FIZIKA-MATEMATIKA

Xolov Dilshod Murodillo o‘g‘li (Navoiy davlat universiteti o‘qituvchisi; dilshod_holov1991@mail.ru), Qurbanov Baxtiyor Ibragimovich (O‘z FA Yadro fizikasi instituti ilmiy laboratoriya mudiri, texnika fanlari doktori, professor)

NAVOIY SHAHRI VA UNGA TUTASH HUDUDLARDAN OLINGAN TUPROQ NAMUNALARINING RADIOEKOLOGIK MONITORINGI

Annotatsiya. *Ushbu maqolada Navoiy shahri va unga tutash hududlardan olingan tuproq namunalarining radioekologik holati yadro-fizikaviy usullar orasida yetakchi usul hisoblangan ssintillyatsion gamma-spektrometrik usulda tatbiq etildi. Tuproqlar gamma-spektrlarida identifikatsiya qilingan radionuklidlar solishtirma aktivliklari aniqlandi. Olingan natijalar tahlil qilindi. Hududlardan olingan tuproqlarining effektiv aktivligi-A_{eff} hisoblandi.*

Kalit so‘zlar: *tuproq na’munalari, sanoat zonasi, radionuklidlar, radioekologik holat, ssintillatsion gamma-spektrometrik usul, solishtirma aktivlik, effektiv aktivlik, ruxsat etilgan chegaraviy miqdor.*

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПРОБ ПОЧВЫ ГОРОДА НАВОИ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

Аннотация. *В данной статье исследовано радиоэкологическое состояние образцов почвы, города Навои и прилегающих территорий, применением сцинтилляционным гамма-спектрометрическим методы, который считается наиболее подходящим среди ядерно-физических методов. Определены эффективная активность ($A_{эфф}$) почв исследуемых регионов.*

Ключевые слова: *ключевые слова: образцы почвы, промышленная зона, радионуклиды, радиоэкологическое состояние, сцинтилляционный гамма-спектрометрический* метод, сравнительная *активность, эффективная активность, предельно допустимая доза.*

RADIOECOLOGICAL MONITORING OF SOIL SAMPLES IN NAVOI AND SURROUNDING AREAS

Annotation. *In this article, the radioecological condition of soil samples, the city of Navoi and adjacent territories is studied using the scintillation gamma-ray spectrometric method, which is considered the most suitable among nuclear physics methods. The effective activity (Aeff) of the soils of the studied regions has been determined.*

Key words: *soil samples, industrial area, radionuclides, radioecological condition, scintillation gamma-ray spectrometric method, comparative activity, effective activity, maximum permissible dose.*

Kirish. Tog‘-kon sanoati rivojlangan Navoiy shahri va unga tutash hududlardagi yerlardan olingan tuproq namunalarining yadro-fizik tahlili orqali ushbu hududlardagi radioekologik vaziyatni baholash mumkin. Tuproqlarning radioaktivlik darajasini, uning o‘zgarishini, radionuklidlar miqdorini, migratsiyasini tadqiq etish kishilarning radiatsion xavfsizligini ta’minlashda tabiiy fanlar oldida turgan dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Ma’lumki, tuproqlar tiriklik olamida juda muhim bo‘lib, butun tiriklikni, yashashni ta’minlaydigan faktorlardan biri hisoblanadi. Atrof-muhit namunalarida uchrashi mumkin bo‘lgan tabiiy va sun’iy kelib chiqishga ega bo‘lgan radionuklidlar suv, havo, oziq-ovqat mahsulotlari va boshqa yo‘llar bilan kishilar organizmiga o‘tadi. Tuproqlardagi sun’iy texnogen radionuklidlar, radioaktiv izotoplar bilan ishlaydigan turli korxonalarning radioaktiv chiqindilari, qazilma boyliklar qazib olinadigan konlarda hosil bo‘ladigan gaz va qattiq holdagi radionuklidlar ta’sirida uchraydi.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.Mirziyoyevning „Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish sohalarida ochiqlikni ta’minlash hamda boshqarish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-149-farmoniga binoan, tuproqlarning radionuklid tarkibini tahlil qilish muhim masaladir. Bir qator olimlar: T.Mo‘minov, G‘.Sattorov, A.Muzafarov, G, Ahmedova, L.Normurodov va boshqalarning ilmiy tadqiqotlari orqali turli hududlardan olingan tuproq namunalarining radionuklid tarlibini aniqlash uchun na’munalarni olish va o‘lchashga tayyorlash hamda olingan spektrlarni qayta ishlash usullari yaratilgan va natijalar olinib tahlil qilingan [1;2;3].

