ISNN:2181-1296



SHAROF RASHIDOV NOMIDAGI SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI

САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ШАРОФА РАШИДОВА

SAMARKAND STATE UNIVERSITY NAMED AFTER SHAROF RASHIDOV

ILMIY AXBOROTNOMA

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК
SCIENTIFIC JOURNAL

ANIQ VA TABIIY FANLAR SERIYASI

Matematika, Mexanika, Informatika
Fizika, Kimyo, Biologiya, Geografiya

№ 5/1 (141)
2023

ISSN 2181-1296

ILMIY AXBOROTNOMA

НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК **SCIENTIFIC JOURNAL**

2023-yil, 5-son (141) **ANIQ VA TABIY FANLAR SERIYASI**

Matematika, Mexanika, Informatika, Fizika, Kimyo, Biologiya, Geografiya

Samarqand viloyat matbuot boshqarmasida ro‘yxatdan o‘tish tartibi 09-25.
Jurnal 1999-yildan chop qilina boshlagan va OAK ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR **R. I. XALMURADOV, t.f.d., professor**
BOSH MUHARRIR O‘RINBOSARLARI: **H.A. XUSHVAQTOV, f-m.f.d., dotsent**
A. M. NASIMOV, t.f.d., professor

TAHRIRIYAT KENGASHI:

ANIQ FANLAR

SH.A.ALIMOV - O‘zFA akademigi
S.N.LAKAYEV - O‘zFA akademigi (SamDU)
M.M.MIRSAIDOV - O‘zFA akademigi
A.S.SOLEEV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
I.A.IKROMOV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
B.X.XO‘JAYAROV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
A.G.YAGOLA - f.-m.f .d., professor (Moskva davlat universiteti, Rossiya)
I.I.JUMANOV - f.-m.f .d., professor (SamDU)
X.X.XUDOYNAZAROV - t.f.d., professor (SamDU)
ALBERTO DEL BIMBO - Florensiya universiteti professori, Italiya
L.SABIROV - f.-m.f .d., professor (SamDU)
A.JUMABOYEV - f.-m.f .d., professor (SamDU)
N.N.NIZAMOV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
O.Q.QUVONDIQOV - f.-m.f.d., professor (SamDU)
I.A.RAXMATULLAYEV - f.-m.f .d., professor
A.SH.YARMUXAMEDOV - f.-m.f.n., (SamDU)
X.S.XAYDAROV - f.-m.f.n., dotsent (SamDU)

TABIY FANLAR

M.X.ASHUROV - O‘zFA akademigi
N.B. FERAPONTOV - k.f .d., professor (Moskva davlat universiteti, Rossiya)
SH. M. TUGIZOV - professor, Koliforniya universiteti, AQSh
H. I. AKBAROV - k.f.d., professor (O'zMU)
E. A. ABDURAXMONOV - k.f.d., professor (SamDU)
N. K. MUXAMADIYEV - k.f.d., professor (SamDU)
L. A. BULAVIN - Kiev milliy universiteti professori, Ukraina
X. Q. XAYDAROV - b.f.d., professor (SamDU)
Z. I. IZZATULLAYEV - b.f.d., professor (SamDU)
Sh. T. XOLIQULOV - g.f.d., professor (SamDU)
S. B. ABBASOV - g.f.d., professor (SamDU)
Q. S. YARASHEV - g.f.d., professor (SamDU)
GUN-SIK PARK - Seul univeriteti professori, Koreya
D.B.XURSANOV - g.f.f.d., dotsent (SamDU)
M. S. QUZIYEV - b.f.f.d., dotsent (SamDU)

Obuna indeksi – yakka tartibdagi obunachilar uchun **- 5583,**
tashkilot, korxonalar uchun **- 5584**

MUNDARIJA

Икромов И.А, Баракаев А.М. *Об ограниченности максимальных операторов для выпуклых функций, не имеющих конечный линейный тип*…….....	3-10
Safarov A.N., Muzafarov A.M., To‘xtayev U.O‘., Tog‘ayev B.S., Salimov Sh.G‘., Esanov I.T. *Tabiiy suvlar tarkibidagi radionuklidlar miqdorini radiokimyoviy radiometriya usullari yordamida aniqlash metodikasi*……..	11-20
Ruziyev J.E., Abduraxmanov I.E., Suvonqulov Sh.B. *Analitik obyektlardagi bariy ionlarini ionometrik aniqlash*……..	21-25
O‘rozov S., Aslanov Q., Qo‘ldoshev O. *Oltingugurt qoplamali fosforli o‘g‘itlar olish*……..	26-30
Mamatov Sh., Omonov Sh. *Differensial tenglamalar misolida fanlararo bog‘lanish*……..	31-35
Ахмеджанов Ф.Р., Тугалов Ф.Б., Курбанов Ж.О. *$NaCl_xBr_{1-x}$ кристалларининг акустик хоссалари*……	36-40
Inxonova A., Eshtursunov D., Botirov S., Murtazaqulov M., Bekchanov D. *Oqava suvlarni biologik tozalashda pvc&pei asosida olingan mis polimer komlpleksining qo’llanilishi*……	41-48
Qurbonov P.R. *O‘zbekiston respublikasi urbanistik tarkibi rivojlanishining geografik jihatlari*.....	49-55
Ikromov I.A., Jo‘raqulov A.J. *Regulyarlashtirilgan o‘lchovning bahosi haqida*……	56-63
Байжуманов А.А., Бердимуродов М.А. *Метод решения систем нелинейных булевых уравнений на основе минимизации дизъюнкций сложных конъюнкций*……	64-70
Abdullayev J.U. *Uglevodorodlar asosida spirtlar sintezi*……	71-75
Boyqobilov D.B., Jumag‘ulov Sh.H., Ro‘zimuradov O.N. *Tartiblangan titan dioksid nanotrubkalarining shakllanishi*……	76-80
Ахмеджанов Ф.Р., Мустафаев Т.Ш., Эшниязов О.И., Нуждов Г.С., Авдиевич В.Н. *Лантан трифторид кристалларида ионларнинг харакатига эластик деформациянинг таъсири*……	81-85
Хайдаров И.К. *Моделирование переноса растворенного вещества в неоднородном пороупругом глинистом сланце*……	86-91
Urolov Sh.Z., Shaymardanov Z.Sh., Jalolov R.R., Rustamova B.N., Arziqulov E.U. *Rux oksidi nanostrukturalarining morfologik va kristallografik xossalarining sintez sharoitiga bog‘liqligi*……	92-99
Zufarov A.M., Sagdeyev D.O., Galyametdinov Yu.G., Muxamadiyev N.K. *Turli xil anion stabilizatorlar bilan stabillashgan* CdS *sintezi va uning fotokatalitik xossalari*……	100-108

UDK: 663.6 **DOI: https://doi.org/10.59251/2181-1296.2023.v5.141.1.2296**

TABIIY SUVLAR TARKIBIDAGI RADIONUKLIDLAR MIQDORINI RADIOKIMYOVIY RADIOMETRIYA USULLARI YORDAMIDA ANIQLASH METODIKASI

A.N.Safarov[1], A.M.Muzafarov[2], U.O‘.To‘xtayev[1], B.S.Tog‘ayev[2], Sh.G‘.Salimov[2], I.T.Esanov[1]
[1]Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti,
[2]NKM kombinati AJ
Email: ulugbekuktamovich89@gmail.com

Annotatsiya. Suv insoniyat uchun eng muhim resurslardan biri bo‘lib, asosan ichimlik va sug‘orish uchun ishlatiladi. Ichimlik va sug‘orishdagi suv sifati inson hayot tarziga ta’sir qiluvchi asosiy omil hisoblanib, atrof-muhitni ekologik monitoringining muhim normativlaridan biri hisoblanadi. Insoniyat muntazam ravishda turli manba’lardan, jumladan kosmik nurlar va havodan, oziq-ovqat va suvda to‘plangan tabiiy radionuklidlardan kelib chiqadigan ionlashtiruvchi nurlanishlar ta’siriga duchor bo‘ladi. Radionuklidlarning inson tanasiga kirishining asosiy yo‘li suv bo‘lib, u inson sog‘ligi uchun xavf tug‘dirishi mumkin. Suv radioaktivligini baholashning asosiy ko‘rstkichlaridan biri, suvda mavjud bo‘lgan radionuklidlarning konsentratsiyasi va yillik effektiv dozasidir.

