

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**ALISHER NAVOIY NOMIDAGI
SAMARQAND DAVLAT UNIVERSITETI
FIZIKA FAKULTETI**

YADRO FIZIKASI KAFEDRASI

HAKIMOV DILSHOD ABDUHALIMOVICH

**“NUROBOD TUMANI SUG'ORILMAYDIGAN YER MAYDONLARI
TUPROQ ERROZIYASI DARAJASINI CS-137 SUN'IY RADIOAKTIV
IZOTOPINING TAQSIMOTI ORQALI O'RGANISH”**

**“5140200-Fizika” ta'lim yo'nalishi bo'yicha bakalavr
darajasini olish uchun**

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Ilmiy rahbar dots. Xushmurodov Sh. X.

Bitiruv Malakaviy ish “Yadro fizikasi” kafedrasida bajarildi.
Kafedraning 2016-yil 31.05dagi majlisida muhokama qilindi va
himoyaga tavsiya etildi(bayonnoma №8).

Kafedra mudiri: Dots.Sh.X.Xushmurodov

Malakaviy bitiruv ishi YaDAKning 2016-yil dagi majlisida
himoya qilindi va _____ foizga baholandi (bayonnoma №).

Samarqand-2016

MUNDARIJA

Kirish	4
I.bob.Tabiatda mavjud radionuklidlar	
1.1 Radioaktivlik hodisasi.....	6
1.2 Tuproq tarkibidagi radionuklidlar.....	11
1.3 Tabiiy radionuklidlar va ularning xarakteristikalar.....	12
1.4 Aktivlik.....	
1.5 Tuproq eroziyasi	
II BOB. Texnogen radioaktiv nuklid ^{137}Cs to'g'risida ma'lumot.	
2.1§ Texnogen radioaktiv nuklid ^{137}Cs ning atrof - muhitda tarqalishi va hosil bo'lish manbalari.....	26
2.2§ Texnogen radioaktiv nuklid ^{137}Cs ning yemirilish sxemasi	30
2.3§ Radioaktiv nuklid ^{137}Cs to'g'risida asosiy ma'lumotlar.....	31
III BOB. Tajriba tadqiqot jarayoni va unda foydalanilgan ssintillatsion gamma - spektrometrning tavsifi.	
3.1§ O'lchash uchun namunalar olish va tayyorlash.....	32
3.2§ Tuproq tarkibidagi radionuklidlar.....	32
3.3§ Tabiiy radionuklidlar va ularning tavsifi.....	33
3.4§ Ssintillatsion gamma - spektrometrning tavsifi	35
IV BOB. O'lchash natijalari va ularning tahlili.	
4.1§ Namunalarning spektrini olish va qayta ishlash.....	46
4.2§ Olingan natijalar tahlili.....	49
Xulosa	54
Adabiyotlar	55

Qisqartma so'zlar ro'yxati

TRN - tabiiy radionuklid

SGS - Ssintillyatsion gamma spektrometr

FEU – fotoelektron ko'paytirgich,

EP – emitterli takrorlagich,

ASP – analogli sonli o'zgartirgich

IBM PC – personal kompyuter.

KRN – kosmogen radionuklid

TRN – texnogen radionuklid.

KIRISH.

Mavzuning dolzarbligi: IO'HD komissiyasi (Iqlim O'zgarishining Hukumatlararo Dasturi) (Stocker, 2001) shuni xulosa qiladiki, aholi sonining va qishloq xo'jaligidagi ishlab chiqarishning intensiv o'sib borishi natijasida yuzaga keladigan tuproq eroziyasi va Yer resurslarining degradatsiyasi butun jahon ekosistemasining turg'un rivojlanishi uchun jiddiy muammolarni keltirib chiqarmoqda.

Keyingi o'n yilliklar mobaynida, atmosferadan tushayotgan texnogen va tabiiy radionuklidlarning tuproqdagi ko'chishi jarayonlarini o'rganish uslubi tuproqshunoslikning klassik uslubini siqib chiqarmoqda. Radionuklidlar tuproqda uning zararlari tomonidan yutiladi va ularning keyingi ko'chish jarayonlari tuproqning yemirilishi va to'planishi natijasida yuz beradi. Turli hududlarda tuproq qatlamlaridagi radionuklidlar miqdorini aniqlash orqali tuproqda bo'ladigan jarayonlar haqida miqdoriy ma'lumotlar olish mumkin. Tuproqda kechadigan erroziya jarayonlarni o'rganish uchun yarim yemirilish davri $T_{1/2} = 30,17$ yil bo'lgan suniy radionuklid ^{137}Cs dan foydalanish juda dozarbdir.

Ishning maqsadi: Mazkur malakaviy bitiruv ishini bajarishdan ko'zlangan asosiy maqsad, tanlangan maydonning turli nuqtalaridan olingan tuproq tarkibidagi ^{137}Cs texnogen radioaktiv elementi miqdorini chuqurlik bo'yicha taqsimotini ssintillyatsion gamma-spektrometr usuli yordamida o'rganish va imkon darajasida ushbu maydonlarning qisqa davrli tuproq erroziyasi darajasini aniqlash.

Ishda belgilangan vazifalar: Ushbu malakaviy bitiruv ishini amalga oshirish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

- a) Mavzuga oid adabiyotlar bilan batafsil tanishish ;
- b) Tuproq olinadigan joyni tanlash
- c) Ssintilyatsion gamma-spektrometr usuli bilan atroflicha tanishish va natijalar olish.

d) Tanlangan maydonning turli nuqtalaridan olingan tuproq tarkibidagi ^{137}Cs texnogen radioaktiv elementi miqdorini chuqurlik bo'yicha taqsimotini ssintillyatsion gamma-spektrometr usuli yordamida o'rganish va imkon darajasida ushbu maydonda vujudga keluvchi qisqa davrli tuproq eroziyasi darajasini aniqlash va xulosalar chiqarish.

Amaliy ahamiyati: Yadro fizikaviy usullar o'zining yuqori darajada sezgirligi tezkorligi va bir vaqtning o'zida namuna tarkibida ko'plab radioaktiv elementlar miqdorlarini aniqlash imkoniyatlari bilan boshqa usullardan ajralib turadi, ushbu usullar hozirgi paytda atrof-muhit radioekologik holatini o'rganishda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Men malakaviy bitiruv ishimni bajarish jarayonida qo'llayotgan ssintillyatsion gamma-spektrometrik usuli tuproq tarkibida uchraydigan ^{137}Cs miqdorlarini yuqori sezgirlik darajasida aniqlash imkoniyatiga ega bo'lib, olingan natijalarga asoslanib, tuproq eroziyasi to'g'risida xulosalar chiqarish muhim amaliy ahamiyatga egadir.

Ilmiy yangiligi: Ushbu bitiruv malakaviy ishimni bajarish jarayonida erishgan asosiy ilmiy yangiligim shundan iboratki, ssintillyatsion gamma-spektrometr usuli yordamida tuproq tarkibida yarim yemirilish davri $T_{1/2} = 30,17$ yil bo'lgan texnogen radionuklid ^{137}Cs ni miqdorini yuqori sezgirlikda aniqlash imkoniyatlarini ishlab chiqdim va olingan natijalarga asoslanib tuproqda ushbu radioaktiv izotopning, chuqurlik bo'yicha taqsimotini o'rganishga erishdim.

Bitiruv ishining tuzilishi va hajmi: Ish kirish, 4 ta bob, xulosa va 20 nomdagi foydalanilgan adabiyotlar ro'yxatidan iborat bo'lib, 57 sahifada bayon qilingan. Ishda 22 rasm va 4 jadval mavjud.

I.BOB.TABIATDA MAVJUD RADIONUKLIDLAR

1.1 Radioaktivlik hodisasi

1896 yilda Fransuz olimi Bekkerel uranning va uran birikmalarining ko'zga ko'rinmas nurlar chiqarishini va ular odatdagi nurlarni o'tkazmaydigan qora qog'ozdan fotoplastinkaga o'tib ta'sir etishi natijasida havoni ionlanishini aniqladi. Bu hodisani o'rganishni Fransuz olimlari Pyer va Mariya Kyurilar davom ettirdilar va 1896 yilda atom massalari 226 va 210 ga teng bo'lgan, ikki yangi element Radiy (Ra) va Poloniy (Po) ni kashf etdilar.

M.S.Kyuri taklifiga binoan moddalarning o'z-o'zidan nur tarqatish hodisasi radioaktivlik deb, bunday hodisaga ega bo'lgan moddalar esa radioaktiv moddalar deb nomlandi. Radioaktiv nurlar moddalarni (masalan, suv, vodorod xlorid va hokazo) hamda tirik to'qimalarni parchalaydi, lekin oz miqdori o'simliklar o'sishiga ko'maklashadi. Radioaktiv nurlar, α -, β -, γ - nurlardan tashkil topgan. Masalan, usti teshik qo'rg'oshin idishga radioaktiv preparatni joylashtirib, teshik qarshisiga fotoplastinka o'rnatdik, plastinkada qora dog'lar paydo bo'ladi.

Bu esa radioaktiv preparatdan qandaydir nurlar tarqalayotganligini isbotlaydi. Agar bu nurlar yo'lga magnit yoki elektr maydonini kiritsak fotoplyonkada uch xil dog' paydo bo'ladi, bu esa uch xil nur tarqalayotganligini ko'rsatadi. Demak, elektr va magnit maydonida nurlarning bir oqimi (nurlar) manfiy qutbga, ikkinchi oqimi (nurlar) musbat qutbga buriladi, uchinchi oqimi γ -nurlar esa o'z yo'nalishini o'zgartirmaydi.

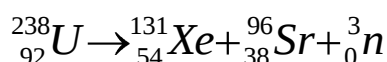
Radioaktivlik vaqtida bir yadro holatidan ikkinchi yadro holatiga o'tadi, bu bilan yadro o'z tarkibida bo'lgan va radioaktivlik vaqtida vujudga keluvchi zarralar (M: alfa, proton, beta, va h.k) yengil yadrolar hamda fotonlarni chiqarishi mumkin. Buning natijasida yemirilayotgan yadrolarning tarkibi yoki ichki energiyasi o'zgaradi.[10]

Radioaktivlik tabiiy sharoitda ro'y berib qolmay, sun'iy yo'l bilan ham hosil qilish mumkin. Ammo ikkala radioaktivlik orasida farq yo'q. Radioaktivlik qonunlari radioaktiv izotopning qanday olinishiga bog'liq emas.

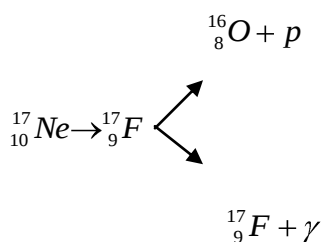
Radioaktivlik yadroning ichki xususiyati bo'lib, har bir yadro o'ziga xos yemirilish turi, intensivligiga ega. Radioaktivlik xususiyati tashqi ta'sirlar (temperatura, bosim, elektr yoki magnit maydon)ga bog'liq emas. Ko'pgina radioaktiv yadrolar nishon yadroni turli tezlashtirilgan zarralar bilan bombardimon qilishlik bilan hosil qilinadi. [10]

Dastlabki radioaktiv nurlanishlar tahlili tabiiy radioaktivlik vaqtida alfa, beta zarralar va qisqa to'lqinli gamma fotonlar ekanligini ko'rsatdi.

1939 yilda G.N.Flerov, K.A.Petrjaklar og'ir yadrolarning ($A=240$) o'z-o'zidan ikkita o'rtacha yadroga bo'linishligini kashf yetdi.