Tadqiqot metodologiyasi. Navoiy viloyati respublikadagi maydoni bo‘yicha eng katta, sanoat korxonalari zich joylashgan hamda geografik joylashuvi va tarkibi xilma-xil bo‘lganligi uchun radioekologik nuqtayi nazardan qiziqarli obyekt hisoblanadi. O‘lchash hududlari sifatida Navoiy shahrining bir nechta kichik tumanlari hamda Navoiy shahriga tutash bo‘lgan hududlar (Karmana tumani, shahardan 15 km sharqiy uzoqlikda joylashgan “Paxtachi” tumani (Samarqand viloyati), 15 km shimoliy uzoqlikdagi “Navbahor” tumani hamda shimoli-sharqiy tomonda 70 km uzoqlikdagi Nurota shahri) tanlandi. Tanlangan hududlar-

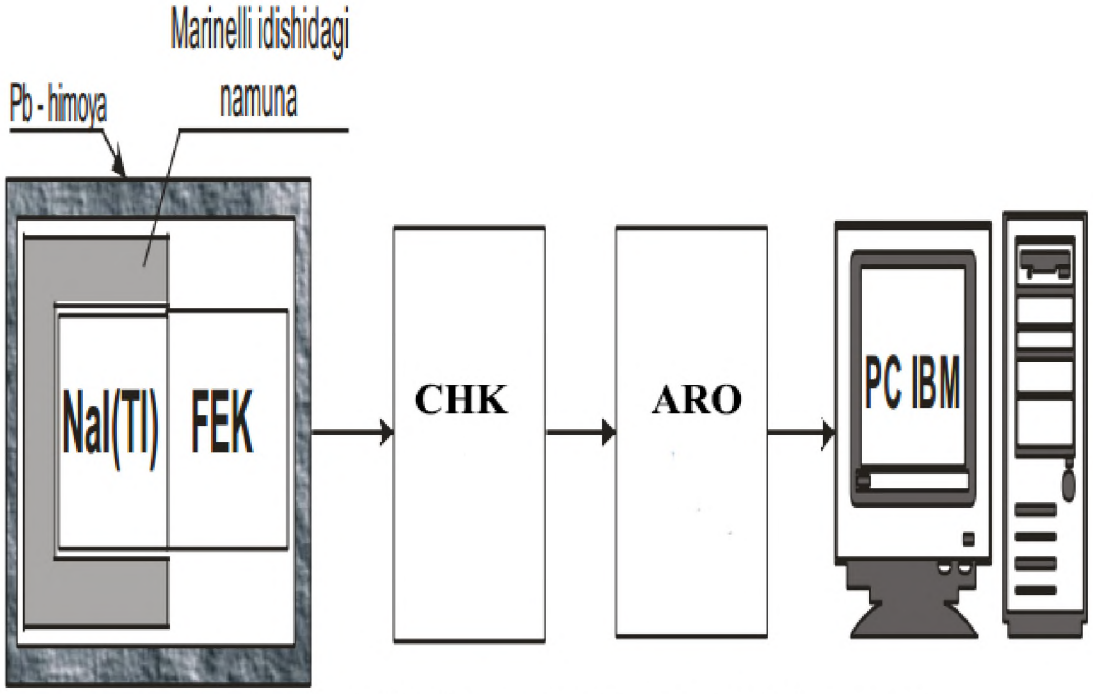
dan olingan tuproqlarning radionuklid tarkibi sifat va miqdor jihatdan tadqiq etildi. Tuproq na'munalari gamma-spektrlarini o'lchash Navoiy shahri tog'-metallurgiya ilmiy laboratoriyasida "Progress-gamma" ssintillatsion gamma spektrometrda amalga oshirildi.

Namuna olish uchun tanlangan hududlardan o'lchami 1 m^2 bo'lgan maydonchalar ajratildi. Tuproq namunalari yer sirtidan 0–5 va 0–10 sm chuqurlikdagi qatlamlardan olindi [3].

Olingan tuproq namunalari havoda quritildi, chet jinslardan tozalandi, maydalandi va bir jinsli holatga o'tkazildi. Oldindan tarozida tortilgan Marinelli idishiga to'ldirildi va idish bilan yana tarozida o'lchanib, Marinelli idishiga to'ldirilgan tuproq massasi o'lchandi.