Biz taqdim etayotgan ilmiy tadqiqot ishidan, suvning radioekologik ko‘rsatkichi to‘g‘risida ma’lumotga ega bo‘lish mumkin. Suv tarkibidagi TRN (^{224,226,228}Ra, ^{210}Po, ^{210}Pb(^{210}Bi), ^{238,234,235}U larning solishtirma aktivliklari UMF-2000 radiometri yordamida hisoblab topiladi. Har bir radioizotoplar radiokimyoviy usullarda ajratiladi va kosentratsiyalanadi.

Kalit so‘zlar: izotop, radon, kation, anion, sulfat, karbonat, uran, rubidiy, stronsiy, seziy, radiometr, alfa-spektrometr.

Методика определения содержания радионуклидов в природных водах методами радиохимической радиометрии

Аннотация. Вода является одним из важнейших ресурсов для человечества и используется в основном для питья и орошения. Качество питьевой и оросительной воды является одним из главных нормативов экологического мониторинга окружающей среды и считается основным фактором, влияющим на образ жизни человека. Человечество регулярно подвергается воздействию ионизирующих излучений из различных источников, включая космические лучи и природные радионуклиды, которые накапливаются в воздухе, пище и воде. Основным путем попадания радионуклидов в организм человека является вода, которая может представлять опасность для здоровья человека. Одним из основных показателей оценки радиоактивности воды является концентрация и годовая эффективная доза радионуклидов, присутствующих в воде.

Из представленной нами научно-исследовательской работы можно получить информацию о радиоэкологическом состоянии воды. Удельная активность ЕРН в воде (^{224,226,228}Ra, ^{210}Po, ^{210}Pb(^{210}Bi), ^{238,234,235}U) рассчитывается с помощью радиометра UMF-2000. Каждый радиоизотоп разделяется и концентрируется радиохимическими методами.

Ключевые слова: изотоп, радон, катион, анион, сульфат, карбонат, уран, рубидий, стронций, цезий, радиометр, альфа-спектрометр.

Methods for determining the content of radionuclides in natural waters by radiochemical radiometry

Abstract. Water is one of the most important resources for humanity and is used mainly for drinking and irrigation. The quality of drinking and irrigation water is one of the main standards of ecological monitoring of the environment and is considered the main factor affecting the way of life of a person. Humanity is regularly exposed to ionizing radiation from various sources, including cosmic rays and natural radionuclides that accumulate in the air, food and water. The main way radionuclides enter the human body is water, which can pose a danger to human health. One of the main indicators

for assessing the radioactivity of water is the concentration and annual effective dose of radionuclides present in water.

From the research work presented by us, it is possible to obtain information about the radioecological state of water. The specific activity of the NOR in water (^{224,226,228}Ra, ^{210}Po, ^{210}Pb(^{210}Bi), ^{238,234,235}U) is calculated using the UMF-2000 radiometer. Each radioisotope is separated and concentrated by radiochemical methods.

Keywords: isotope, radon, cation, anion, sulfate, carbonate, uranium, rubidium, strontium, caesium, radiometer, alpha-spectrometer.

Kirish. Barcha tirik organizmlarning asosiy tarkibiy qismi suv hisoblanadi. Tirik organizm massasini 3/4 qismini suv tashkil qiladi. Tabiatdagi suvlarning 2/3 qismi sho‘r suvlar bo‘lib ichimlik (chuchuk) suvlar ~3% atrofida. Suvda tirik organizmlar uchun zarur bo‘lgan erkin holdagi tuzlar bo‘ladi. Tabiiy suvlarda tog‘ jinslaridan, tuproqlardan yuvilib chiqayotgan erigan holdagi radionuklidlar aniqlanadi. Shuning uchun tabiat suvlari ozmi-ko‘pmi radioaktivlik xususiyatiga ega. Tabiiy suvlarda uzoq yashovchi radioaktiv izotoplar orasida ham radiaktiv muvozanat buzilishi mumkin bo‘lgan tabiiy tizim hisoblanadi. O‘tkazilgan radiokimyoviy tahlillar asosida tabiat suvlarida uran-238 (^{238}U), toriy-232 (^{232}Th) va ularning yemirilishidan hosil bo‘ladigan radiy-226, 228 (^{226,228}Ra), radon-222, 224 (^{222,224}Rn), poloniy-210 (^{210}Po), uran-234 (^{234}U) va kaliy-40 (^{40}K) hamda texnogen rubidiy-87 (^{87}Rb), stronsiy -90 (^{90}Sr), seziy-137 (^{137}Cs) kabi radioaktiv izotoplar aniqlangan[1].

Nazariy ma’lumot: Tabiiy suvlarning radioaktivligi to‘g‘risidagi umumiy ma’lumot. Tabiiy suvlar juda murakkab tizim bo‘lib, unda turli noorganik va organik birikmalar, erigan gazlar mavjud. Suvdagi moddalarning molekulalari turli xil shakllarda bo‘lib, bular: molekulyar dissotsiyasi, kompleks birikmalar, kolloidlar, suspenziyalardir. Suvdagi moddalarning tarqalishi va tarkibiga qarab makro va mikrokomponentalar guruhiga ajraladi [2].

- Makrokomponentalar suvning kimyoviy xususiyatlarini aniqlaydigan boshqa komponentlarga nisbatan ko‘proq erigan moddalar konsentratsiyalarini o‘z ichiga oladi. Bular Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+} kationlar, HCO_3^{2-}, Cl^{-}, SO_4^{2-} anionlar va boshqalardir.

- Mikrokomponentalarga 1 dm^3 hajmda bir necha mikrogramm konsentratsiyalangan elementlarning guruhi kiradi. Ushbu guruhga radionuklidlar (tabiiy hamda texnogen) ham kiradi.

Fizik-kimyoviy va mikrobiologik ta’sirlar natijasida suvning tarkibi va holatga jiddiy o‘zgarishlar olib kelishi mumkin; atmosferadagi kislorod bilan oksidlanish, yog‘ingarchilik zarralarning sorbsiyalanishi, uchuvchi moddalarning yo‘qotilishi shular misolida ro‘y beradi.

Radionuklidlarning tog’ jinslaridan suvga o‘tishi, bu esa noturg‘un tuzlarni erishi va yuvilishi kabi jarayonlar natijasida ro‘y beradi, ya’ni kristall panjaralarni buzilmasdan elementlarning minerallardan eritmalarga o‘tishi. Buning natijasida uran (^{238,235}U) va toriy (^{232}Th) qatoriga mansub radioaktiv izotoplari orasidagi asriy muvozanat buziladi, bu esa radioaktiv elementlar va ular izotoplarining turli migratsion xususiyatlari va geokimyoviy xossalaridagi farqlanishi tufayli turlicha taqsimlanadi. Masalan, uran (^{238,235}U)ning migratsiya qobiliyati toriy (^{232}Th)ning migratsiya qobiliyatidan sezilarli darajada kattaroq, bir xil element izotopining yarim yemirilish davri sezilarli darajada farqlansa, unda qisqa yashovchi izotop kuchli migratsion xususiyatga ega, ammo yuvish jarayoni mineral tuzilishlarning kristall panjaralariga bog‘liq emas, boshqa tomondan eritmadan tog‘ jinslarining kristall tuzilishiga o‘tishga ulgurmaydi. Shunday qilib suvlarda tog‘ jinslari va tuproqlardan farqli ravishda, bir elementning turli xil radionuklidlari va izotoplari orasidagi nisbatlar muvozanatdan o‘nlab va yuzlab marta farq qilishi mumkin. [3, 4, 5, 6, 7, 8].