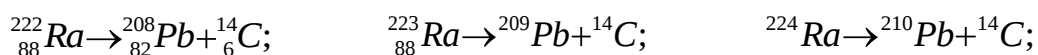
Qaysiki, yadrolarda protonlar soni oshib ketishsa bir proton, ikki proton yemirilishi mumkin. G.F.Flerov 1963 yili proton yemirilishini kuzatgan.



$$T_{1/2} = 0,1 \text{ s}$$

Albatta, proton yemirilish ehtimoliyati raqobatlashuvchi alfa va beta-yemirilishlarga nisbatan juda kichik bo'ladi.

1984 yili Oksford universiteti xodimlari radiy yadrolarining alfa zarralarga nisbatan yirik ${}^{14}\text{S}$ yadrosini nurlanishini qayd qilishdi



1985 yili Dubna va Amerika fiziklari Ne-yemirilishni kashf yetdilar.

Radioaktiv yemirilish saqlanish qonunlarining bajarilishligi bilan ro'y beradi.

Radioaktiv yemirilish statistik xususiyatga ega bo'lgan jarayondir. Yemirilayotgan yadrolardan qaysi birini qachon yemirilishini aytolmaymiz. Lekin vaqt birligi ichida nechitasi yemirilishligini aniqlash mumkin. Shuning uchun radioaktivlikni yemirilish ehtimoliyatiga ko'ra o'rganish mumkin.

Radioaktiv yadrolar qarimaydi, yoshga ega emas, yemirilish intensivligi vaqt birligida yemirilgan yadrolar soniga bog'liq.

Vaqt birligida yemirilayotgan (dN) radioaktiv yadrolarning soni shu radioaktiv yadrolarning umumiy soni N ga proporsional. Masalan, dt vaqt oralig'ida dN ga kamayayotgan bo'lsa,

$$-dN = \lambda N dt \quad (1.1)$$

bo'ladi. Bu yerda λ – radioaktiv yemirilish doimiysi, o'lchami $[s^{-1}]$. Vaqt birligida yemirilishlar soni, nisbiy kamayish tezligini ifodalaydi. – manfiy ishora vaqt o'tishi bilan radioaktiv yadrolar sonining kamayishini ko'rsatadi. [10,11]

(1.1) tenglamani yechish uchun quyidagicha yozamiz:

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt \quad \text{integrallasak}$$

$$\int \frac{dN}{N} = -\lambda \int dt; \quad \ln N = -\lambda t + \ln C$$

$$t=t_0 \quad \text{bo'lganda} \quad N=N_0; \quad \ln N = \ln C = \ln N_0 \quad N=N_0=C$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda \cdot t; \quad N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (1.2)$$

(1.2) formula radioaktiv yemirilish qonuni deyiladi.

Bu qonunga ko'ra radioaktiv yadro vaqt o'tishi bilan eksponensial ravishda kamayib boradi. Formula istalgan vaqt momentida yemirilish ehtimoliyatini aniqlashi mumkin. Lekin (1.2) formula radioaktiv yadrolarning yemirilish intensivliklarini bevosita taqqoslab bo'lmaydi, aniq fizik ma'noga yega yemas. Shu maqsadda yarim yemirilish tushunchasi kiritiladi. Yarim yemirilish davri shunday vaqt, bu davr ichida dastlabki radioaktiv yadro ikki marta kamayadi.

U holda (4.2) ifodani yoza olamiz:

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}}; \quad \frac{1}{2} = e^{-\lambda T_{1/2}}; \quad \ln 2 = \lambda T_{1/2} \quad T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda} \quad (1.3)$$

(1.3) ifoda yarim yemirilish davri bilan yemirilish doimiysi orasidagi bog'lanishni ifodalaydi.

Radioaktivlik yana o'rtacha yashash vaqti deb ataluvchi τ - kattalik bilan ham harakterlanadi. Biror t vaqt momentida yemirilmay qolgan yadrolarning yashash vaqti t dan katta bo'ladi. Shu vaqt momentiga qadar yemirilgan yadrolar yesa t dan kichik yoki unga teng yashash vaqtiga ega. Bunday yadrolar soni

$$dN(t) = \lambda N(t)dt = \lambda N_0 e^{-\lambda t} dt$$

O'rtacha yashash vaqti

$$\begin{aligned} \tau = t &= \frac{\int_0^{\infty} t dN(t)}{\int_0^{\infty} t dN(t)} = \frac{\int_0^{\infty} \lambda N_0 t e^{-\lambda t} dt}{\int_0^{\infty} \lambda N_0 e^{-\lambda t} dt} = \frac{\lambda N_0 \int_0^{\infty} t e^{-\lambda t} dt}{\lambda N_0 \int_0^{\infty} e^{-\lambda t} dt} = \frac{-\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t} t + \frac{1}{\lambda} \int e^{-\lambda t} dt}{-\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t} t} = \\ &= \frac{\frac{1}{\lambda} \int e^{-\lambda t} dt}{\frac{1}{\lambda}} = -\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t} = \frac{1}{\lambda}; \tau = 1/\lambda \end{aligned}$$

τ -ning qiymatini (1.2) ifodaga qo'ysak

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-1} = N_0/e$$

Demak, o'rtacha yashash vaqti radioaktiv yadrolarning e-marta kamayish vaqti ekan. [5]

Shunday qilib, radioaktivlikni yemirilish doimiysi, yarim yemirilish davri va o'rtacha yashash vaqti bilan harakterlanishi mumkin ekan. Bu kattaliklar o'zaro quyidagicha munosabatda:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda} = 0,693\tau$$

Bir kimyoviy element izotopining o'z-o'zidan elementar zarralar yoki yengil yadrolar chiqarib, boshqa elementning izotopiga aylanishi *radioaktivlik hodisasi* deyiladi.

Radioaktivlik faqat tabiiy sharoitda namoyon bo'lib qolmay uni suniy yo'l bilan ham hosil qilish mumkin. Ammo ikkala Radioaktivlik orasida prinsipial farq yo'q. Radioaktivlik qonunlari radioaktiv izotopning qanday olinishiga bog'liq emas.

1896-yili Bekkerel uranning radioaktivlik xossasini kashf qildi. Izlanishlar natijasida 1912-yilgacha taxminan 30 tacha radioaktiv element topildi va ularning xossalari o'rganildi. O'sha vaqtda elementlar davriy sistimada faqat 12ta o'rin bo'sh edi, shuning uchun yangi topilgan 30 ta elementlarni bu o'rinlarga joylashtirish masalasini hal qilish kerak bo'lib qoldi.

Radioaktivlikning asosiy xususiyatlaridan biri bir elementning mustaqil ravishda boshqa elementga aylanishidir. Mustaqil radioaktiv parchalanishda hosil bo'lgan yangi atom kimyoviy xossalari jihatdan dastlabki atomdan farq qiladi.

Tabiatda α va β zarralar chiqaradigan izotoplar topildi. Bunday radioaktiv parchalanishlar α va β -parchalanish deb nomlanadi. Shuningdek og'ir yadrolar $A=120$ bo'linishi ham tabiiy radioaktivlikdir.

Atom nomiri va massasidan tashqari, har bir radioaktiv modda o'zining parchalanish tezligi bilan xarakterlanadi. Muayyan radioaktiv moddadagi barcha

atomlar aynan bir vaqtda parchalanmaydi. Ularning farqi yemirilayotgan izotoplarning tabiiy sharoitlarda uchrashi va uchramasligida xolos. Radioaktivlik hodisasi tufayli radioaktiv yadrolar borgan sari yemirilib kamayib boradi. Radioaktivlik yemirilish qonuni quyidagicha sodir bo'ladi.

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Bu ifodada N_0 - boshlang'ich vaqtdagi radioaktiv moddada yadrolar soni, N - biror vaqt o'tgandan keyin yemirilmay qolgan yadrolar soni. λ - yemirilish doimiysi, ko'pincha λ o'rniga yarim yemilish davri (τ) deb ataluvchi kattalikdan foydalaniladi. λ va τ lar orasida quyidagicha bog'liqlik mavjud:

$$\lambda \cdot \tau = \ln 2 = 0.693$$

Radioaktiv izotopning yarim yemirilish davri τ - shunday vaqt oralig'iki, bu vaqt ichida radioaktiv yadroning yarmi yemiriladi:

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0.693}{\lambda}$$

Bu yerda $T_{1/2}$ - ning qiymati turli radioaktiv yadrolar uchun turlicha, masalan sekundning ulushidan mln yillargacha bo'lishi mumkin. [3,9]

Radioaktiv yadroning o'rtacha yashash vaqti ekanki, bu vaqtda radioaktiv yadro e- marta kamayishi uchun ketgan vaqtga *o'rtacha yashash vaqti* deyiladi.

$$\tau = \frac{1}{\lambda}$$

Aktivlik vaqt birligi ichida yemirilishlar soni : U quyidagicha ifodalanadi.

$$A = \frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

Aktivlikning SI sistemasidagi o'lchov birligi Bekkerel (Bk) bir sekund davomida bir yemirilish beradigan radioaktiv moddaning aktivligi 1 Bk bo'ladi.

1 Bk = 1 yemr/sek.

1 kyuri = $3.7 \cdot 10^{10}$ Bk.

1.2 Tuproq tarkibidagi radionuklidlar.

Yerdagi radionuklidlarni tabiiy radionuklidlar (TRN), kosmosdan tushuvchi kosmogen radionuklidlar (KRN) va texnogen radionuklidlar tashkil etadi.

Kosmogen radionuklidlar atmosferaning yuqori qatlamida hosil bo'lib, atmosfera havosidagi atom yadrolari (azot, kislorod va boshqalar) ning kosmik nurlar ta'siridagi radio reaksiyalaridan hosil bo'ladi, texnogen radionuklidlar esa yadro bo'linish mahsulotlaridir. Ular yadro qurollarining portlatilishi hamda atom elektr stansiyalarining radioaktiv chiqindilaridan hosil bo'ladi. Ularning yerga maksimal tushishi 1963-65-yillarga to'g'ri keladi. [5]

Tuproqdagi radioaktivlikni uzoq yashovchi radionuklidlar tashkil etadi. Atmosferadan tushuvchi radionuklidlar aerozollar bilan birikib yog'inlar orqali tushadi va tuproqqa singib boradi. Tushuvchi radionuklidlar vertikal va gorizontal yo'nalishda tuproqda bir xilda tarqaladi (joyning geografik kengligiga mos ravishda). Bu mexanizmning tabiatda turli xil ko'rinishlari mavjud, harakatlanuvchi va yog'inlar ta'sirida hamda temperatura farqi tufayli bo'ladigan kapillyarlik tufayli.

1.3 Tabiiy radionuklidlar va ularning xarakteristikalar.

Tabiatda tabiiy radioaktiv izotoplar keng tarqalgan, shu jumladan tuproqda ham. Tabiiy izotoplarning 1/3 qismi radioaktiv hisoblanadi. Barcha mavjud radioaktiv elementlar orasida Uran va Toriy alohida e'tiborga sazovor. Yer qatlamida Uranning o'rtacha miqdori $2,6 \cdot 10^{-4}\%$ ni tashkil etadi, Toriyning o'rtacha miqdori $1,2 \cdot 10^{-3}\%$ ga teng.

Yer tarkibidagi iod, qalay, qo'rg'oshin, kobalt elementlarining miqdori hamqariyb shuncha. Simob, vismut, kumush esa hattoki undan ham kamroq. Demak Uran va Toriy kam uchraydigan elementlar deb hisoblanmaydi.[4,5]

Uran va Toriy elementlarining radioaktiv yemirilishi boshqa tabiiy radioaktiv elementlar yemirilishidan ajoyib xususiyati bilan farqlanib turadi. Bu farq shundan iboratki, Uran va Toriylarning yemirilish mahsulotlari turg'un izotoplar emas, ular o'z novbatida yana radioaktiv yemirilishga uchraydi. So'ng esa ularning yemirilish mahsulotlari yemiriladi va hokazo.