Tuproqlar gamma spektrlarini o'lchash uchun Marinelli idishi detektorga joylashtirildi. Marinelli idishida spektri o'lchanadigan tuproq namunalari detektorning ustki va yon tomonlarida bir tekis qatlam hosil qilib joylashadi, bunda o'lchash geometriyasi 2π ga yaqin bo'ladi, bu esa namunadan chiqayotgan gamma-nurlarni o'lchash effektivligini oshiradi. Aktivligi past bo'lgan tabiat namunalarining radioaktivligi o'lchanganda o'lchash effektivligining yuqori bo'lishi, o'lchash vaqtining uzaytirilishi muhim o'rin tutadi. Effektivlikni oshirishda o'lchami katta bo'lgan kristallar ishlatiladi, o'lchash geometriyasi vaqti oshiriladi. Marinelli idishida OMASN-etalonlar to'plamidan olingan ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{40}K va ^{137}Cs etalon radionuklidlarning gamma-spektrlari o'lchangan. Tekshirilgan tuproq namunalari gamma spektrida aniqlangan ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{40}K va ^{137}Cs radionuklidlar fotocho'qqilari intensivliklari etalon manbali fotocho'qqilar intensivligiga taqqoslangan holda nisbiy usulda tuproq tarkibida ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{40}K va ^{137}Cs radionuklidlar solishtirma aktivligi hisoblandi. Gamma-spektrlarni qayta ishlash spektrometrga ulangan kompyuterga kiritilgan ASW dasturida amalga oshirildi. Namunalar gamma-spektrlarni o'lchash vaqti 2 soatni tashkil etdi.

Gamma spektrometrik usulda tuproq na'munalarining radionuklid tahlili uchun eksperimental qurilmaning sxemasi quyidagi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Sintillatsion gamma spektrometrik qurilma sxemasi.

Gamma spektrometrning sezgir qismi 63×63 *mm* li NaI(Tl) sintilatsion kristali hisoblanadi. Ionlashtiruvchi nurlanishlar kristalda chaqnashlar hosil qiladi va bu chaqnashlar fotoelektron ko'paytirgich (FEK)ning fotokatodidan elektronlar urib chiqaradi. Bu fotoelektronlar denotlar sistemasi yordamida kuchaytirilib, chiziqli kuchaytirish bloki (ChK)ga uzatiladi. Kuchaytirilgan impulslar analog-raqamli o'zgartirgich orqali analizator(PC IBM)ga yuboriladi. Kompyuter monitorida detektorda tushadigan nurlanishlarning energiya bo'yicha taqsimot spektri hosil qilinadi. Gamma spektrometrning energetik ajrata olish qobiliyati ^{137}Cs radionuklidning 661keV energiyali gamma chizig'ida 10%ni tashkil etadi [6].

Tahlil va natijalar. Tatbiq etilgan tuproqlarda ^{40}K va ^{226}Ra ning hisoblangan solishtirma aktivliklari asosida $^{40}K/^{226}Ra$ nisbat aniqlandi. Hisoblashlardan olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

Natijalar 1-jadvalda keltirilgan, Bk/kglarda.

1-jadval

Namuna olingan hudud	Radioaktiv izotop / Namunalar	Aktivliklar (Bk/kg)				$\frac{^{40}K}{^{226}Ra}$	Tuproq massasi (kg)
		^{226}Ra	^{232}Th	^{40}K	A_{eff}		
Navoiy shahri kichik mikrotumanlardan olingan tuproq namunalari							
Farhod massivi	0–5 sm	37,48	36,47	656	141	17,51	1
	5–10 sm	36,12	33,22	642	134	17,77	1
"Do'stlik" massivi	0–5 sm	35,19	36,08	678	140	19,26	1
	5–10 sm	34,24	31,85	653	131	19,07	
"Vokzal" hududi	0–5 sm	38,14	39,05	725	150	19,0	1
	5–10 sm	37,02	38,78	690	146	18,63	
"Ishchilar" shaharchasi	0–5 sm	39,67	40,12	740	155	18,65	1
	5–10 sm	38,11	39,75	718	151	18,84	
"6-kichik" hudud	0–5 sm	41,12	39,81	690	152	16,78	1
	5–10 sm	40,21	38,76	654	147	16,26	
"7-kichik" hudud	0–5 sm	42,18	37,88	714	152	16,9	1
	5–10 sm	40,95	36,9	701	148	17,11	
"9-kichik" hudud	0–5 sm	36,46	37,01	628	139	17,22	1
	5–10 sm	34,79	35,65	614	134	17,64	
"10-kichik" hudud	0–5 sm	38,75	38,27	708	146	18,24	1
	5–10 sm	37,16	36,64	701	145	18,8	
Navoiy shahriga tutash bo'lgan hududlardan olingan tuproq namunalari							
"Karmana" tumani	0–5 sm	50,59	35,62	642	152	12,69	1
	5–10 sm	37.23	38.59	541	134	14,53	1
"Navbahor" tumani	0–5 sm	54,61	48,61	692	177	12,67	1
	5–10 sm	45,96	46,96	675	164	14,68	1
Nurota tumani	0–5 sm	44,83	52,1	722	174	16,1	1
	5–10 sm	38,42	50.79	695	164	18,08	
"Paxtachi" tumani	0–5 sm	52,25	53,11	646	176	12,36	1
	5–10 sm	46,24	51,12	620	169	13,4	