Shuni ham inobatga olish kerakki radionuklidlarning tabiiy suvlardagi miqdori, suvlarning kimyoviy tarkibi, mineralizatsiya darajasi, iqlim sharoitlariga (shimoliy hududlarda atmosfera tushuvlari bug‘lanishlarga nisbatan ko‘proq, shunga karbonat-kalsiyli mineralizatsiya 0,1~0,2 g/dm^3 tashkil qilsa, nisbatan issiq hududlarda bug‘lanish tushuvlarga nisbatan ustunroq shunga sulfat-xlorid, natriy-kalsiyli mineralizatsiya 2~5 g/dm^3 tashkil qiladi) shunga qarab suvlarda radioaktiv elementlar miqdori ham o‘zgaradi. Masalan, daryo suvlarida ^{238}U ning o‘rtacha aktivligi shimoliy hududlarda $1x10^{-3}$ Bk/dm^3 dan, qurg‘oqchil hududlarda $0,nx10^{-3}$ Bk/dm^3 gacha o‘zgarib turadi, ba’zi hollarda qurayotgan ko‘llar, artezan quduqlari, mineral buloqlarda $n\cdot10^{-3}$ Bk/dm^3 ga yetadi. ^{226}Ra ning o‘rtacha

hajmiy aktivligi nx10^{-3} Bk/dm^3 dan 0,nx10^{-3} Bk/dm^3 gacha qiymatga yetishi mumkin (artezan suvi, yer osti qatlam suvlari, sho‘r quduq suvlari, mineral buloqlar). Shunday qilib tabiiy suvlar aktivligi, tuz, radionuklid tarkibi, suvning turiga (daryo, ko‘l, yer osti, yer usti), iqlimiga hamda tog‘ jinslar tarkibining tektonik xususuyatiga qarab keng diapazonda o‘zgarib turadi. O‘z navbatida suvning tabiiy radioaktivligi radon (^{222,220}Rn), radiy (^{226,228,224}Ra), uran (^{234,238}U), kaliy (^{40}K), poloniy (^{210}Po) hamda qo‘rg‘oshin (^{210}Pb) miqdorlariga bog‘liq. Suvlarda toriy (^{232}Th) miqdori juda past, ammo toriyning qisqa yashovchi hosilaviy izotoplarining (^{228,230}Th) aktivliklari hissa qo‘shishi mumkin. Texnogen radioaktiv izotoplardan birinchi navbatda yer usti suvlarida ^{90}Sr va ^{137}Cs mavjudligi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Yadroviy yoqilg‘i sikllari mavjud radioaktiv hududlarda transuran elementlarning (^{238,239,240,241}Pu, ^{241}Am) aktivligi oshishi mumkin [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

Rossiyaning Yevropa qismidagi va o‘rta zonasidagi yer osti suvlarida yig‘indi α, β-nurlanuvchi radionuklidlarning aktivligi 0.04~0.25 Bk/dm^3 diapazonida, β-aktivligi esa 0.35~0.85 Bk/dm^3 diapazonida bo‘ladi. Yer osti suvlarida mos ravishda 0.04~0.35 Bk/dm^3 va 0.5~4 Bk/dm^3 diapazonda bo‘ladi. Aktivligi past tabiiy suvlarda β-aktivlikni 50~90% miqdorda asosan ^{40}K radionuklid hissa qo‘shadi. Umumiy alfa aktivlikda asosan ^{224,226}Ra, ^{234,238}U, ^{210}Po va ^{238,230}Th izotoplari hissa qo‘shadi. Shuni yodda tutish kerakki, berilgan (keltirilgan) qiymatlar minimal qiymatlardir, chunki suvda ^{222}Rn va uning parchalanishida (yemirilishida) qisqa davrli izotoplar, shuningdek tritiy ^{3}H, uglerod ^{14}C va boshqa ba’zi radionuklidlar mavjudligi hisobga (inobatga) olinmagan.

Shunday qilib, tabiiy suvlarning tahlil qilish uchun ishlatiladigan uskunalar va usullar aktivligi: α-aktivlik uchun 0.02 Bk/dm^3, β-aktivlik uchun 0.1-0.2 Bk/dm^3 miqdordan oshmasligi lozim [13].

Suv namunalaridan radioaktiv izotoplarning radiokimyoviy ajratilish uslubiyati. Atrof-muhit obyektlari radionuklidlarning tabiiy miqdori, turi va maqsadiga qarab turli α, β va γ spektroskopiya yoki radiometriya usullari bilan aniqlanadi. Odatda atrof-muhit obyektlarida mavjud radionuklidlarning solishtirma aktivligi past va ulardagi taqsimot bir xil emas. Bundan tashqari uran-toriy qatorida mansub radioaktiv namunalarni tayyorlash jarayonida, namunalardan radon-^{222}Rn (inert gazi) radionuklidining uchib ketishi sababli o‘lchash namunalarida radioaktiv muvozanat buziladi. Bu jihat tadqiqotlar olib borilayotganda hisobga olinishi lozim.

Biz taqdim etayotgan metodika asosida suvning radiologik ko‘rsatkichi va alfa beta aktiv tabiiy radionuklidlarning (^{224,226,228}Ra, ^{210}Pa, ^{210}Pb, ^{210}Bi, ^{238,234,235}U) solishtirma aktivligi radiokimyoviy usulda konsentratsiyalanib UMF-2000 radiometri yordamida aniqlashga asoslangan bo‘lib, suv namunasi Respublikamizning turli hududlaridan, xususan Samarqand viloyati Kattaqo‘rg‘on suv ombori va suv ombor atrofida aholi iste’mol qiladigan ichimlik suvlardan olingan. Suv namunalarini metodika asosida:

- 1 kg miqdorda yig‘indi solishtirma alfa, beta aktivliklarni hisoblashda;
- 10 kg miqdorda tabiiy radionuklidlarni solishtirma aktivliklarini hisoblashda;
- 4 kg miqdorda ^{137}Cs, ^{90}Sr va ^{40}K radionuklidlarining solishtirma aktivligini hisoblashda, suv namunalari olinadi. Namunalar olish jarayonida quyidagilarga e’tibor berish zarur:

Birinchidan namunalarni sorbsiyalanishini oldini olish maqsadida polimer materiallardan yasalgan idishlarga olinishni ta’minlash kerak. Yana bir muhim tomoni olingan suv namunalari xlorid kislota (HCl) yoki azot kislotasi (HNO_3) yordamida kislotalanilishi lozim va olingan namunalarni saqlash muddati 14 kundan oshmasligi (^{222}Rn miqdorini solishtirma aktivligini aniqlash uchun farqli ravishda 2 kundan) oshmasligi lozim. Yuqoridagilarga amal qilmaslik natijasida, olingan suv namunalarida ma’lum miqdordagi radionuklidlarning yo‘qotilishiga va natijalar xatoligini oshishiga sabab bo‘ladi. Namunalar olish jarayoniga har bir namuna idishiga suv olingan joy va olingan vaqt yozilishi kerak.

Ikkinchidan ichimlik suvining radiatsiya darajasini baholash maqsadida yig‘indi solishtirma alfa, beta aktivligini o‘lchash lozim. Yer osti ichimlik suvlarining solishtirma alfa, beta aktivligini aniqlash davomida qo‘shimcha sifatida ^{222}Rn miqdorini aniqlash lozim. Shuning uchun yer osti suvlarini olish hamda o‘lchash laboratoriyasigaha transportirovka qilish vaqti 2 kundan oshmasligi lozim.