Uran va Toriylarning oxirgi radioaktiv aylanish mahsuloti bo'lib qo'rg'oshinning turg'un izotoplari xizmat qiladi. Uranning radioaktiv aylanishlari mobaynida vujudga keluvchi radioaktiv izotoplarning barchasi Uranning radioaktiv oilasini tashkil etadi. Toriy va uning radioaktiv aylanishlari mahsulotlari esa Toriyning radioaktiv oilasi deb ataladi.

Uran va Toriylarning yarim yemirilish davrlari juda katta bo'lib, milliard yillarni tashkil etadi. Ular oilalaridagi boshqa a'zolarining yarim yemirilish davrlari ancha kichik bo'lib, 0,3 mks dan $2,5 \cdot 10^5$ yillargachadir.

Uran, Toriy va ularning radioaktiv oilalari a'zolari hamda Kaliyning ^{40}K radioaktiv izotopi geologik jarayonlarda muhim rol o'ynaydi. Ma'lumki yer sharining ichki qatlamlari ancha qizdirilgan. Yer sirtidan uning markaziga qarab chuqurlashib borilsa, har bir kilometrda yerning harorati o'rtacha 30° ga oshib boradi, 10 km chuqurlika Yerning temperaturasi 300°C gacha ko'tariladi, yer tomonidan koinotga beriladigan nurlantiruvchi issiqlik oqimi bir yilda $1,2 \cdot 10^{21}$ Joulni tashkil etadi. Yerning ichki issiqligi manbasi uzoq vaqt noma'lum bo'lib turgan edi. Faqatgina radioaktiv kashf qilingandan so'ng yerning ichki issiqligi asosiy manbasi yoki asosiy manbalaridan biri bo'lib Uran, Toriy, ular oilalari a'zolari, Kaliy hamda boshqa radioaktiv izotoplarning yemirilishi xizmat qilishi ayon bo'ldi. Tog'larning hosil bo'lishi hamda materiklarning harakat jarayonlari, vulqonlar va zilzilalar yerning ichki qatlam mavjudligi bilan bog'liq. Demak

tabiatning ulkan va xavfli hodisalari tub ma'noda yerning tabiiy radioaktivligi bilan bog'liq ekan. Yarim yemirilish davri milliard yillarni tashkil etuvchi (Uran, Toriy, Kaliy) izotoplaridan tashqari yerda qisqa vaqt yashovchi radioaktiv izotoplar ham mavjud. Ular orasida birinchi galda, Vodorod, Berilliy va Uglerod izotoplarini ta'kidlab o'tish lozim. Yer 5-7 milliard yildan beri mavjuddir. Dastlabki vaqtlarda yuqorida eslatib o'tilgan izotoplarning miqdori juda katta bo'lgan taqdirda ham ushbu izotoplar yemirilish natijasida allaqachon yo'q bo'lib ketishi kerak edi. Biroq atmosferaning yuqori qatlamlarida kosmik nurlar ta'sirida xuddi shunday yadrolar hosil bo'lganligi sababli yemirilish natijasida izotoplarning kamayishi kompensatsiyalanadi. Shuning uchun ham bu izotoplar yerda sezilarli miqdorda uchraydi. Umuman yerda taxminan Uglerod izotopi 80 tonna, Tritiy 12 kg, Berilliy izotopi 35 *gramm* miqdorda mavjud.

Tabiiy radioaktiv izotoplar keng tarqalgan bo'lib, ularni suvda, havoda, tuproq qatlamlarida, hayvonlar va o'simliklar hujayralarida, oziq-ovqat maxsulotlarida, hattoki odam organizmining tarkibida ham uchratish mumkin.

1.4 Aktivlik

Radioaktiv namunaning vaqt birligida yemirilishlar soni *aktivlik* deb ataladi.

(1.1) formuladan $dN = \lambda N dt$

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N; \quad (1.4)$$

Aktivlik birligi qilib SI sistemasida Bekkerel (Bk) qabul qilingan: 1Bk=1 yemir/s. Hosilaviy birliklari kyuri (Kyu), Rezerford (Rd); 1 Kyu=3,7*10¹⁰Bk, 1 Rd =10⁶Bk. [4,5]

Tajribada radioaktiv manba yarim yemirilish davrining katta yoki kichikligiga ko'ra turlicha uslublar qo'llaniladi. Masalan, aktivlikning pasayishi (T_{1/2}-soat, kun, oylarda bo'lsa), qisqa yashovchi bo'lsa, hosil bo'lgan ion toklariga ko'ra, radiometr, mos tushish usullari va h.k. [11,14]

Radioaktivlik hodisasining yeng ajablanarli tomoni yadro ta'sirlashuv vaqtiga nisbatan juda katta kechikishidir. Haqiqatdan ham yemirilishlar barcha turlari yadroda kechadi. Ma'lumki, yadro kuchlari uchun ta'sirlashuv vaqti $\sim 10^{-21}$ s, lekin radioaktiv yemirilish davri esa 10^{10} yillar (M: ^{238}U uchun $T_{1/2}=10^{10}$ y, bu 10^{17} s) bo'ladi. Ya'ni ^{238}U yadrosidan chiquvchi α - zarra yadroda 10^{38} marotaba aylanadi navbatdagi $10^{38}+1$ aylanishda yadrodan chiqishi mumkin ekan. [5,7]

Radioaktiv yemirilishlarda nurlanishlarning kechikishi quyidagicha:

1) Zaryadli zarralar yadrodan chiqishda Kulon to'sig'iga uchraydi (Kulon to'sig'i og'ir yadrolarda ~ 30 MeV, yemirilish energiyasi ~ 4 MeV. Klassik fizika qonunlari bo'yicha yadrodan zarra chiqishi mumkin emas, kvant mexanikasi bo'yicha zarra to'siqdan sizib o'tishi mumkin).

2) Radioaktivlik kuchsiz ta'sirlashuvga ko'ra ro'y berishligi. (Yadroda beta-yemirilish kuchsiz ta'sirlashuvga ko'ra amalga oshadi, shunga ko'ra yadro ta'sirlashuvdan kuchsiz ta'sirlashuv necha marta kichik bo'lsa, yemirilish vaqti shuncha marotaba kechikadi).

3) Yemirilish energiyasining kichik bo'lishligi radioaktivlik vaqtini kechiktiradi. (Masalan, yuzta nuklonli $A=100$ yadro uyg'onish energiyasi 10 MeV bo'lsin. Har bir nuklonga 0,1 MeV to'g'ri keladi, bu energiya solishtirma bog'lanish energiyasidan kichik, lekin hamma uyg'onish energiyani birorta nuklonga berishi, bu bilan nuklon chiqib ketishi ehtimoliyati bor).

4) Radioaktiv yadro va mahsul yadrolar kvant xususiyatlarining (spin, juftlik, orbital moment) keskin farq qilishligi. Masalan, dastlabki yadro $h_{11/2}$ holatda, mahsul yadro $S_{1/2}$ holatda bo'lsin, bunda dastlabki yadro uchun $I=11/2$, $1=5$, $R=-1$, mahsul yadro uchun $I=1/2$, $1=0$, $R=+1$, $\Delta I=5$, $\Delta 1=5$ juftlik o'zgaradi. Demak, spin, orbital moment, juftlik saqlanmasligi yemirilishni ta'qiqlaydi. [4,5,7]

1.5 Tuproq eroziyasi

IRSS (iqlim o'zgarishi bo'yicha davlatlararo dastur) ishchi guruhining xabariga ko'ra, bizning sayyoramiz atrof-muhitida sezilarli darajada o'zgarish kutilmoqda. Bu komissiyaning xulosasiga binoan kuzatilayotgan o'zgarishlar nafaqat tabiiy xodisalar, balki tabiatdagi jarayonlarga antropogen ta'sirlar mavjudligi aniq ko'rinib turibdi. Hatto umumbashariy issiklikning ko'tarilishi va iqlimning o'zgarish muammosiga katta e'tibor qaratilishiga qaramasdan tuproq eroziyasi va Yer resurslarining ko'chishi butun jahon ekologik tizimining turg'un rivojlanishi va hosildorligi uchun muhim muammolardan biri bo'lib qolmoqda.

Eroziya muammosi aholining tez o'sishi va qishloq xo'jaligida ishlab chiqarishning tez sur'atlar bilan o'sishi oqibatida yuzaga keladi. Hozirgi paytda tuproq hosildorligining yuqotilishi o'rmon daraxtlarini kesish, yangi yer resurslaridan va mineral o'g'itlardan foydalanish hisobiga to'ldirilmoqda. Ammo atrof-muhitda yuz berayotgan hodisalar oqibatida kelajakda bunday qo'llanilayotgan usullar effektivligi pasayib boradi.

Quyida Yer shari bo'yicha tuproq umumbashariyat eroziyasining bir necha oqibatlari sanab o'tiladi:

- Braun xabariga ko'ra, jahonda har yili haydaladigan yerlarda $23 \cdot 10^9$ tonna tuproq, yangidan hosil bo'lmasligi tufayli yo'qolmoqda. Bu esa tuproqning Yer shari bo'yicha zahiralari 7% ning har o'n yilda ishdan chiqishiga ekvivalentdir;
- ISRICning ko'rsatishicha Yer shari yuzasi tuproq'ining 8% dan ortig'i tuproq eroziyasi tufayli yemirilgan;
- Burinning baholashicha hozirgi paytda jahonning $3 \cdot 10^6$ gektar qishloq xo'jaligi uchun foydalaniladigan yerlari tuproq eroziyasi tufayli foydalanishga yaroqsiz bo'lib qolmoqda;

- Mualliflarning xabar berishicha, yangi qishloq xo'jaligi maxsulotlari ishlab chiqarish uchun ochilayotgan o'rmon maydonlarini yarmidan ko'pi ham tuproqning ko'chishiga sababchidir. [5,8]

Tuproq eroziyasining bevosita muammolaridan tashqari bilvosita effektlari ham mavjud bo'lib, bu daryolar orqali sedimentlarning quyqalarning ko'chishidir. Hozirgi paytda suv omborlari har yili sedimentlarning so'nishi tufayli 50 km^3 sig'imini yo'qotadi. Bu bir yilda umumiy sig'imning 1% ni tashkil qiladi.

Yangi suv omborlarni qurish esa ko'p mablag' talab qiladi, va bundan tashqari yo'qotilgan suv omborlari o'rniga yangi maydon topish ham muammodir.

Ko'pgina eroziyani tekshirishlar an'anaviy ravishda shamol va irrigasion eroziyaga bag'ishlangan bo'lib, bular tuproqning qayta taqsimlanishida bosh omil hisoblanadi. Ammo keyingi chop etilayotgan ilmiy maqolalar ko'rsatadiki, yerni haydash – qishloq xo'jaligi maydonlaridagi tuproqning ko'chishiga bosh sababchidir. Tuproq eroziyasini baholash uchun quyidagi klassik usullar mavjud:

- Tuproq eroziyasining uzoq vaqtli dala monitoringi;
- Dala ekspedisiyalari;
- Tuproq eroziyasi modellari.

Bu usullar og'ir mexnatli, juda ko'p vaqtni oladi va bundan tashqari katta xarajat talab qilinadigan usullardir. Bundan tashqari, tuproqni yuqotish universal tenglamasi tipidagi emperik va matematik modellar ham mavjud, ya'ni (USLE, Vishmeyer va Smit, 1965), Tuproq yo'qotilishining qayta ishlangan universal tenglamasi (RUSLE, Renard va boshqalar, 1997), Janubiy Afrika uchun Tuproq yuqotilishini baholash modeli (SLEMSA, Elvell, 1990) va ko'pgina boshqalar.

