хэмжин бүртгэх ажлыг хариуцан гүйцэтгэх ёстой.

1. Туршилтын болон цаашид үйлдвэрийн байранд Rn-222 хий, түүнээс үүсгэх цацрагт цөмүүдийг агаар, ус, хөрсний дээжнйг байнга авч судлан хяналт тавих шаардлагатай. Уран, радоны задарлаас үүсэх цөмүүдийг тэдгээрийн гаргах альфа бөөмийг бүртгэж хянах шаардлагатай.

2. Уран олборлох үйлдвэрийн шинжилгээний лаборатори нь орчны бохирдолтын хяналтыг үйлдвэрийн технологийн шинжилгээтэй хамт хийх шаардлагатай учраас үүсэж болох цацрагт элементүүдийг тодорхойлох орчин үеийн төхөөрөмжөөр тоноглогдсон байх ёстой Үүнд: Гамма спектрометр, Альфа спектрометр, Бүрэн ойлтын рентгенфлуоресценцийн спектрометр. Гамма болон рентген туяа бүртгэх азотын хөргөлтгүй детектор үйлдвэрлэж байгаа учраас нэмэгдэл азот гаргах зардалгүй, хямд байх юм.

3. Байнгийн ажиглалт. Ажиллагсадын цацрагийн тунг байнга хэмжин тогтоосон норм хэмжээнээс доогуур барьж байх ёстой. Гадаад цацрагийн тунг улирал бүр хувийн дозиметр ашиглан хэмжих ёстой. Мөн дотоод(хүний биед) шаралтын тунг мөн улирал бүр шинжилгээ хийж үнэлэх шаардлагатай. Ажилтад цацрагийн хяналтанд тогтмол хамрагдах ёстой.

7. Цацрагийн хяналт геологийн ажил болон уран олборлох технологийн туршилт эхлэх үеээс явагдах ёстой. Ажиллагсадын эрүүл ахуйн шаардлагаас цацрагийн хяналтын үйлчилгээг, дэлхийн эрүүл мэнд, олон улсын атомын энергийн агентлагаас гаргасан цацраг идэвхит хүдэртэй ажиллах уул уурхайн олборлох үйлдвэрүүдэд тавигдах цацрагийн аюулгүйн ерөнхий зөвлөмжийг удирдлага болгон явуулах ёстой байна.
8. Нутгийн оршин суугчдын хувьд тэр орчимд цацрагийн хяналт байнга хийж, мэдээлэлээ ашиглан авч болох цацрагийн тунгийн үнэлгээ гаргаж үе, үе мэдээлэх ёстой.

Аннотация

Описаны результаты исследования по предварительной экологической оценке загрязнения территория радиоактивными и токсическими химическими элементами в результате поисковых и экспериментальных геологических работ, производимых совместной американо-русско-монгольского предприятия по разработке добычи урана в Хараат.

Ашигласан ном, хэвлэл

1. Radiation levels, B.G. Bennett, Radiation and Society: Comprehending Radiation Risk, vol. 1, Paris, France, 1994, pp.119-126.
2. IAEA-TECDOC-492, IAEA, Vienna, 1989.
3. Uranium 1995, Resources, Production and Demand. A joint report by the OECD Nuclear Energy Agency and the IAEA, OECD, OCDE, Paris.
4. Uranium Extraction Technology, Technical Reports Series N. 359, IAEA, Vienna, 1993.
5. Larson, W.C., 'Uranium ISL-mining environmental controls', Uranium Mine Waste Disposal (Proc. 1st Int. Conf. Vancouver, 1980), AIME, Lakewood, CO, 1980.
6. Ш.Гэрбиш, Ж. Сэрээтэр, Н. Ганбаатар "Уран, торий тодорхойлох гамма спектрометрийн арга" МУИС, эрдэм шинжилгээний бичиг, №1, 1997.
7. Analysis of Low-level Natural Radioactivity in Small Mineral Samples for use in Thermoluminescence Dating, using High-resolution Gamma Spectrometry, Murray, A.S. and Aitken, M. J., Appl. Radiat. Isot. vol.39, No.2, pp.145-158, 1988.