Agar namunalarda solishtirma yig‘inda alfa, beta aktivliklar miqdori nazorat darajasidan (1-jadvalga qaragan) oshgan bo‘lsa, tahlil qilinayotgan suv namunalari tarkibidagi radionuklidlar miqdorini yuqori darajada aniqlash maqsadida radiokimyoviy usullardan foydalanamiz.

Radiokimyoviy usullarning murakkabligiga hamda yuqori malakali mutaxassislarni jalb qilish zaruratiga qaramay, ichimlik suvining radiatsion xavfsizlik ko‘rsatkichi bo‘yicha monitoring va gigienik baholash uchun radiokimyoviy usullardan foydalanish yuqori afzalliklarga ega.

Aholini ichimlik suv bilan ta’minlashda, suvning radiatsion xavfsizligini baholash maqsadida suv namunalarini yig‘indi solishtirma alfa, beta aktivliklarini belgilangan chegaraviy qiymatlardan oshmasligini va chegaraviy qiymatlarga mosligini tekshirish maqsadida suv namunalarida radiokimyoviy tadqiqotlar amalga oshirish talab etiladi.

Radiokimyoviy tahlil yuqori darajadagi ishonchlilik bilan izotoplarni toza shaklda ajratib olishga, hamda o‘zining yuqori sezuvchanlik, aniqlilik va informativligiga ega. Radiokimyoviy tayyorgarlik bu 10 litr suv namunasini 1 litr miqdorgacha bug‘latib (konsentratsiyalash) tabiiy radionuklidlar miqdorini aniqlash, hamda bir guruhga mansub elementlarning bir va bir nechta izotoplarini selektiv ajratish, har bir nuklidni radiokimyoviy tozalash, ulardan makrokomponentalarini ajratish va o‘lchash namunalarini tayyorlash bosqichlarini o‘z ichiga oladi.

Tabiiy radionuklidlarni alfa aktivligini hisoblash uchun 10 litr miqdordagi namunalar radiokimyoviy tahlillar orqali kerakli izotopni ajratib olinadi, hamda o‘lchash namunasini tayyorlanadi.

Texnogen ^{137}Cs, ^{90}Sr radionuklidlarining aktivligini aniqlash suv namunasi olinganidan so‘ng 15 kun ya’ni ^{90}Sr va hosilaviy izotop ^{90}Y orasida radioaktiv muvozanat yuz berganidan so‘ng amalga oshiriladi. 4 kg massali suv namunasidan alikvota olinib ^{137}Cs surma yod usulida ajratilib, ^{90}Sr esa hosilaviy izotob ^{90}Y yordamida oksolatli cho‘ktirish uslubiyati yordamida ajratiladi. Tayyorlangan o‘lchash namunasi UMF-2000 alfa, beta radiometri orqali o‘lchaniladi. Radiometr UMF-2000 aktivligi ma’lum ^{137}Cs va ^{90}Sr etalon manbalari yordamida energiya bo‘yicha graduirovka qilinadi.

Radiokimyoviy tahlillar jarayonida kimyoviy yo‘qotilishni nazorat qilish maqsadida tahlil jarayonida sinov namunasiga ma’lum miqdordagi tashuvchi qo‘shiladi. Belgilangan izotoplarning har biri uchun, uni qayta ishlash bosqichida elementlarni ajratishda xlorid va nitrat kislotasidan foydalaniladi. Tahlildan so‘ng qolgan tashuvchilarning miqdori aniqlanadi.

Kimyoviy yo‘qotilishni baholash uchun chiqishdagi tashuvchi massa miqdorini, namunaga qo‘shilgan tashuvchi massa miqdoriga nisbatan har bir radionuklid uchun kimyoviy yo‘qotilish qiymatini beradi (graviometrik usul).

Radionuklidlarni radiokimyoviy ajratish hamda suv namunalaridagi solishtirma aktivligini aniqlash uchun o‘lchash namunalarini tayyorlash:

- Eritmadagi (suv eritmasidagi 10 kg namuna) radiy izotopining ($^{226,224}Ra$) aktivligini aniqlash uchun o‘lchash namunalarini bariy sulfati ($BaSO_4$) yordamida cho‘ktirib tayyorlaniladi. ^{228}Ra izotopi hosilaviy ^{228}Ac yordamida tashuvchi xlorliy lantan ($LaCl_3x7H_2O$) yordamida cho‘ktirib $La(OH)_3$ shaklida mufel pechida kuydurib La_2O_3(^{228}Ac) o‘lchash namunasi holida aktivligi radiometrda o‘lchaniladi.

- Poloniy, vismut (qo‘rg‘orshin), uran va toriy izotoplarini temir gidrooksidi bilan cho‘ktirib keyinchalik seliktiv ajratiladi va aktivligi radiometr yordamida o‘lchaniladi. ^{210}Po, ^{210}Bi(^{210}Pb) o‘lchash namunasi nikelli diskda toksiz elektrolitik usuli yordamida chuktirib o‘lchash namunasi tayyorlaniladi.

Agar laboratoriyada alfa spektrometr bo‘lmasa ^{238}U hosilaviy ^{234}Th yordamida tashuvchi xlorli ittiriy (YCl_3x6H_2O) ni oksalat shaklida Y_2O_3(^{234}Th) o‘tkazib o‘chash namunasi tayyorlab radionuklid aktivligini aniqlanishimiz mumkin.

- alfa spektrometr yordamida $^{238,234}U$, $^{228,230,232}Th$-lar aktivligini aniqlashimiz jarayonnida uran va toriyni kimyoviy yo‘qotilishini bilish maqsadida har bir namunaga ^{232}U va ^{234}Th indikator izotopidan foydalanamiz.

- ^{137}Cs texnogen radionuklidining aktivligini aniqlash maqsadida, o‘lchash namunasi sifatida ($Cs_3Sb_2I_9$) ishlatiladi.

- ^{90}Sr radionuklidi hosilaviy ^{90}Y yordamida tashuvchi xloristli ittriy (YCl_3x6H_2O) asosida cho‘ktirib, o‘lchash namunasi oksalat shaklida Y_2O_3 dan foydalanamiz.

- ^{40}K solishtirma aktivligini beta nurlanishni yarimigacha kamayish qatlamini bilish asosida radiometrlarda aniqlash mumkin.

^{226}Ra, ^{224}Ra, ^{228}Ra(^{228}Ac)-izotoplarini radiokimyoviy ajratish uslubiyati: Radiy davriy sistemaning ikkinchi guruh radioaktiv elementi hisoblanadi. Kimyoviy xususiyati bilan bariy elementiga juda o‘xshash. Yagona valentligi +2ga teng.

Kuchsiz eritmali radiy tuzlari sulfatlar va karbonatlar hisoblanadi. Radiy tuzlarining xususiyati, bariy tuzlar xususiyatiga o‘xshash bo‘lib, eruvchanligi nisbatan sustroq. Tabiiy radioaktiv oilalarga mansub asosan uchta: ^{226}Ra ($T_{1/2}$=1600 yil, α-nurlanuvchi) ^{230}Th α-emirilishidan hosil bo‘ladi, ^{224}Ra ($T_{1/2}$=3.64 sutka, α-nurlanuvchi) ^{228}Th α-yemirilishidan hosil bo‘ladi, ^{228}Ra ($T_{1/2}$=5.77 yil, β-nurlanuvchi) ^{232}Th α-yemirilishidan hosil bo‘luvchi izotoplardan tashkil topgan. Radiy izotopi-^{226}Ra, ^{228}Ra, ^{224}Ra bariy-radiy sulfati asosida cho‘ktirib ^{226}Ra va ^{224}Ra aktivligi dinamik usul asosida hisoblab topiladi.