Ko'pgina klassik usullar bir qancha noqulaylikka ega: ular o'rganilayotgan maydonda tuproqning fazoviy qayta taqsimlanishi haqida axborot bermaydi. Matematik modellar ham xuddi shunday cheklanishlarga ega. Ular eroziya bo'yicha boshqa yo'ldosh ma'lumotlar yetarli bo'lmagan joylar haqida ko'p yillik

tajribalar o'tkazilmagan bo'lsa ham o'sha joylardagi eroziyaning to'liq manzarasini ochib bera olmaydi.

Tamg'ali (belgilangan) elementlar usuli zaruriy ma'lumotlar olish uchun katta imkoniyatga ega. Bir necha radionuklidlar (birinchi navbatda gamma-nurlanish beruvchilar) belgi (tamg'a) sifatida qo'llanildi (^{59}Fe , ^{46}Sc , ^{110}Ag , ^{198}Au , ^{134}Cs , ^{51}Cr).

II BOB. Texnogen radioaktiv nuklid ^{137}Cs to'g'risida ma'lumot.

2.1§ Texnogen radioaktiv nuklid ^{137}Cs ning atrof - muhitda tarqalishi va hosil bo'lish manbalari.

Seziyning kam miqdori amalda atrof - muhitning hamma obektlarida, jumladan hayvonlarning oзуqalarida va o'simliklarda, hamda odamlar a'zolari va to'qimalarida uchraydi. [1]

Tabiiy ^{137}Cs ning solishtirma aktivlik muvozanati o'simlik va minerallarda juda kam bo'lib 3,7 dan 370mkBk/kg, yer bag'rida esa $6 \cdot 10^{16}\text{Bk}$ ga, tuproqning bir metr yuqori qatlamida esa $8 \cdot 10^{11}\text{Bk}$ ga to'g'ri keladi.

^{137}Cs ning atrof-muhitga tushishidagi asosiy manba bo'lib YaBM (yadro bo'linish mahsulatlari)ning atrof - muhitga atmosferada yadroviy portlashlar hisobiga umumbashar va hududiy tushushidir.[1]

XX asrda yadroviy qurolga ega bo'lgan mamlakatlar tomonidan 2060 marotaba atom va termoyadroviy sinov portlashlari hosil qilingan. Ulardan 457tasi atmosferaning shimoliy yarimsharida va 44tasi janubiy yarimsharida bo'lgan.[2]

Bu sinovlardan tashqari muhit yadro bo'linish mahsulotlari bilan ifloslangan bo'lib, ularning umumiy aktivligi $\sim 1,81 \cdot 10^{21}\text{Bk}$, [4].

Yadro bo'linish mahsulotlarining yerning turli hududlaridagi fazoviy taqsimlanishi uning quvvatiga, portlashning geografik sharoitiga, iqlim sharoitiga va boshqa omillarga bog'liq. Odatda, atmosferadagi portlashda sezilarli qism, yer ustidagi portlashda 50% gacha radioaktiv yog'inlar sinov hududi yaqiniga tushadi va bu hududda yadro bo'linish mahsulotlari bilan zararlanish darajasining sezilarli tebranishini tushuntirib beradi. Bu esa fanda uning kenglik bo'yicha zonalarga bo'lishni aniq ifodalaydi.[6]

Atrof- muhitga yadro bo'linish mahsulotlarining kelib tushishining yana bir manbai AES (atom elektr stansiyalari) va yadroviy kompleks korxonalaridir. 1994-yili jahonning 32 mamlakatida 432ta AES ishga tushirilgan bo'lib, ularning umumiy aktivligi 340GVt. Ularning ishlash jarayonida YaBM lari va transuran elementlarining juda ko'p miqdori to'planib qolgan. Ularning aktivligi atmosferada

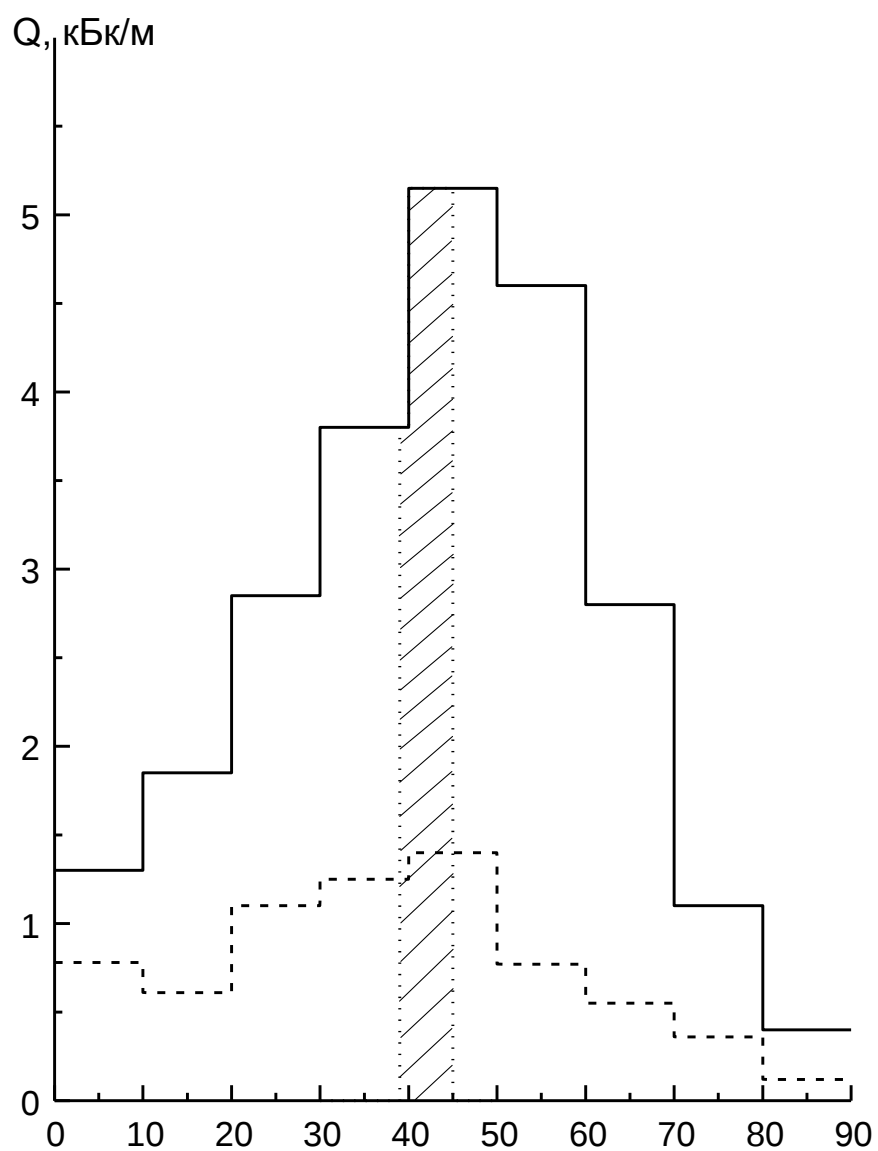
yadroviy sinovlar natijasida hosil bo'lgan YaBM aktivligidan 1000 marotba ko'p.[6]

Normal sharoitda AESlaridan chiqarilayotgan tashlandiqlar va radionuklidlarning atrof-muhitga tushishi o'rnatilgan normadan kam va asosan eng yaqin hududlarga ta'sir qiladi. (7-rasm)

Ammo, afsuski kutilmagan vaziyatlar bo'lib turadi. 1957- yilda Janubiy Uralda, 1986-yili Chernobelda AESning falofatli avariylari sodir bo'ldi va natijada bu obyektlarda tutash hududlarning ko'p qismi aholi yashashi va xo'jalik yuritishi uchun taqiqlangan zonaga aylandi, uzoqroq hududlarda esa bu ichki nurlanishning tashqi nurlanishga nisbatan hissasining oshib ketishiga olib keldi.[3]

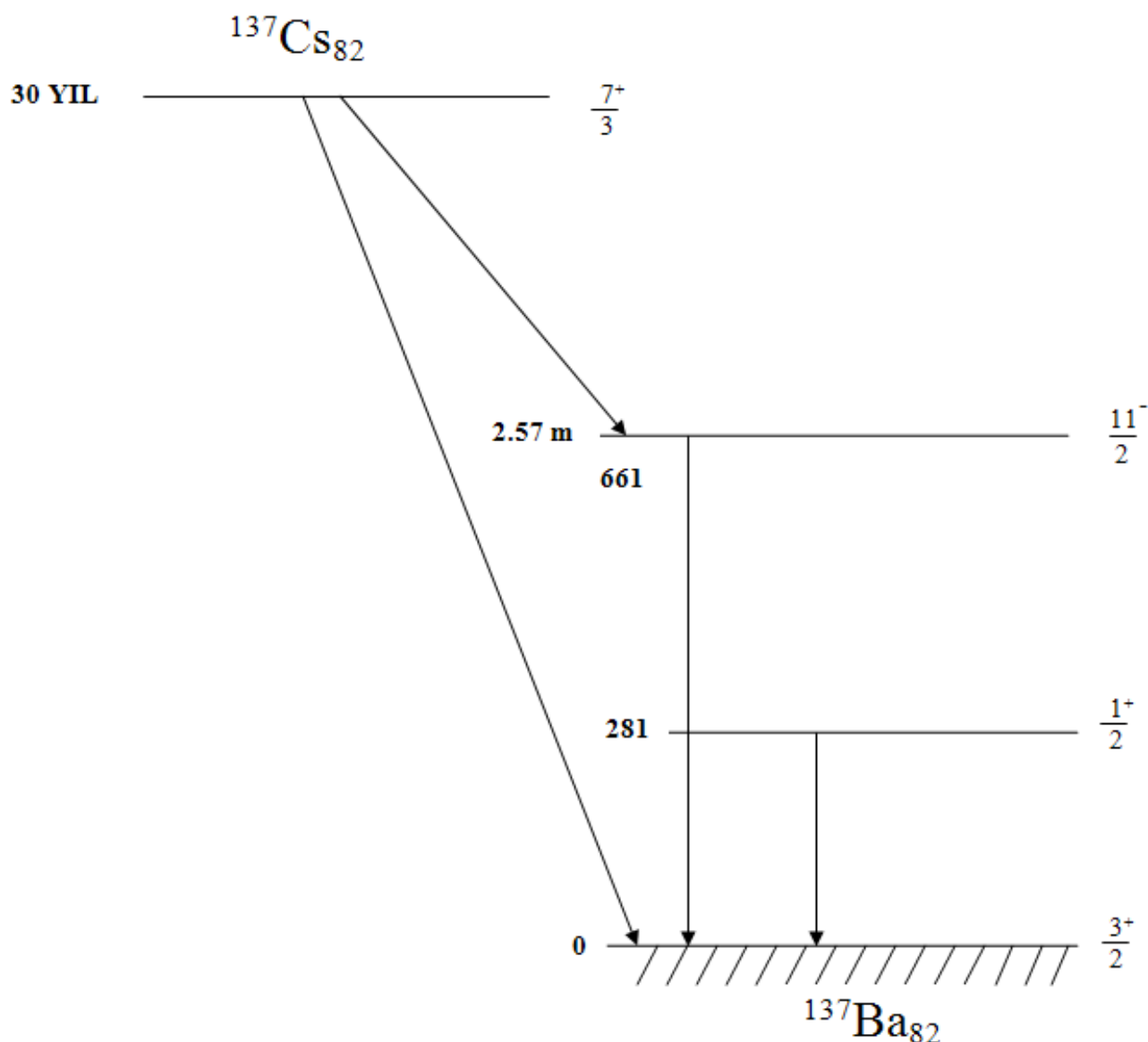
Yadroviy sinovlarning o'tkazish dinamikasi – n , ularning quvvati - w_n , yillik tushishi - q , yig'indi to'planishi – Q (oldin tushgan TN lar hisobga olinganda) ^{137}Cs ning yer yuzasiga global tushishi bilan birgalikda 1.3-rasmda keltirilgan. [3]

TRN (texnogen radioaktiv nuklid)larning global tushishining taqsimotida atmosfera yog'inlari 2xil vazifani bajaradi. Bir tomonda yog'inlar miqdori radioaktiv zararlaninish zichligiga bog'langan, boshqa tomondan esa tushuvchi TRN larning gorizontal ko'chishiga va vertikal siljishiga ta'sir qiladi.Bundan tashqari, yog'inlar atmosferani tozalaydi va natijada “quruq tushishlar” miqdoriga ta'sir qiladi.[20].