Tuproq namunalarining o'lchangan gamma-spektrida quyidagi radioaktiv izotoplarning fotocho'q-qilari fondan farqli ravishda aniqlanadi:

– ^{238}u tabiiy radioaktiv oilasi yemirilish zanjiriga mansub bo'lgan ^{226}Ra ning yemirilishidan hosil bo'ladigan ^{214}Pb ning 295 keV (n_γ =19%), 351 keV (n_γ =36%) va ^{214}Bi ning 609 keV (n_γ =47%) energiyali fotocho'qqilari;

– ^{232}Th tabiiy radioaktiv oilasi yemirilish zanjiriga tegishli bo'lgan ^{212}Pb ning 238 keV (n_γ =47%), ^{228}Ac ning 911 keV (n_γ =25%), ^{208}Tl ning 583 keV (n_γ =86%) energiyali fotocho'qqilari;

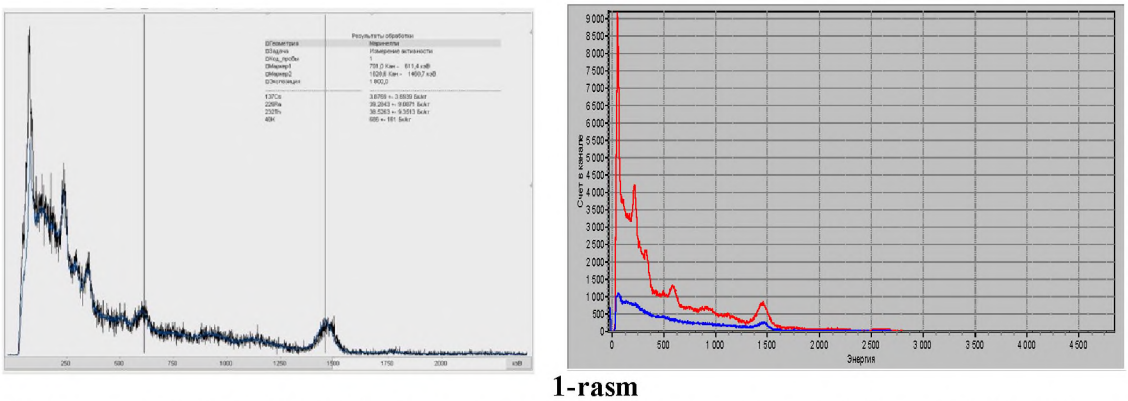
–tabiiy radioaktiv izotop ^{40}K ning 1460 keV (n_γ =11 %) energiyali fotocho'qqisi.

(n_γ –fotocho'qqilarning kvant chiqishlari)

Tekshirilgan tuproqlar tarkibida ^{226}Ra , ^{232}Th va ^{40}K radionuklidlarning solishtirma aktivliklarini aniqlashda foydalaniladigan analitik fotocho'qqilarni tanlashda fotocho'qqilarning kvant chiqish-

lari, yarim yemirilish davrlari hisobga olinadi. ^{226}Ra aktivligini aniqlashda kvant chiqishi 36% bo‘lgan ^{214}Pb ning 352 keV energiyali fotocho‘qqi intensivligidan, ^{232}Th aktivligini aniqlashda kvant chiqishi 25 % bo‘lgan 911 keV energiyali fotocho‘qqi intensivligidan, ^{40}K aktivligini aniqlashda kvant chiqishi 11 % bo‘lgan 1460 keV energiyali fotocho‘qqi intensivligidan, foydalanildi.