^{228}Ra hosilaviy ^{228}Ac ($T_{1/2}$=6.13 soat, β-nurlanuvchi) asosida tashuvchi lantan yordamida beta-aktivligi β-radiometrda hisoblab topilgan. 10 litr suvni 1 litrga teng hajmgacha bug‘lantirib, konsentratsiyalangan kislotali suvga bariy xlorid $BaCl_2$ (90-100 mg $BaSO_4$ hisobidan) va temir xlorid $FeCl_3$ (20 mg Fe_2O_3 hisobidan) qo‘shib, hajmi 2 litrga teng issiqga chidamli shisha stakanga elektroplitka ustiga 10-15 minut mobaynida qaynatamiz, hamda aralashtirib 30 ml 10% H_2SO_4 ham qo‘shamiz va cho‘kma (eritmani) yaxshilab cho‘kishi uchun kechga saqlaymiz.

Cho‘kgan eritmaning shaffof ustki qismini hajmi 800 ml-li idishda olamiz va cho‘kmasini “ko‘k lenta” filtr qog‘ozi yordamida hajmi 500 ml idishda filtrlaymiz (filtr qog‘oz massasi 0.0004 g, diametri 12.5 sm) va bir necha marta distirlangan suv bilan filtr qog‘ozni yaxshilab yuvamiz. (1-filtrat).

Filtrlash vaqtini yozib olamiz bu ^{224}Ra ning ^{228}Th dan ajralish vaqtidir. Yuvilgan bariy sulfat $BaSO_4$ cho‘kmasi (1-cho‘kma) hajmi 150 ml idishga olinib 70-100 ml distirlangan suv va 5-7 gr Na_2C0_3 solinib 2 soat davomida aralashtirib qaynatamiz va vaqti-vaqti bilan eritma hajmini 100 ml ga ushlab turish uchun eritmada distirlangan suv qo‘shiladi. Karbonatli cho‘kmani $Ba(Ra)CO_3$ “ko‘k lenta” filtr qog‘ozi yordamida filtrlaymiz hamda (2-cho‘kma) filtr qog‘ozni Na_2C0_3 ning 5% eritmasi yordamida to sulfat – ionlarining manfiy reaksiyasigacha yuvamiz va oxirida bir marta distirlangan suv bilan ham yaxshilab yuvamiz. Hosil bo‘lgan (2-filtrni) tarkibiga pH ko‘rsatkichi 2 bo‘lguncha HCl kislotasi solamiz hamda eritmadan CO_2 uchib ketgunga qadar qaynatamiz va (1-filtrat) bilan birlashtiramiz.

$Ba(Ra)CO_3$-cho‘kma (2-cho‘kma) 2H HCl kislotasi yordamida eritilib uglekislotalar uchib ketishini ta’minlash uchun qaynatamiz. Eritmada temir xlorid (10 mg Fe_2O_3 hisobidan) qo‘shib, ammiak yordamida $Fe(OH)_3$ holatida cho‘ktiramiz, bunda eritma qo‘shimcha poloniy, vismut, qo‘rg‘oshin, toriy va urandan tozalanadi. Cho‘kmani (3-cho‘kma) “qizil lenta” filtr qog‘oz yordamida filtrlaymiz va filtrlash vaqtini yozib olamiz, keyinchalik issiq distirlangan suv va 2H HCl kislotasi bilan filtr qog‘ozni yaxshilab yuvib birinchi 1-filtrat bilan birlashtiramiz. $Fe(OH)_3$-dan ajratilgan filtrat tarkibiga radiyning ^{224}Ra, ^{226}Ra, va ^{228}Ra-radiokiyoviy toza izotoplari mavjud, bu filtrlangan eritmani tarkibiga pH ko‘rsatkichi 2 ga tushguncha HCl kislotasi qo‘shamiz hamda tashuvchi lantan (La_2O_3 60 mg hisobidan) qo‘shamiz va ^{228}As yig‘ilishi (to‘planishi) uchun eritmani 36-40 soat davr mobaynida saqlaymiz. Keyinchalik eritmani 70ºC temperaturada isitamiz va ammiak yordamida lantan gidrooksidini cho‘ktiramiz. Cho‘kmani “ko‘k lenta” filtr qog‘ozi yordamida filtrlab, filtrlash tugagan vaqtni yozib olamiz (bu vaqt ^{228}Ra dan ^{228}Ac ajralgan vaqti hisoblanadi), filtr qog‘ozni distirlangan issiq suvda ikki-uch tomchi NH_4OH dan tomizlab shu suv bilan filtr qog‘ozni bir necha marta yuvamiz va filtr qog‘ozni havoda qurutib keyin tigelga solib 1 soat davomida 800 C temperaturada mufel pechida kuydiramiz. Tigelni mufel pechidan olib harorati xona haroratiga tushgunicha eksikatorga joylashtiramiz. O‘lchash namunasini tigeldan maxsus shpatellar yordamida tozalab qirib olinadi, keyinchalik kimyoviy yo‘qotish koeffitsiyentini bilish maqsadida umumiy massasi o‘lchaniladi. O‘lchash namunasidan radiometrning massasi oldindan o‘lchangan kyuvetasiga 0,1 gramm miqdorga olinib spirt yoki atseton yordamida eritib infraqizil lampasi ostida gorizontal holatda spirt yoki atseton uchib ketgunicha qurutamiz, so‘ngra kyuveta massasi yana bir marta o‘lchab olinadi. O‘lchash namunasi La_2O_3(^{228}Ac) ning impulslar sonini radiometrning beta-kanali orqali o‘lchab olinadi. Suv namunasi tarkibidagi ^{228}Ac(^{228}Ra) ning solishtirma aktivligi quyidagi formula asosida hisoblab topiladi:

$$A_{Ac-228} = A_{Ra-228} = \frac{n \cdot K_{Ac-228}}{e^{-\lambda_{Ac-228} \cdot t} \cdot \left(1 - e^{-\lambda_{Ac-228} \cdot t_1}\right) \cdot m \cdot \rho \cdot \rho_1} \quad \text{Bk/kg} \qquad (1)$$

bunda: n-fonni ayirgandagi namunaning impulslar soni, imp/min; $K_{Ac\text{-}228}$- ^{228}Ac ning bog‘lanish koeffisiyenti, (Bk/(imp/min)); $\lambda_{Ac\text{-}228}$- ^{228}Ac yemirilish doimiysi; t- lantan gidrooksidini cho‘ktirgan vaqtdan boshlab namuna impulslarini o‘lchagungacha (^{228}Ac ning ^{228}Ra dan ajralishi) ketgan vaqt, soat; t_1- ^{228}Ra eritmasida ^{228}Ac-ning to‘planish (t_1<40 soat shart asosida) vaqti, soatlarda; m- suv namunasining massasi, kg; ρ-lantanning kimyoviy chiqishi; ρ_1- bariyning kimyoviy chiqishi. Vaqt o‘tishi bilan ^{228}Ac ($T_{1/2}$=6.13 soat) yemirilishidagi tuzatma koeffitsiyentining qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Vaqt o‘tishi bilan ^{228}Ac $\left(e^{-\lambda_{Ac-228} \cdot t}\right)$ ning yemirilishdagi tuzatma koeffitsiyenti.