7-rasm. Yerning shimoliy (-) va janubiy (---) yarimsharlarida ^{137}Cs global tushishining o'rtacha zichligining kengliklar bo'yicha taqsimoti.

2.2§ Texnogen radioaktiv nuklid ^{137}Cs ning yemirilish sxemasi.



9-rasm. Texnogen radionuklid Cs-137 ning yemirilish sxemasi.[20].

2.3§ Radioaktiv nuklid ^{137}Cs to'g'risida asosiy ma'lumotlar

Seziy ishqoriy metallidir, uning nisbiy atom massasi 132,91mab, atom nomeri $z=55$, erish temperaturasi $28,5^\circ\text{C}$, qaynash temperaturasi 60°C , 20°C haroratdagi zichligi $1,873\text{ gr/sm}^3$ ni tashkil etadi.U kislorod, suv, kislotalar va boshqa moddalar bilan kuchli ta'sirlashib, eruvchan tuzlar hosil qiladi. Yer bag'rida uning miqdori $\sim 7 \cdot 10^{-4}\%$ ni tashkil qiladi.[2]

Seziyda 35 ta izotop $A=114-148$ nomerli seziy radionuklidlari U va Th larning o'z-o'zidan va majburiy bo'linishidan hosil bo'ladi. Radiatsion gigiyenik sohada ^{137}Cs ga qiziqish katta va bo'linish, parchalanish va boshqa bo'linishlarning ketma-ket yemirilishi tufayli hosil bo'lgan mahsulotlari kabi yuzaga keladi. $A=137$ izobari:
 $^{137}\text{Te}(4\text{s}) \rightarrow ^{137}\text{I}(24,2\text{s}) \rightarrow ^{137}\text{Xe}(3.83\text{min}) \rightarrow ^{137}\text{Cs}(30,17\text{yil}) \rightarrow ^{137}\text{Ba}(2,55\text{min}) \rightarrow ^{137}\text{Ba}(\text{turg'un})$. Seziyning yemirilish sxemasi 3-rasmda keltirilgan.[2]

Yadro bo'linish mahsulotlarida $_{30}\text{Zn}$ dan $_{64}\text{Gd}$ gacha 36 ta neytronni ko'p kimyoviy elementlardan 200 tasi mavjud. Bu TNlarning yarim yemirilish davri nisbatan qisqadir.

Shuning uchun yadro bo'linish mahsulotlari tez tushib ketadi, 7 kundan keyin 10 marta, 49 kundan keyin 100 marta, 343 kundan keyin 1000 marta va 10 yildan keyin esa 10000 marta va yadro bo'linish mahsulotlarining nisbatan uzoq yashovchi TN lari bilan tushuntiriladi.[1-2]

Tirik organizmlarga ^{137}Cs ning radiatsion ta'siri nisbatan yuqori, chunki uning beta-yemirilishi ^{90}Sr ning beta-yemirilishi va uning hosilaviy radionuklidi bo'lmish ^{90}I ga nisbatan unda gamma-nurlanishning $E_\gamma=662\text{ keV}$ energiyali intensiv nurlanish bilan birga kechadi.[6]

III BOB. Tajriba tadqiqot jarayoni va unda foydalanilgan ssintillatsion gamma - spektrometrning tavsifi

3.1§ O'lchash uchun namunalar olish va tayyorlash.

Namuna olish uchun tanlangan maydonning geografik kengligi aniqlanadi. Bundan keyin namuna olinuvchi nuqtaning geografik kengligini aniqlaymiz.

Yerning yuza qatlamidan 1 m^2 yuza ajratib olinadi va undagi o'simlik va tuproqning sirtqi qismi olinadi, qisqa muddatli eroziya uchun ya'ni Berilliy uchun 1 sm ga yaqin qatlam olinadi.[7]

-Ajratib olingan 1 m^2 yuzadan 50 sm^2 yuza ajratib olinadi, bu ajratib olingan yuzadan 1 sm chuqurlikdagi tuproq namunasi 5 sm gacha olinadi. Har bir sm dagi tuproq namunasi alohida - alohida olinadi.[7-14]

-Keyin esa shu joining o'zidan 30 sm^2 yuza ajratib olinadi va $2,5 \text{ sm}$ chuqurlikdagi tuproq namunasi 10 sm gacha chuqurlikning har bir $2,5 \text{ sm}$ qalinlikdagi qatlamlari alohida - alohida olinadi.

Yana xuddi shu joining o'zidan 15 sm^2 yuza ajratib olinadi va 5 sm chuqurlikdagi tuproq namunasi 25 sm gacha alohida - alohida olinadi.[8-14]

-Olingan har bir namunaning geografik kengligi yuzasi va qatlam qalinligi qog'ozga yozilib tuproq bilan ya'ni namuna bilan idishga solib qo'yiladi.[9]

Olingan tuproq namunasi marinelli idishga bir xil qalinlikda solinadi. Namuna va marinelli idishning birgalikdagi massasi $2 - 3 \text{ kg}$ bo'ladi. Namunaning massasi esa $1,1-1,4 \text{ kg}$ atrofida bo'ladi, (tuproq zichligi barcha qatlamlar uchun $\rho=1,3 \text{ kg/l}$, toshloq yerlar uchun $\rho=1,6 \text{ kg/l}$ atrofida bo'ladi).[6-14]

3.2§ Tuproq tarkibidagi radionuklidlar

Yerdagi radionuklidlarni tabiiy radionuklidlar (TRN), kosmosdan tushuvchi kosmogen radionuklidlar (KRN) va texnogen radionuklidlar tashkil etadi.

Kosmogen radionuklidlar atmosferaning yuqori qatlamida hosil bo'lib, atmosfera havosidagi atom yadrolari (azot, kislorod va boshqalar) ning kosmik nurlar ta'siridagi radio reaksiyalaridan hosil bo'ladi, texnogen radionuklidlar esa yadro bo'linish mahsulotlaridir. Ular yadro qurollarining portlatilishi hamda atom

elektr stansiyalarining radioaktiv chiqindilaridan hosil bo'ladi. Ularning yerga maksimal tushishi 1963-65-yillarga to'g'ri keladi.

Tuproqdagi radioaktivlikni uzoq yashovchi radionuklidlar tashkil etadi. Atmosferadan tushuvchi radionuklidlar ayrozollar bilan birikib yog'inlar orqali tushadi va tuproqqa singib boradi. Tushuvchi radionuklidlar vertikal va gorizontal yo'nalishda tuproqda bir xilda tarqaladi (joyning geografik kengligiga mos ravishda). Bu mexanizmning tabiatda turli xil ko'rinishlari mavjud, harakatlanuvchi va yog'inlar ta'sirida hamda temperatura farqi tufayli bo'ladigan kapillyarlik tufayli.

3.3§ Tabiiy radionuklidlar va ularning xarakteristikalari.

Tabiatda tabiiy radioaktiv izotoplar keng tarqalgan, shu jumladan tuproqda ham. Tabiiy izotoplarining 1/3 qismi radioaktiv hisoblanadi. Barcha mavjud radioaktiv elementlar orasida Uran va Toriy alohida e'tiborga sazovor. Yer qatlamida Uranning o'rtacha miqdori $2,6 \cdot 10^{-4}\%$ ni tashkil etadi, Toriyning o'rtacha miqdori $1,2 \cdot 10^{-3}\%$ ga teng.[7]

Yer tarkibidagi yod, qalay, qo'rg'oshin, kobolt elementlarining miqdori ham qariyb shuncha. Simob, vismut, kumush esa hattoki undan ham kamroq. Demak Uran va Toriy kam uchraydigan elementlar deb hisoblanmaydi.[10]

Uran va Toriy elementlarining radioaktiv yemirilishi boshqa tabiiy radioaktiv elementlar yemirilishidan ajoyib xususiyati bilan farqlanib turadi. Bu farq shundan iboratki, Uran va Toriylarning yemirilish mahsulotlari stabil izotoplar emas, ular o'z navbatida yana radioaktiv yemirilishga uchraydi. So'ng esa ularning yemirilish mahsulotlari yemiriladi va hokazo. [7]

Uran va Toriylarning oxirgi radioaktiv aylanish mahsuloti bo'lib qo'rg'oshinning stabil izotoplari xizmat qiladi. Uranning radioaktiv aylanishlari mobaynida vujudga keluvchi radioaktiv izotoplarining barchasi Uranning radioaktiv oilasini tashkil etadi. Toriy va uning radioaktiv aylanishlari mahsulotlari esa Toriyning radioaktiv oilasi deb ataladi.[9]

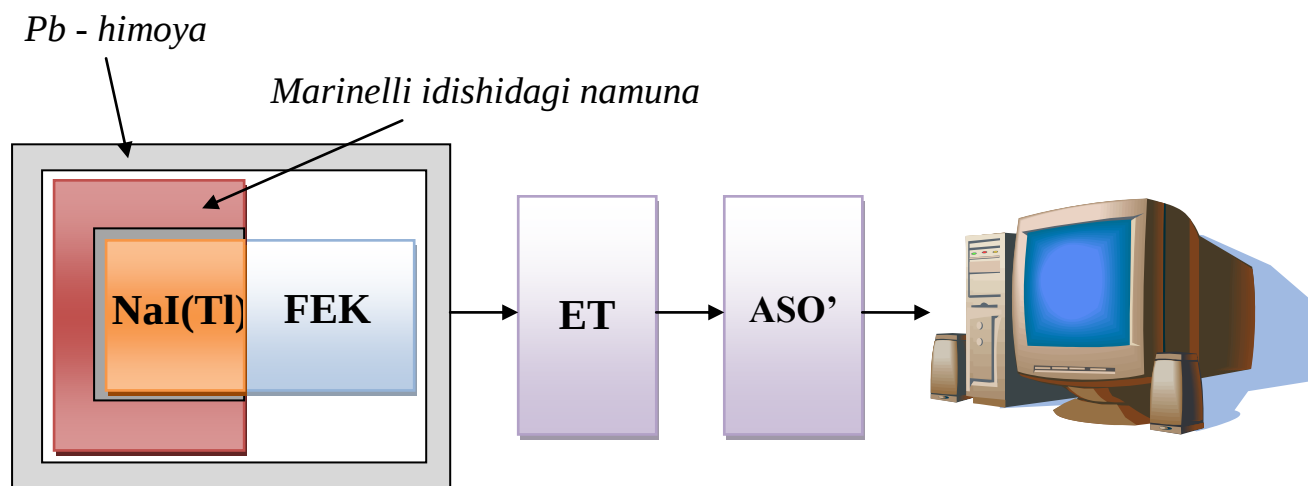
Uran va Toriylarning yarim yemirilish davrlari juda katta bo'lib, milliard yillarni tashkil etadi. Ular oilalaridagi boshqa a'zolarining yarim yemirilish davrlari ancha kichik bo'lib, 0,3 mks dan $2,5 \cdot 10^5$ yillargachadir.[8]