Ko‘rsatilgan hududlardan olingan namunalarning gamma spektrlari 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm

Xulosa va takliflar. Tekshirilgan tuproq namunalarining gamma-spektrlarini tahlil qilish asosida tuproqlar radioaktivligi asosan ^{40}K, ^{226}Ra, ^{232}Th tabiiy radionuklidlari bilan aniqlanishi ko‘rsatildi. Shuningdek, 0–5 sm chuqurlikgacha bo‘lgan tuproqlar effektiv aktivligi 0–10 sm chuqurlikgacha bo‘lgan tuproqlar effektiv aktivligidan yuqori ekanligi aniqlandi. Bundan radionuklidlarning ko‘proq qismi Yer sirtining 0–5 sm chuqurlikgacha bo‘lgan ustki qatlamida to‘planishi mumkinligini ko‘rish mumkin.

Tuproqlarda radionuklidlar miqdori ularning $T_{1/2}$ –yarim yemirilish davrlariga ham bog‘liq. $T_{1/2}$-qancha katta bo‘lsa radionuklid yemirilishi sekin bo‘ladi va uning miqdori sekinlik bilan kamayadi va aksincha. ^{40}K uchun $T_{1/2} = 1{,}3 \cdot 10^9$ yil, ^{226}Ra uchun $T_{1/2}$=1620 yil. Demak, ^{226}Ra yemirilish tezligi yuqori bo‘lib, u ^{40}K ga nisbatan tezroq yemiriladi va miqdori kamayadi.

Agar ^{40}K/^{226}Ra nisbat boshqa usullar bilan aniqlanib aniq bir xil qiymatiga erishilsa, u vaqtda kaliy miqdorini aniqlash orqali radiy miqdorini hisoblash imkoniyati bo‘lishi mumkindir. Kaliy elementi Yer qobig‘ida katta (2,5%) miqdorda tarqalganligi sababli, uni gamma-spektrometrik usulda aniqlash qiyinchilik tug‘dirmaydi. Radiyni uning yemirilishidan hosil bo‘ladigan hosilaviy radionuklidlar orqali aniqlashda, ular orasidagi radioaktiv muvozanat buzilishi darajasini bilish kerak. Buning uchun tajribalar o‘tkazish talab qilinadi. Tabiat namunalarida (tuproq va o‘simliklarda, ayniqsa, o‘simliklarda) radionuklidlarning migratsiyasi, emanatsiyasi kabi xususiyatlari tufayli radioaktiv muvozanat 15–45%gacha buzilganligi kuzatilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

(1). O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PF-149-farmoni. 26.09.2024.

(2). A.T.Mo‘Minov, T.M.Mo‘Minov, I.Xolbayev, G.Ahmedova, O.B.Mamatqulov Atrof-muhit obyektlarini gamma-spektrometriya usullari bilan tadqiq qilish. “VNESHINVESTPROM” nashriyoti. Toshkent, 2020, 188-bet.

(3). G.Ahmedova, R.Eshbo‘riyev, B.Tog‘ayev, D.Xolov, M.Fayzullayeva va bosh. Uran sanoati ta’siri hududlaridan olingan tuproqlardagi radionuklidlar tadqiqoti. “Samarqand davlat universiteti Ilmiy axborotnomasi”, 2022-yil, 1-son (131).

(4). Музафаров А.М., Саттаров Г.С., Темиров Б.Р., Нерущенко Е.В., Бучко И.А. Комплексная оценка радиационно-дозиметрической и экологической обстановки в зоне деятельности НГМК. Инновационные технологии горно-металлургической отрасли. Тез. док. рес. кон., Навои. 21 октябрь. 2011, с. 213–215.

(5). D.M.Xolov, Г.М.Аллаберганова, Р.А.Кулматов, А.К.Кутбеддинов. Определение Распределения естественных радионуклидов в почвах к близлежащим техногенным объектам. “Zarafshon vohasini kompleks innovatsion rivojlantirish. Yutuqlari, muammolari va istiqbollari” mavzuidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjumani materiallari, 27–28 November, 2019, Navoi, Uzbekistan.

(6). D.M.Xolov, E.N.Xudayberdiyev, I.Xolbayev. Navoiy shahri va unga tutash hududlarda yer osti va yer usti suvlarining radioekologik tahlili. “Namangan davlat uuniversiteti Ilmiy axborotnomasi”, 2021-yil 11-son, 30-bet.

(7). Нормы радиационной безопасности (НРБ-2006) и основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-2006). Ташкент, 2006, с. 86.