Yemirilish vaqti, t (soat)	$e^{-\lambda_{Ac-228} \cdot t}$
1	0.90
1.5	0.84
2	0.79
2.5	0.76
3	0.71
3.5	0.67
4	0.64
4.5	0.60
5	0.57
6	0.50

^{224}Ra va ^{226}Ra larning aktivliklari quyidaicha aniqlanadi: 3-Filtrat (lantan gidroksid cho‘kmasida ^{228}Ac ajratilgandan so‘ng) HCl bilan pH=1 gacha kislotalanadi, namunani qaynash temperaturasigacha qizdiriladi va eritmani 10% li sulfat kislotasi (H_2SO_4) yordamida bariy sulfat (radiy) ($Ba(Ra)SO_4$) shaklida cho‘ktiriladi. Cho‘kmani “ko‘k lenta” filtr qog‘ozi yordamida filtrlanadi hamda filtr qog‘ozni ikki-uch marta distirlangan suv yordamida yaxshilab yuviladi. Filtr qog‘ozni toza havoda quritamiz va lentali filtr yordamida filtrlanadi keyin tigelga solib 1 soat davomida 800 ºC temperaturada mufel pechida kuydiramiz. Tigelni mufel pechidan olib harorati xona haroratiga tushgunicha eksikatorga joylashtiramiz. O‘lchash namunasini tigeldan maxsus shpatellar yordamida tozalab qirib olinadi, keyinchalik kimyoviy yo‘qotish koeffitsiyentini bilish maqsadida umumiy massasi o‘lchaniladi. O‘lchash namunasidan radiometrning massasi oldindan o‘lchangan kyuvetasiga 0,1 gramm miqdorga olinib spirt yoki atseton yordamida eritib infraqizil lampasi ostida gorizontal holatda spirt yoki atseton uchib ketgunicha quritamiz, so‘ngra kyuveta massasi yana bir marta o‘lchab olinadi. Namunani UMF-2000 radiometrida 1 soat davomida yig‘indi alfa, beta aktivligi o‘lchaniladi.

^{224}Ra va ^{226}Ra izotoplari nisbatan katta yemirilish zanjiriga ega, bunday izotoplarni birga ajratish natijasida hosil bo‘lgan, bariy sulfat preparati aktivligida o‘zgarish yuz beradi, bunday o‘zgarishlarni har bir izotoplarni aktivligini hisoblashda inobatga olish lozim. Namunadagi ^{224}Ra ning alfa aktivligi undan hosil bo‘ladigan hosilaviy qisqa vaqt yashovchi (^{220}Ra va ^{216}Ra) izotoplarining alfa aktivligi tufayli oshadi. Keyinchalik $T_{1/2}$=3.6 kun davomida aktivlikning pasayishi kuzatiladi (2-Jadval).

2-jadval

Vaqt o‘tishi bilan ^{224}Ra $\left(e^{-\lambda_{Ra-224} \cdot t}\right)$ ning yemirilishdagi tuzatma koefitsienti.

Yemirilish vaqti, t (sutka)	$e^{-\lambda_{Ra-224} \cdot t}$
1	0.83
2	0.68

2.5	0.62
3	0.57
3.75	0.49
4	0.47
4.75	0.41
5	0.39
6	0.3
11	0.12

^{226}Ra alfa-aktivlikning boshlang‘ich birinchi oyda oshishiga asosan ^{222}Rn hamda undan hosil bo‘ladigan qisqa yashovchi radioizotoplarning alfa-aktivligiga hissa qo‘shadi.

^{210}Po izotopining boshlang‘ich uch oydagi aktivligi sekin oshadi, chunki ^{210}Po ning oldingi izotopi ^{210}Pb nisbatan katta yarim yemirilish ($T_{1/2}$=22.3yil) davriga ega ekanligi uning ulushini uch tartibgacha kichigligini ko‘rsatadi, shuning uchun umumiy alfa-aktivlikga hissa qo‘shmaydigan darajada kichik bo‘lib, hisoblashda inobatga olmasak ham bo‘ladi. ^{210}Po izotopi ^{226}Ra izotopi bilan 5 yildan ko‘p vaqt davomida radioaktiv muvozanatga keladi. Birinchi oyning o‘zida ^{226}Ra- ning alfa aktivligiga yana uchta ^{222}Rn, ^{218}Po, ^{214}Po alfa aktivlikga ega izotoplar o‘z hissalarini qo‘shadilar.

Buning natijasida shu vaqt mobaynida ^{226}Ra- ning alfa aktivligi quyidagi formula asosida o‘zgaradi:

$$\frac{A_t}{A_0} = 1 + 3\left(1 - e^{-\lambda t}\right) \qquad (2)$$

bunda: A_t- yemirilish maxsulotlaridan ajratilgan holdagi ^{226}Ra-ning *t* - vaqtdagi aktivligi, Bk/kg; t_0- vaqtdagi ^{226}Ra- ning aktivligi, Bk/kg; t- ^{226}Ra izotopining yemirilish mahsulotlaridan ajratilgandan boshlab o‘lchashgacha ketgan vaqt, sutkalarda; λ- ^{222}Rn- ning yemirilish doimiysi. ^{226}Ra- ning ajratilgandan keyingi alfa-aktivligining boshlang‘ich bir oy davomida xarakterli o‘zgarishi quyidagi jadvalda keltirilgan.

3-jadval

^{226}Ra izotopining ajratilgandan keyingi bir oy davomida alfa-aktivligining xarakterli o‘zgarishi ($A_t/A_0=\chi$).

t, sutkalarda	χ	t, sutkalarda	χ
1	1.5	14	3.76
2	1.92	15	3.81
3	2.26	17	3.86
4	2.45	18	3.89
5	2.80	20	3.92
6	2.98	21	3.93
7	3.15	22	3.95
8	3.28	28	3.98
10	3.52	30	3.99
11	3.60	36	4.00

O‘lchash namunasidagi ^{226}Ra- ning aktivligini 4 soatdan so‘ng hamda ^{222}Rn ajratilgandan 1, 2 va 3 sutka o‘tgach o‘lchash mumkin hamda o‘lchangan natijalarni (2)- formula asosida taqqoslang. Agar o‘lchangan natijalar 3-jadvaldagi natijalar bilan (o‘lchash xatosi chegarasigacha) mos tushsa, unda o‘lchash namunasida asosan ^{226}Ra borligini va o‘z navbatida bunday namunalarda ^{224}Ra- ning umuman mavjud emasligini ko‘rsatadi. Bu esa ^{226}Ra-dan ^{222}Rn-ning ajratilgandan keyin 4 soatdan 2-3 kungacha bo‘lgan davrda ^{226}Ra aktivligini aniqlash imkonini beradi. Buning uchun $BaSO_4$ o‘lchash namunasining kuydirishidan 4 soat (ya’ni ^{226}Ra dan ^{222}Rn ajralgandan so‘ng) hamda 1, 2 va 3 sutka

o‘tgach radiometrning alfa kanaldagi impulslar miqdori o‘lchanadi. Suv namunasi tarkibidagi (^{226}Ra) ning solishtirma aktivligi quyidagi formula asosida hisoblab topiladi:

$$A_{Ra-226} = \frac{P \cdot n_1 \cdot K_{Ra-226}}{m \cdot \rho} \quad \text{Bk/kg} \tag{3}$$

bunda: P- o‘chash namunasi massasi, mg; n_1- 4- soatdan keyingi o‘lchash namunasini o‘lchangan impulslarning o‘rtacha qiymati, shuningdek (jadvaldagi tuzatishlarni inobatga olgan holda) $BaSO_4$(^{226}Ra)-ning kuydirishdan 1, 2 va 3 kundan keyingi impulslar miqdori, (imp/min); K_{Ra-226} – ^{226}Ra-ning bog‘lanish koeffitsiyenti, (Bk/(imp/min)); m- suv namunasining massai, kg; ρ- bariyning kimyoviy chiqishi.