Uran, Toriy va ularning radioaktiv oilalari a'zolari hamda Kaliyning ^{40}K radioaktiv izotopi geologik jarayonlarda muhim rol o'ynaydi. Ma'lumki yer sharining ichki qatlamlari ancha qizdirilgan. Yer sirtidan uning markaziga qarab chuqurlashib borilsa, har bir kilometrida yerning harorati o'rtacha 30^0 ga oshib boradi, 10 km chuqurlikda Yerning temperaturasi 300 C gacha ko'tariladi, yer tomonidan koinotga beriladigan nurlantiruvchi issiqlik oqimi bir yilda $1,2 \cdot 10^{21}$ Joulni tashkil etadi. Yerning ichki issiqligi manbasi uzoq vaqt noma'lum bo'lib turgan edi. Faqatgina radioaktiv kashf qilingandan so'ng yerning ichki issiqligi asosiy manbasi yoki asosiy manbalaridan biri bo'lib Uran, Toriy, ular oilalari a'zolari, Kaliy hamda boshqa radioaktiv izotoplarning yemirilishi xizmat qilishi ayon bo'ldi. Tog'larning hosil bo'lishi hamda materiklarning harakat jarayonlari, vulqonlar va zilzilalar yerning ichki qatlam mavjudligi bilan bog'liq. Demak tabiatning ulkan va xavfli hodisalari tub ma'noda yerning tabiiy radioaktivligi bilan bog'liq ekan. Yarim yemirilish davri milliard yillarni tashkil etuvchi (Uran, Toriy, Kaliy) izotoplaridan tashqari yerda qisqa vaqt yashovchi radioaktiv izotoplar ham mavjud. Ular orasida birinchi galda, Vodorod, Berilliy va Uglerod izotoplarini ta'kidlab o'tish lozim. Yer 5 - 7 milliard yildan beri mavjuddir. Dastlabki vaqtlarda yuqorida eslatib o'tilgan izotoplarning miqdori juda katta bo'lgan taqdirda ham ushbu izotoplar yemirilish natijasida allaqachon yo'q bo'lib ketishi kerak edi. Biroq atmosferaning yuqori qatlamlarida kosmik nurlar ta'sirida xuddi shunday yadrolar hosil bo'lganligi sababli yemirilish natijasida izotoplarning kamayishi kompensatsiyalanadi. Shuning uchun ham bu izotoplar yerda sezilarli miqdorda uchraydi. Umuman yerda taxminan Uglerod izotopi 80 tonna, Tritiy 12 kg, Berilliy izotopi 35 gramm miqdorda mavjud.

Tabiiy radioaktiv izotoplar keng tarqalgan bo'lib, ularni suvda, havoda, tuproq qatlamlarida, hayvonlar va o'simliklar hujayralarida, oziq-ovqat mahsulotlarida, hattoki odam organizmining tarkibida ham uchratish mumkin.

3.4§ Ssintillatsion gamma - spektrometrining tavsifi.

Ushbu malakaviy bitiruv ishini bajarishda foydalanilgan ssintillyasion gamma - spektrometrning blok sxemasi 5 - rasmda keltirilgan. Gamma - spektrometr quyidagi qismlardan iborat:



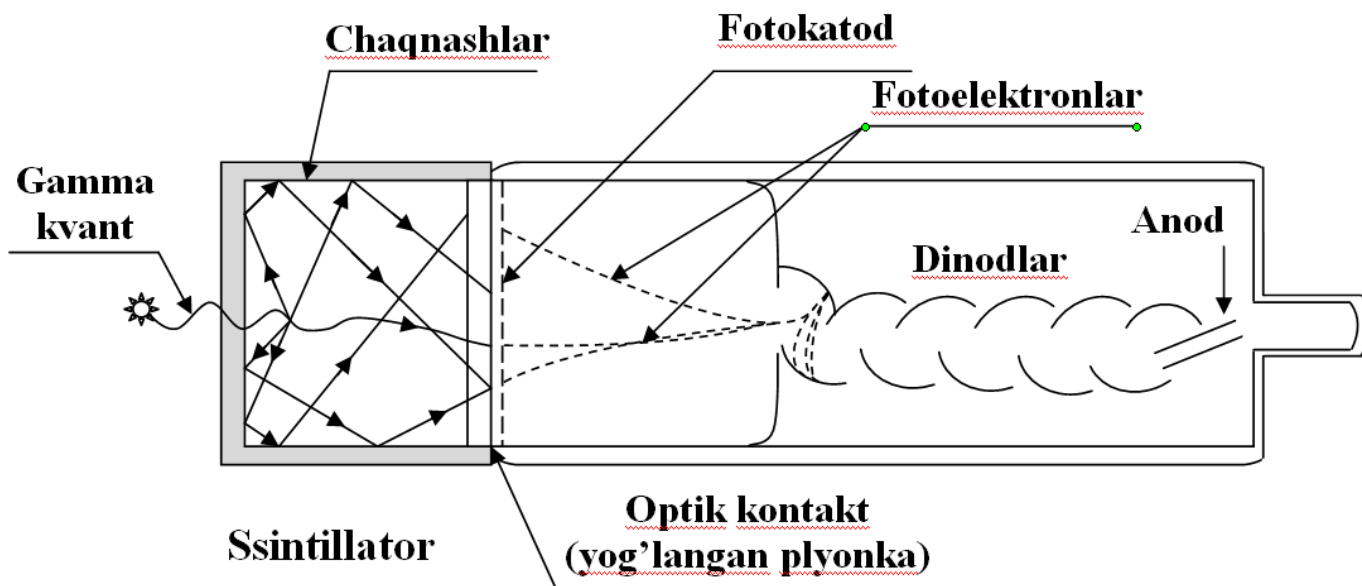
10 – rasm.

1. *NaI(Tl)* – detektor;
2. *FEK* – fotoelektron ko'paytirgich;
3. *ET* – emitterli takrorlagich(Chiziqli ko'paytirgich);
4. *ASO'* – analogli sonli o'zgartirgich(impuls amplitudasini sonlarga aylantirib beruvchi blok).
5. Kompyuter.

Ssintillyasion schyotchik

Zaryadlangan zarralarni va gamma - kvantlarni qayd qilishning asosiy usullaridan biri ssintillyasion usul hisoblanadi. Ssintillyatsion-lashtiruvchi nurlar energiyasini ko'rinadigan va ultrabinafsha nurlar energiyasiga aylanishi. Bu esa lyuminessensiyaning bir turi hisoblanadi. Ko'pchilik gazlar, suyuqliklar, organik va noorganik kristallar ssintillyasiya xossasiga egadir. Lekin ssintillyasion schyotchiklarda asosan ssintillyasion kristallardan foydalaniladi. Ssintillsion schyotchiklarda ssintillyasiya chaqnashlarni qayd qilish fotoelektron ko'paytirgichlar orqali amalga oshiriladi. Ssintillyasion schyotchiklarning sifati yadroviy nurlanishlar energiyasining yorug'lik energiyasiga aylantirishi, hosil

bo'ladigan lyuminessensiya yorug'ligiga nisbatan moddaning tiniqligi, yorug'lanish vaqtining kichikligi, fotoelektron ko'paytirgich sezgirligi bilan belgilanadi.



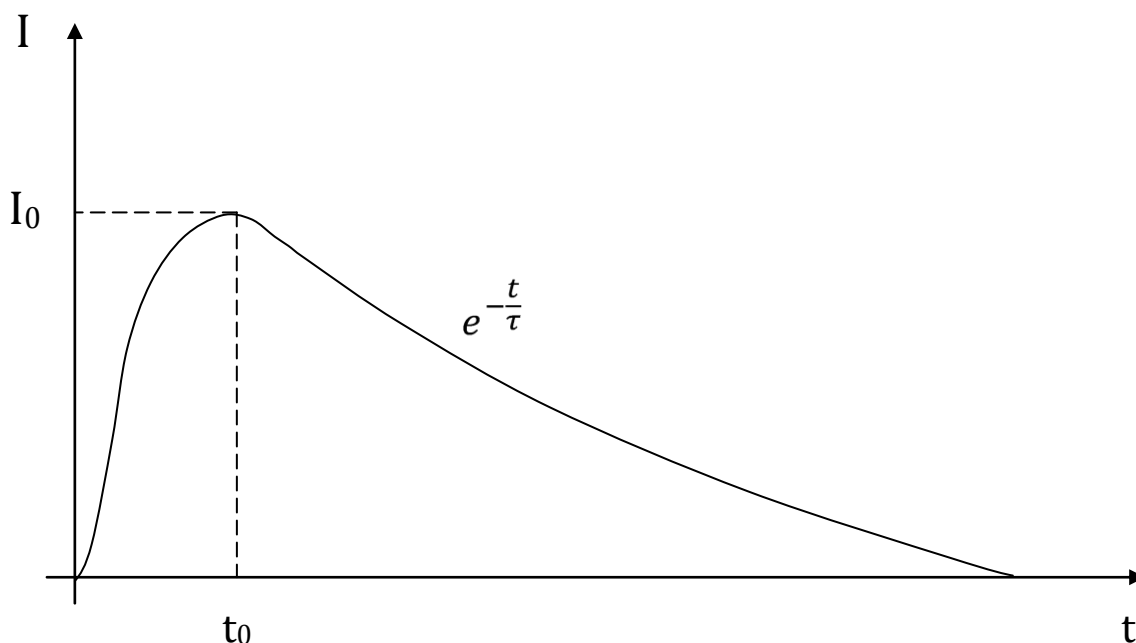
11 – rasm.

Lyuminessensiyalanish xususiyatiga ega bo'lgan muhitdan zarra o'tganda qisqa muddatli kuchsiz yorug'lik nuri paydo bo'ladi. Bu yorug'lik nuri ssintillyasion schyotchikda qayd qilinadi. Bu usulni 1903 yilda Vilyam Kruks taklif qilgan. Gaz to'ldirilgan detektorda asosiy rolni yadro nurlanishi ta'sirida vujudga keladigan elektr zaryadlari o'ynasa, ssintillyasiya schyotchigida nurlanishni qayd qilish o'tgan zarra yo'lidagi atom molekulalarning uyg'onishiga asoslanadi. Uyg'ongan atomlar juda qisqa vaqt $10^{-6} - 10^{-8}$ sek yashaydi va elektromagnitnur chiqarib, asosiy holatiga qaytadi. Fosforda bu nurlanish chastotasi spektrning bir qismi yorug'lik sohasida to'g'ri keladi. Shuning uchun zaryadlangan zarra bu muhitdan o'tganda kuchsiz yorug'lik nuri tarqaladi. Shular asosida ssintillyasiya schyotchiklari yasaladi. Ssintillyasion schyotchikning tuzilishi 5-rasmga keltirilgan.

1934 yilda L.A.Kubetskiy tomonidan yaratilgan fotoelektron ko'paytirgich (FEU) mazkur schyotchiklarda ishlatila boshlagach, schyotchiklarning afzalligi ortib ketdi. Ssintillyasiya schyotchiklarining sifati va qo'llanilish sohasi ko'p jihatdan unda ishlatiladigan fosfor - kristallning muayyan xossasiga, chunonchi,

konversiya xususiyatiga, boshqacha aytganda, yutilgan zarra energiyasini yorug'lik energiyasiga aylantira olish xususiyatiga bog'liq. Fosfor-kristall yutilgan zarra energiyasining bir qismini yorug'lik energiyasiga aylantiradi. NaJ (Tl) kristallining bu qobiliyati kuchliroq; u yutilgan energiyaning o'ndan bir qismini yorug'lik energiyasiga aylantiradi.

Fosforning yorug'lik chiqarish darajasining yutilgan har xil zarralar energiyasiga bog'liqligi katta ahamiyatga ega. Ko'pchilik fosforlar yutilgan energiyaga proporsional ravishda yorug'lik energiyasi chiqaradi. Ammo bunday proporsionallikning og'ir zarralarga dahli yo'q; masalan, alfa - zarra uchun bunday bog'lanish chiziqli bo'lmagan qonunga bo'ysinadi. Fosforning yorug'lik chiqarish intensivligi (I) vaqtga bog'liq (11 - rasm).