Agar o‘lchash namunasini 1, 2 va 3 sutkadagi aktivliklarining qiymatlari (2)-formulada hisoblagan qiymatlar bilan mos tushmasa unda o‘lchash namunasi tarkibida ^{224}Ra mavjudligini bildiradi. Bunday holda o‘lchash namunasini ^{224}Ra izotopi butunlay yemirilib tugaguncha yetarli vaqtdan keyin qo‘shimcha ravishda o‘lchash talab qilinadi.

^{224}Ra- ning yarim yemirilish davri 3.64 kunni tashkil etganligi sababli alfa-aktivlikni qo‘shimcha o‘lchash birinchi o‘lchovdan 11 kun o‘tgach amalga oshirish mumkin. Bu vaqt davomida ^{224}Ra butunlay yemiriladi. ^{226}Ra- ning aktivligi oshishini (2) formula asosida hisobga olinadi. Suv namunasi tarkibidagi ^{226}Ra va ^{224}Ra- larning solishtirma aktivliklari quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$A_{Ra-226} = \frac{P \cdot n_2 \cdot K_{Ra-226}}{\chi \cdot m \cdot \rho} \tag{4}$$

$$A_{Ra-224} = \frac{P \cdot \left(n_1 - \frac{n_2}{\chi} \right) \cdot K_{Ra-224}}{3 \cdot e^{-\lambda_{Ra-224} \cdot t} m \cdot \rho} \tag{5}$$

bunda: P- o‘lchash namunasi massasi, mg; n_2- birinchi o‘lchashdan keyin t kun o‘tgach o‘lchash namunasining fonning impulslar miqdori ayrilgandagi impulslar tezligi (imp/min); K_{Ra-226}, K_{Ra-224}- ^{226}Ra hamda ^{224}Ra-larning bog‘lanish koeffitsiyentlari, (Bk/(imp/min)). χ- birinchi o‘lchashdan t kun o‘tgach ^{226}Ra- ning hosilaviy izotoplaridan chiqgan alfa zarrachalarni radiometr qayd qilish koeffitsiyenti (5-jadvalga qarang); m-suv namunasi massasi, (kg); ρ-bariyning kimyoviy chiqishi n_1- o‘lchash namunasi $BaSO_4$(^{226}Ra)- ning kuydirishdan 4 soat o‘tgandagi fonning impulslari ayrilgandagi impulslar soni, (imp/min); 3- ^{224}Ra radionuklidining yemirilishida hosilaviy izotoplarning alfa-zarra chiqarish koeffitsiyenti; λ_{Ra-224} – ^{224}Ra–ning yemirilish doimiysi; t- ^{224}Ra ning ^{228}Th dan ajratilgan vaqtdan boshlab, to o‘lchash namunasi $BaSO_4$(Ra)- ni radiometrda birinchi o‘lchagungacha ketgan vaqt, sutkalarda.

Uran izotoplarini radiokimyoviy ajratish uslubiyati quyidagicha: Tabiiy uran 3 ta izotopdan iborat, ammo tabiiy suvlarda va boshqa atrof muhit obyektlarida asosan ^{238}U va ^{234}U izotoplari sezilarli darajada ucharaydi. Uran izotoplarini radiokimyoviy ajratilishi va tozalanishi asosan ikki usuli mavjud.

Birinchi usulga ko‘ra uran ^{238}U va ^{234}U aktivliklari ion xromotografik usul yordamida uran izotoplarini toriy izotoplaridan anionit EDE-10P (yoki boshqa kondensat tipidagi past asosli polifunksional anionitlar) yordamida ajratiladi so‘ngra radionuklidlar aktivligini alfa-spektrometr yordamida o‘lchaniladi. Bunday holda, kimyoviy yo‘qotishni aniqlash uchun uran va toriy tahlillashning dastlabki bosqichlarida namunaga aktivligi ma’lum radioaktiv indikator ^{232}U va ^{234}Th- dan qo‘shiladi. Buning uchun laboratoriya alfa-spektrometr bilan ta’minlangan bo‘lishi lozim.

Ikkinchi usulga ko‘ra ^{238}U UMF-2000 tipidagi radiometr yordamida aniqlaniladi. ^{238}U ni hosilaviy ^{234}Th izotopi orqali aniqlaniladi. ^{234}Th- ni ajratilishi, ittriy orqali oksolatli cho‘ktirishga asoslangan. Buning uchun ^{210}Po va ^{210}Bi izotopining nikel diskiga elektrokimyoviy cho‘ktirgandan so‘ng qolgan eritmaga (4-eritma) ittriy xlorid (60mg Y_2O_3 hisobidan) qo‘shiladi. Eritmadagi limon va askorbin kilotalarini yo‘qotish maqsadida eritmada 1:1 hajm nisbatida 10-15 ml miqdordagi

konsentrlangan xlorid va nitrat kislotalari qo‘shib, stakanni soat oynasi bilan yoping va ho‘l tuz holatiga kelguncha bug‘lantiriladi. Bu jarayonni 3-5 marta takrorlaymiz.

Ho‘l tuz namunasidan HNO_3- ni yo‘qotish uchun bir necha marta HCl kislotasi bilan ishlov beriladi. Qoldiq tuzni 100 ml miqdordagi 1H HCl kislotasi bilan eritilib qaynash temperturasigacha qizdiramiz. Erimaydigan cho‘kma “Oq lenta” filtr qog‘ozi yordamida filtrlanadi va filtr qog‘oz tashlanadi. Filtratga 10 ml to‘yingan oksalat kislotasi eritmasi qo‘shiladi va NH_4OH yordamida pH miqdorini 1.5 gacha o‘rnatiladi. Ittiriy(Toriy) oksolatli cho‘kma eritmasi 1-2 soat sovitiladi, so‘ngra eritma (cho‘kma) “ko‘k lenta” filtr qog‘ozi yordamida filtrlanadi. Distirlangan suv bilan yuviladi va tashlab yuboriladi. Filtrlsh vaqti qayt etiladi (bu vaqt ^{238}U dan ^{234}Th ning ajralish vaqti) qolgan filtratga 30 ml miqdorda HCl va 30 ml miqdorda HNO_3 aralashmasi qo‘shiladi va nam tuz qolgunicha bug‘lantiriladi. Jarayonni oksalat kislotasi to‘liq parchalanishigacha 2-3 marta takrorlang. Nam tuzlardan HNO_3 ni yo‘qotish uchun bir necha marta konsentratsiyalangan HCl kislotasi yordamida ishlov beriladi. Qoldiqni 30 ml 2H HCl kislotasida eritiladi, 80 ml miqdorda distirlangan suv qo‘shiladi, eritma isitiladi va 10 ml miqdorda 10% $(NH_4)_2CO_3$ eritmasi qo‘shiladi va pH miqdori 8-9 bo‘lgunicha ammiak NH_4OH solinadi. Hosil bo‘lgan cho‘kma “oq lenta” filtr qog‘ozi yordamida filtrlanadi hamda 2% ammoniy korbonat eritmasi bilan yuviladi va cho‘kma tashlanadi. Filtrat korbonatli kompleks bo‘lib $UO_2(CO_3)_3^{-4}$ unga HNO_3 va HCl larning (1:1) aralashmasini ehtiyotkorlik bilan qo‘shamiz, eritmani soat oynasi bilan yopib ammoniy tuzlari parchalanguncha (jarayonni 2-4 marta takrorlash zarur) davom ettiramiz. Nam tuzdagi HNO_3 ni yo‘qotish maqsadida namuna tuzini konsentrlangan HCl kislotasi bilan ishlov beramiz. Nam tuzni 30-50ml 2H HCl kislotasi yordamida eritamiz, hamda hajmi 100 ml bo‘lgunicha distirlangan suv qo‘shamiz va ^{234}Th to‘planishi uchun (to‘planish vaqti, yemirilish vaqtini inobatga olgan holda 24 kundan oshmasligi kerak) saqlaymiz.