12 – rasm. Fosfordagi yorug'lik intensivligining vaqt bo'yicha o'zgarishi.

Fosfor - kristallga zarra tushgan sari uyg'ongan atomlar yig'ila boradi. Zarra kristall ichida batamom to'xtamasdanoq atomlarning bir qismi fotonlar chiqarib, asosiy holatiga qaytadi. Zarra sekinlashgan sayin uyg'ongan atomlar soni va fosforning nurlanish intensivligi tobora ortadi. Taxminan $t_0=10^{-12}$ sek. dan keyin yorug'lik intensivligi eng yuqori darajaga yetadi. Bu vaqt ichida zarba batamom to'xtaydi. Uyg'ongan atomlar sonining kamayishi yorug'lik intensivligining

nisbatan sekin pasayishiga olib keladi. Bu prosess $t > t_0$ vaqtga to'g'ri keladi (11 - rasm). Umuman intensivlik quyidagicha ifodalanadi:

$$I = I_0 e^{\frac{t}{\tau}}$$

bu yerda t -ma'lum t_0 momentdan so'ng boshlanadigan vaqt; τ -uyg'ongan atomlarning o'rtacha yashash vaqti; u fosforning yorug'lik tarqatib bo'lish vaqti deb ataladi. τ ning qiymati qanchalik kichik bo'lsa, fotoelektron ko'paytirgichda hosil bo'ladigan impuls shunchalik qisqa, binobarin, schyotchikning ajratish qobiliyati shunchalik yaxshi bo'ladi. Fosforning qayd qilish effektivligi har xil zarra uchun har xil. Masalan, zichligi va atom momenti katta bo'lgan fosfor gamma-nurlarni yaxshi qayd qiladi-yu, tez neytronlar uchun yarashadi.

Fosfordagi yorug'likni tok impulsiga aylantirish uchun fotoelektron ko'paytirgichdan foydalaniladi. FEK elektrovakuum asboblardan bo'lib, elektronlar oqimini fotoeffektga asoslangan holda ko'paytiradi. Fotokatod va turli kuchlanish ostida bo'lgan bir qancha elektrod (dinod) yordamida dastlabki elektronlar tezlashtiriladi, natijada ular dinodlar yuzasidan urib chiqarilgan ikkilamchi, uchlamchi va hokazo elektronlar bilan birgalikda kuchli elektron oqimi-tokni hosil qiladi. Hosil bo'lgan barcha elektronlar FEU ning oxirgi elektrod (anod)ida to'planib, tok impulsini vujudga keltiradi. FEU larda elektronlar sonining ortishi ko'paytirish koeffitsiyenti bilan ifodalanadi. To'la ko'paytirgich koeffitsiyenti $K = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot \dots \cdot k_n$ bo'ladi; bu yerda $k_1 \cdot k_2 \cdot \dots \cdot k_n$ birinchi, ikkinchi va hokazo ketma-ket binodlardagi ko'paytirgich koeffitsiyentlari.

Zaryadlangan zarralarni qayd qilishda fosforlarning barcha xili qo'llanilishi mumkin. lekin zaryadlangan zarralarni, ayniqsa og'ir zarralarni qayd qilishdagi o'ziga xos qiyinchilik zarralarning kristall devoridan o'ta olmasligidir. Shuning uchun ham og'ir zarralar, odatda, ionizatsion kamera yoki proporsional schyotchiklar yordamida tekshiriladi. Zaryadlangan zarralarni qayd qilishda asosan organik monokristallar qo'llaniladi. Qayd qilish effektivligi bunday zarralar uchun 100% ga yaqin. Gamma-nurlarni qayd qilishda ssintillyasion schyotchiklar boshqa detektorlarga, masalan, Geyger - Myuller schyotchiklarida qaraganda yaxshiroq

natija beradi. Shuning uchun ular bu ishda juda keng qo'llanilmaqda. Gamma - kvantlarning fosfor moddasi bilan o'zaro ta'siri elektronlarning zichligi va gamma - kvantning energiyasi orqali belgilanadi. Ana shuning uchun ham gamma - kvantlarni qayd qilishda katta zichlikka ega va o'rtacha tartib nomeri (Z) katta bo'lgan fosforli ssintillyasion schyotchiklar ishlatiladi.

Neytronlarni qayd qilish. Tez neytronlar ssintillyasiyani bevosita vujudga keltirmaganligidan ularni qayd qilish ancha qiyin. Tez neytronlar elastik bo'lgan yadro to'qnashuvlarida energiyasining ma'lum qismini yadrolarga, ko'proq qismini massasi o'zinikiga teng bo'lgan zarralarga, masalan, protonlarga beradi. Ssintillyasiyani yadrolar tug'diradi. Shuning uchun bunday neytronlarni qayd qilishda vodorodli ssintillyasiyatorlar, masalan, organik kristallardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Energiyasi kichik bo'lgan neytronlar (sekin neytronlar) ni qayd qilishda esa qo'shimcha yadro reaksiyalaridan foydalaniladi. Ssintillyasion schyotchikning kristall o'lchami 63×63 ni tashkil qiladi.

Fotoelektron ko'paytirgichlar va ularning xossalari.

Fotoelektron ko'paytirgichlar (FEK) elektrovakuum asboblardir. Fotoelektron ko'paytirgich yordamida chaqnashlarni ham qayd qilish mumkin. FEK ning asosiy qismini fotokatod, dinodlar tizimini va anod tashkil qiladi. Yorug'lik fotonlari fotoeffekt natijasida FEK ning katodidan elektronlar urib chiqaradi. Hosil bo'lgan elektronlar dastlab birinchi, keyin ikkinchi va h.k. dinodlardan elektronlarni urib chiqargandan so'ng bir necha marotaba ko'paygan elektronlar oqimi anodga kelib tushadi va anod tokini hosil qiladi. Fotokatod, dinod anod shishadan vakuum kolbaga joylashgan bo'ladi.

FEK larda murakkab fotokatod ishlatilib, uning toza metallardan farqi shundaki, yorug'likning ko'rinish sohasida juda yuqori sezgirlik qobiliyatiga ega. Xuddi shuningdek ultrabinafsha va infraqizil soha ham. Fotokatodlar odatda yarim yarqiroq ko'rinishda tayyorlanadi. Fotokatodlar effektivligi odatda konversion effektivligi, integral effektivligi yoki spektral sezgirligi bilan baholanadi.

Ushbu ishda foydalanuvchi detektorga o'rnatilgan FEK ning umumiy sxemasi 2 - rasmda keltirilgan.

FEK ning asosiy tavsiflaridan biri bo'lib uning ko'paytirgich ko'effitsiyenti hisoblanadi FEK ning ko'paytirgich ko'effitsiyenti quyidagi formula orqali hisoblab topiladi:

$$K = \frac{\psi}{\varphi}$$

Bu yerda ψ -anod yig'indi sezgirligi, φ - fotokatod yig'indisi sezgirligi.

Bir dinoddan ikkinchi dinodga elektronlar oqimining fokuslanishi dinodlarning shakliga, dinodlarga beriluvchi kuchlanishlar farqiga bog'liq. Oddiy FEK larda anod toki 10^{-9} A atrofida bo'ladi. Anodda hosil bo'luvchi tokning qiymati yorug'lik chaqnashining intensivligiga proporsional bo'lib, chaqnash vaqtiga tezkari proporsionaldir.

FEK ning turg'unligi unga qo'yilgan talablardan biri hisoblanib, uning ko'paytirish ko'effitsiyentiga bog'liq. Ko'paytirgich ko'effitsiyenti esa ichki va tashqi effektlarga bog'liq. Yuqori kuchlanish orqali FEK ga tok berilganda ko'paytirgich ko'effitsiyenti bir necha marotaba ortadi va asta-sekin maksimumga erishib keyin yana dastlabki holatga qaytadi.

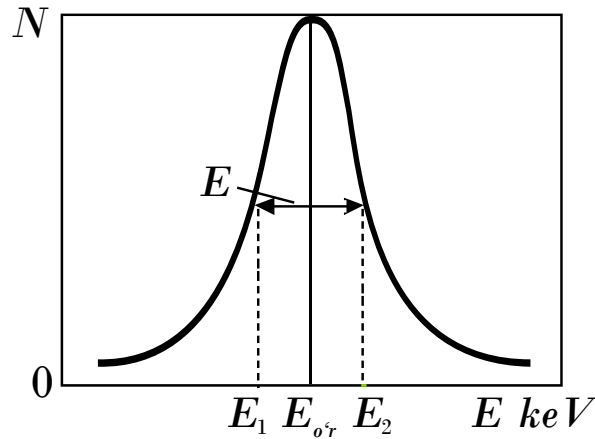
Ko'paytirgich ko'effitsiyenti ko'pgina tashqi effektlarga bog'liq bo'lib, ular temperatura. Kuchlanish va magnit maydonlaridir. Magnit maydoni fotoko'paytirgichlarda ionlarning dinodlarga fokuslanishiga xalaqit beradi. Xuddi shuningdek, yerning magnit maydoni ham fotoko'paytirgichning ishlash jarayoniga katta ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun ham fotoko'paytirgichlar ekranlanadi.

Ssintillatsion detektorning energiya bo'yicha ajrata olish qobiliyati

Ssintillyatsion gamma - spektrometrning energiya bo'yicha ajrata olish qobiliyati deb, umumiy spektrdagi ajralgan spektral chiziq cho'qqisi maksimal qiymatining yarimiga to'g'ri kelgan kengligini, shu energiyaga bo'lgan nisbatiga aytiladi. Uni foizlarda quyidagicha hisoblash mumkin:

$$R = E_2 - E_1 = \frac{\Delta E}{E_{o'rt}} \cdot 100\% \quad (3.1)$$

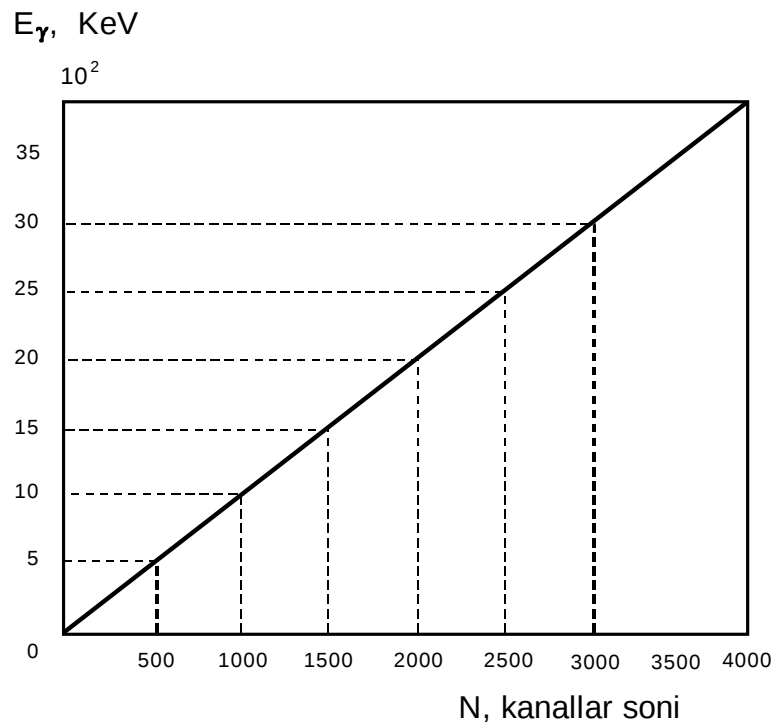
Odatda, ssintillyatsion detektorlarning ajrata olish qobiliyati spektral chiziqlarning cho'qqisi yarim balandligidagi energetik kengligi orqali beriladi.