^{234}Th to‘plangandan keyin filtratga yana ittiriy xlorid qo‘shiladi, eritma 20-30 daqiqa davomida qaynatiladi, so‘ngra yuqorida keltirilgan tartib asosida ittiriy (toriy) oksalatining ikkilamchi cho‘ktirish amalga oshiriladi. Ajratilgan oksalat cho‘kmasi 800-900℃ temperaturada mufel pechida kuydiriladi hamda kukun holatga keltirilib massasi o‘lchaniladi va radiometr kyuvetasiga spirt yordamida gorizontal tekislikda infraqizil lampa ostida quritiladi va radiometrni beta-kanaliga o‘lchash namunasining beta aktivligi o‘lchanadi.

^{238}U izotopining solishtirma aktivligini quyidagicha hisoblanadi: ^{238}U- dan ^{234}Th-ni radiokimyoviy ajratilgandan so‘ng o‘lchash namunasini impulslar soni UMF-2000 radiometrining beta kanali yordamida o‘lchaniladi. solishtirma aktivligini quyidagi formula aosoida topiladi.

Suv namunasidagi $^{238}U(^{234}Th)$ ning solishtirma aktivligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$A_{U-238} = A_{Th-234} = \frac{n \cdot K_{Th-234}}{\left(1 - e^{-\lambda_{Th-234} t}\right) \cdot m \cdot \rho_1 \cdot \rho_2} \quad \text{Bk/kg} \qquad (8)$$

bunda: n-beta kanalidagi fonni ayirgandagi o‘lchash namunasining impulslar soni, imp/min; K_{Th-234} – ^{234}Th- ning bog‘lanish koeffitsiyenti, (Bk/(imp/min)); λ_{Th-234} - ^{234}Th- izotopining yemirilish doimiysi; m- suv namunasi massasi, kg; t- ^{238}U eritmasidagi ^{234}Th- ning to‘planish vaqti, sutkalarda; ρ_1- ittriynimg (^{234}Th) kimyoviy chiqishi; ρ_2- ^{238}U- ning kimyoviy chiqishi (0.65 ga teng).

UMF-2000 radiometrining umumiy xarakteristikasi: Radiometr yupqa manbalarning yig‘indi α- va β- aktivliklarini o'lchash uchun mo'ljallangan. Radiometrdan axborotlar amplitudali sonli o‘zgartirgich (ASO‘) hamda shaxsiy kompyuterdagi maxsus dasturiy ta’minot “Spectradec” dan foydalanilgan holda namunalar solishtirma yig‘indi aktivliklari o'lchashni amalga oshirish mumkin. Detektor – kremniy ionli D-10 ning xarakteristikasi quyidagicha:

- detektor sezgir yuzasining maydoni 32x28 mm (diskning effektiv yuzasi 700 mm^2);
- sezgir hududning qalinligi - 200 mikron;

Radiometrni radiometrik va spektrometrik xususiyatlarini hamda sanash tezligini nazorat qilish maqsadida, po'lat diskda elektroliz yordamida cho‘ktirilgan uchta plutoniy izotoplari aralashmasidan tayyorlangan o‘lchash namunasi yordamida amalga oshiriladi. Turli qalinliklardagi namunalarni o‘lchash maqsadida turli massadagi kalsiy sulfat ($CaSO_4$) aralashmasidan tayyorlangan turli qalinlikdagi etalon manbalardan foydalangan holda amalga oshiriladi. Radiometrni amerisiy (^{241}Am)

izotopli 754-sonli spektrometr va radiometrlarni kalibrlash manbasi yordamida energiya bo‘yicha kalibrovka qilinadi.

UMF-2000 detektorining sezgir maydonining qalinligi 200 mkm. Bu barcha zarrachalarning to'liq yutilishi uchun etarli. Shuning uchun detektor yig‘indi α-, β- aknivliklarni aniqlash effektivligi 100% ga yaqin. O'lchash tekis yupqa detektor diskining 2π- geometriyasida amalga oshirildi. Bunday geometriyada aktivlikni o‘lchash effektivligini maksimal qiymati 50% ga yetishi mumkin. O‘lchash namunasining qalinligi 1 mkm dan 10 mkm gacha oshishi qayd qilish effektivligining 44% dan 8% gacha keskin pasayishiga sabab bo‘ladi. Shuning uchun o‘lchash namunasini iloji boricha yupqa qatlamlar ko‘rinishida tayyorlab tekshirish maqsadga muvofiq.

Ilmiy ishning asosiy xulosa va takliflari: Bajarilgan ushbu ilmiy ish metodik xususiyatga ega bo‘lib, unda ichimlik suvlarining radiatsion darajasini baholashga, mineralizatsiyasi yuqori bo‘lgan ichimlik suvlari (sho‘r suvlar)ning tarkibidagi uran-toriy qatoriga mansub tabiiy radioizotoplarning yig‘indi alfa, beta aktivliklar miqdorlarini nazorat qilishning samarali tezkor usullarini ishlab chiqishga hamda aktivligi normativ hujjatlarda keltirilgan qiymatlardan oshgan ichimlik suvlaridagi alfa va beta aktiv izotoplarni radiokimyoviy usullar yordamida ajratishga va alfa, beta radiometrlarda aktivliklarini o‘lchash metodikasini ishlab chiqishga asoslangan.

Adabiyotlar

1. Mo‘minov A.T., Mo‘minov T.M., Xolboev I., Axmedova G., Mamatqulov O.B. Atrof-muhit obyektlarini gamma-spektrometriya usullari bilan tadqiq qilish. Monografiya. – Toshkent: Vneshinvestprom, 2020. – 294 bet. ISBN 978-9943-6704-4-0.
2. МУ 2.6.1.1981-05, Утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 25 апреля 2005 г.
3. Баранов В.И., Титаева Н.А. Радиогеология. – М.: Издательство Московского Университета, 1973. – 243 с.
4. Бахур А.Е., Малышев В.И., Мануилова Л.И. и др. Радиоактивность природных вод: от теории к практике // АНРИ. – 1997. – № 4(10). – С. 54-59.
5. Бахур А.Е. Методические особенности контроля радиоактивности природных вод // АНРИ. – 1998. – № 4 (15). – С. 21-29.
6. Бахур А.Е. Радиоактивность природных вод // АНРИ. – 1996/97. – № 2 (8). – С. 32-39.
7. Титаева Н.А. Ядерная геохимия. – М.: Издательство МГУ, 1992. – 272 с.
8. Токарев А.Н., Куцель Е.Н. и др. Радиогидрогеологический метод поисков месторождений урана. – М.: Недра, 1975. – С. 255.
9. Бахур А.Е., Зуев Д.М., Аксенова О.И. и др. Качество московской артезианской воды: проблема требует решения // АНРИ.– 2004.– № 2 (37).– С. 9– 13.
10. Зверев В.Л., Токарев А.Н. и др. Радиоизотопная геохимия. – М.: Недра, 1980. – 201 с.
11. Моисеев А.А., Иванов В.И. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – С. 252.
12. Castly R.G. Radioaktivity in water supplies // J. Inst. Water Environ. Makag. – 1988. – 2. – № 3. – Pp. 275-282.
13. Радиационный контроль и гигиеническая оценка источников питьевого водоснабжения и питьевой воды по показателям радиационной безопасности. Оптимизация защитных мероприятий источников питьевого водоснабжения с повышенным содержанием радионуклидов: Методические указания. Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации. МУ 2.6.1.1981-05. (Авторский коллектив: Тутельян О.Е., Степанов В.С., Кувшинников С.И., Голиков В.Я., Стамат И.П., Кормановская Т.А., Ступина В.В., Липатова О.В., Бахур А.Е., Мартынюк Ю.Н., Иванов С.И., Горский Г.А., Симонова В.Г.).– М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. – С.40.