13 - rasm. Ssintillyatsion spektrometrning energiya bo'yicha ajrata olish qobiliyatini aniqlash.

Ssintillatsion spektrometrning energiya bo'yicha gradiurovkasi

Ssintillyatsion spektrometrlarni oddiygina usul bilan ham gradiurovkalash (darajalash) mumkin, ya'ni ssintillyatsion spektrometrni energiya bo'yicha darajalash yoki analizatorning har bir kanaliga to'g'ri keluvchi energiya qiymatini aniqlash uchun energiyasi oldindan ma'lum bo'lgan radioaktiv nuklidlar chiqarayotgan gamma - kvantlar energiya qiymatlaridan foydalaniladi. Odatda, 4 - 6 ta energiyasi oldindan ma'lum bo'lgan gamma - kvantlar energiyalari yordamida spektrometrlar energiya bo'yicha darajalanadi. Ya'ni, ma'lum vaqt ichida chiqarilgan gamma - kvantlar soni o'lchanadi. Shundan so'ng gamma - kvantlarning energiyasi (E_{γ}) bilan analizatorning kanallar soni (N_{ks}) orasidagi bog'lanish grafikasi chiziladi. Masalan, shunday bog'lanishlardan biri 9 - rasmda keltirilgan.



14 - rasm. Ssintillyatsion spektrometrlarning energiya bo'yicha graduirovkasi.

Ssintillatsion detektor qayd qilishining absolyut va nisbiy effektivliklari

Spektrometrning effektivligi (ε_{eff}) deb, spektrometr tomonidan qayd qilingan zarralar sonini (N^*), manbadan hamma tomonga chiqayotgan umumiy zarralar soniga (N), bo'lgan nisbatiga aytiladi. Odatda, yarimo'tkazgichli spektrometrlarning effektivligi foizlarda beriladi.

$$\varepsilon = \frac{N^*}{N} \cdot 100\% \quad (1.2)$$

Ssintillyatsion spektrometrlarning zarralarni qayd qilish effektivligi absolyut va nisbiy usullar bilan ko'riladi. Biz ularni alohida - alohida ko'rib o'tamiz.

Absolyut effektivlik

Ssintillyatsion detektorlarning absolyut effektivligini qurish uchun radioaktivligi oldindan ma'lum bo'lgan, ya'ni radioaktivligi bo'yicha darajalangan radionuklidlardan foydalaniladi. Tajribada o'lchash jarayoni oldindan belgilangan standart geometriyada hamda gamma - spektrdagi spektral chiziqlarning shakliga ta'sir qiluvchi barcha effektlarni hisobga olgan holda boriladi. Tajribada, ayniqsa xatoliklarni oshib ketmasligiga e'tibor bermoq kerak. Radioaktiv manbalar

detektor ustiga bir xil standart geometriyada qo'yilishiga, spektrmetrning o'lik vaqtiga, o'lchash vaqtiga va radionuklidning yarim yemirilish davriga hamda boshqa kattaliklarni alohida hisobga olishga e'tibor bermoq kerak. Spektrometrning absolyut effektivligini hisoblash navbatdagi formula orqali olib boriladi:

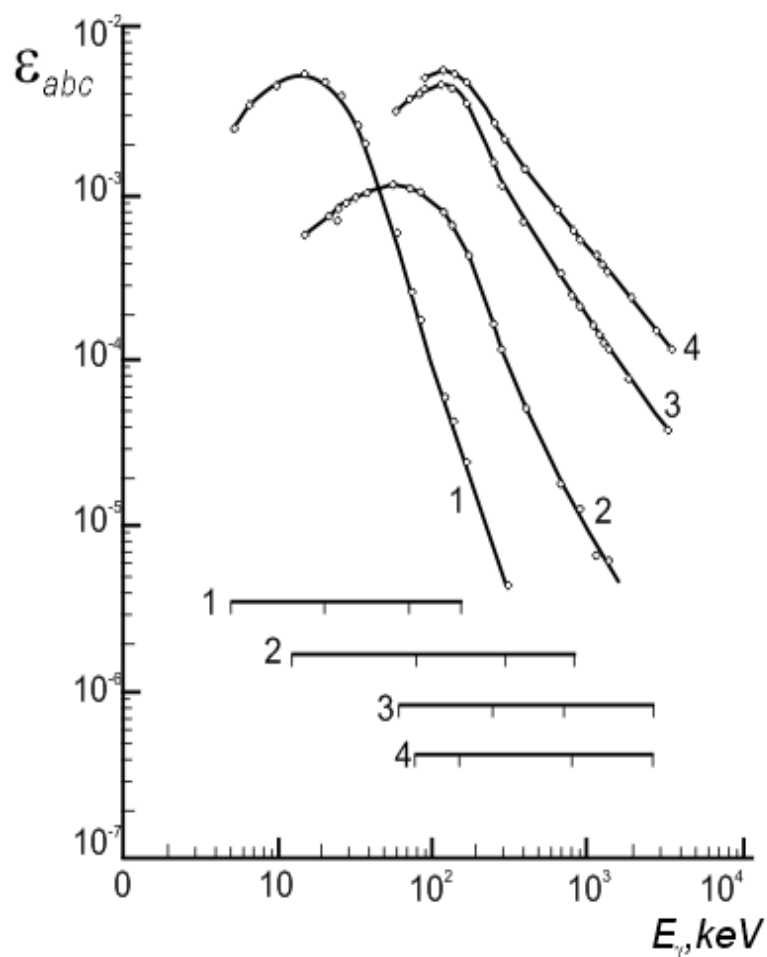
$$\varepsilon_{abs.} = \frac{S / \tau}{I \cdot \exp(-\lambda t)}, \quad (1.3)$$

bu yerda S – berilgan energiyadagi spektral chiziqning yuzasi; τ – o'lchash vaqti; I – berilgan energiyada bir sekund davomida 4π geometriya bo'yicha chiqadigan monoenergetik zarralar soni (radionuklidning pasportida berilgan bo'ladi).

$\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$ – radiofaol nuklid yemirilish ehtimoliyati (kun)⁻¹; $T_{1/2}$ – radioaktiv nuklidning yarim yemirilish davri (sekund; kun; yil);

t – radioaktiv nuklidni attestasiya qilgan kundan boshlab, o'lchash vaqtigacha o'tgan davr (kun), (attestasiya qilingan vaqt radioaktiv nuklidning pasportida berilgan bo'ladi).

Namunaviy gamma - spektrometrik radioaktiv nuklidlar asosida qurilgan spektrometrlarning absolyut effektivliklari 14 - rasmda keltirilgan.



15 - rasm. *Namunaviy gamma - spektrometrik radioaktiv nuklidlar asosida qurilgan spektrometrlarning absolyut effektivliklari.*

1 – Si(Li)–80mm²×4mm; 2 – Ge(Li)–1,3sm³; 3 – Ge(Li)–11sm³; 4 – Ge(Li)–37sm³.

(1.4) formuladagi spektrometrning absolyut effektivligi ($\varepsilon_{abs.}$)ni hisoblash xatoligi quyidagi ifoda bilan hisoblaniladi:

$$\Delta \varepsilon_{abc} = \varepsilon_{abc} \left\{ \left(\frac{\Delta I}{I} \right)^2 + \left(\frac{\Delta S}{S} \right)^2 + \left(\frac{0,693 \Delta t}{T_{1/2}} \right)^2 + \left(\frac{\Delta \tau}{\tau} \right)^2 \right\}^{1/2} \quad (1.4)$$

Nisbiy effektivlik

Ssintillyatsion spektrometrning nisbiy effektivligini topish absolyut effektivlikni aniqlashga nisbatan biroz oddiyroq. Bu usulda nisbiy intensivligi ma'lum bo'lgan, radioaktiv nuklidlardan foydalanilsa bo'ladi. Nisbiy effektivlikni topish quyidagi formula yordamida amalga oshiriladi:

$$\varepsilon_{nuc.} = \frac{S}{I} \quad (1.5)$$

Biz ssintillyatsion spektrometrning nisbiy effek-tivligini qurishda gamma - kvantlar nisbiy intensivliklari (3-5)% aniqlik bilan o'lchangan bir qator radioaktiv nuklidlardan foydalanamiz. Bu radioaktiv nuklidlar: ^{75}Se ; ^{169}Yb ; ^{133}Ba ; ^{171}Lu ; ^{155}Gd ; ^{207}Bi ; ^{137}Cs ; ^{173}Lu ; ^{152}Eu ; $^{110\text{m}}\text{Ag}$; ^{160}Tb ; ^{182}Ta ; ^{192}Ir ; ^{226}Ra ; ^{56}Co ; ^{144}Ce lardir.

Bu radioaktiv nuklidlar tanlashiga sabab ularning yarim yemirilish davrlari ($T_{1/2} \geq 1$ yil) katta va olish texnologiyasi oson.

IV BOB. O'lchash natijalari va ularning tahlili.

4.1§ Namunalarning spektrini olish va qayta ishlash.

Namunaning gamma spektri NaI(Tl) kristalli ssintillatsion gamma spektrometrida (o'lchamlari 63·63 mm, 1332 keV energiya uchun $\Delta E/E_\gamma=10\%$) Marinelli o'lchash geometriyasida amalga oshiriladi.



16 – rasm.
Marinelli idishchasi.

Gamma - spektr PC-IBM computer xotirasida 1024 ta kanalda ikkilamchi analizatorli impuls tarzida qayd etiladi, o'lchash vaqti 2 - 6 soatni tashkil etadi. Gamma-nurlanishning effektivligini qayd qilish kolibrovkasi OMACH to'plamidagi radioaktiv etalon manbalar ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs zichliklari 1400 - 1800 gr/litr (gamma nurlanishlarni qayd qilish effektivligi ssintillatsion gamma spektrometrida ^7Be ning $\epsilon_\gamma=478$ keV li va ^{137}Cs ning $\epsilon_\gamma=661$ keV li gamma kvantlari uchun 3% ni tashkil etadi) bo'lgan radioaktiv etalon manbalar bilan amalga oshiriladi.

Barcha o'lchashlar fon bilan birgalikda tabiiy radionuklidlar Uran va Toriy oilasi (hamda ^{226}Ra va ^{232}Th) bilan birgalikda amalga oshiriladi. Tuproqning yuza

qatlamiidagi kosmogen ^7Be va texnogen ^{137}Cs elementlari tufayli tuproq spektri ajralib ko'rinadi.

Past radioaktiv namunalarda spektrni qayta ishlash etalon radioaktiv manbalar ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs yordamida normirovkalanadi. Normirovkalash koeffisienti quyidagicha bo'ladi:

$$K = \frac{S_e}{S_p}$$

Bu yerda S_e -etalon manbaning yuzasi, S_p -namuna spektrining yuzasi. O'lchash natijasi va uslubi rasmda keltirilgan. Namuna aktivligi ^{226}Ra , ^{232}Th lar uchun quyidagicha topiladi:

$$A = \frac{K A_c t_p}{t_e}$$

t_p - t_e -namunani o'lchash vaqti.

^{40}K , ^{137}Cs va ^7Be lar uchun 1461, 661 va 478 kev fotopikli yuzalari bilan aktivlik o'rtasidagi bog'lanish quyidagicha[9-10]

$$A = \frac{S}{\varepsilon_{atm}}$$

O'lchash xatoliklari $d = \sqrt{d_e^2 + d_s^2}$ ifoda bilan aniqlanib, OMACH manbalari uchun $\delta=7\%$ aniqlikda topiladi. 6 soatlik tuproq namunasining o'lchash natijalari rasmda keltirilgan.

Namunadagi radionuklidning aktivligituproq qatlamining 1 sm qalinlikdagi ^{137}Cs uchun quidagiga teng:

$$q_x = A_x \cdot \rho$$

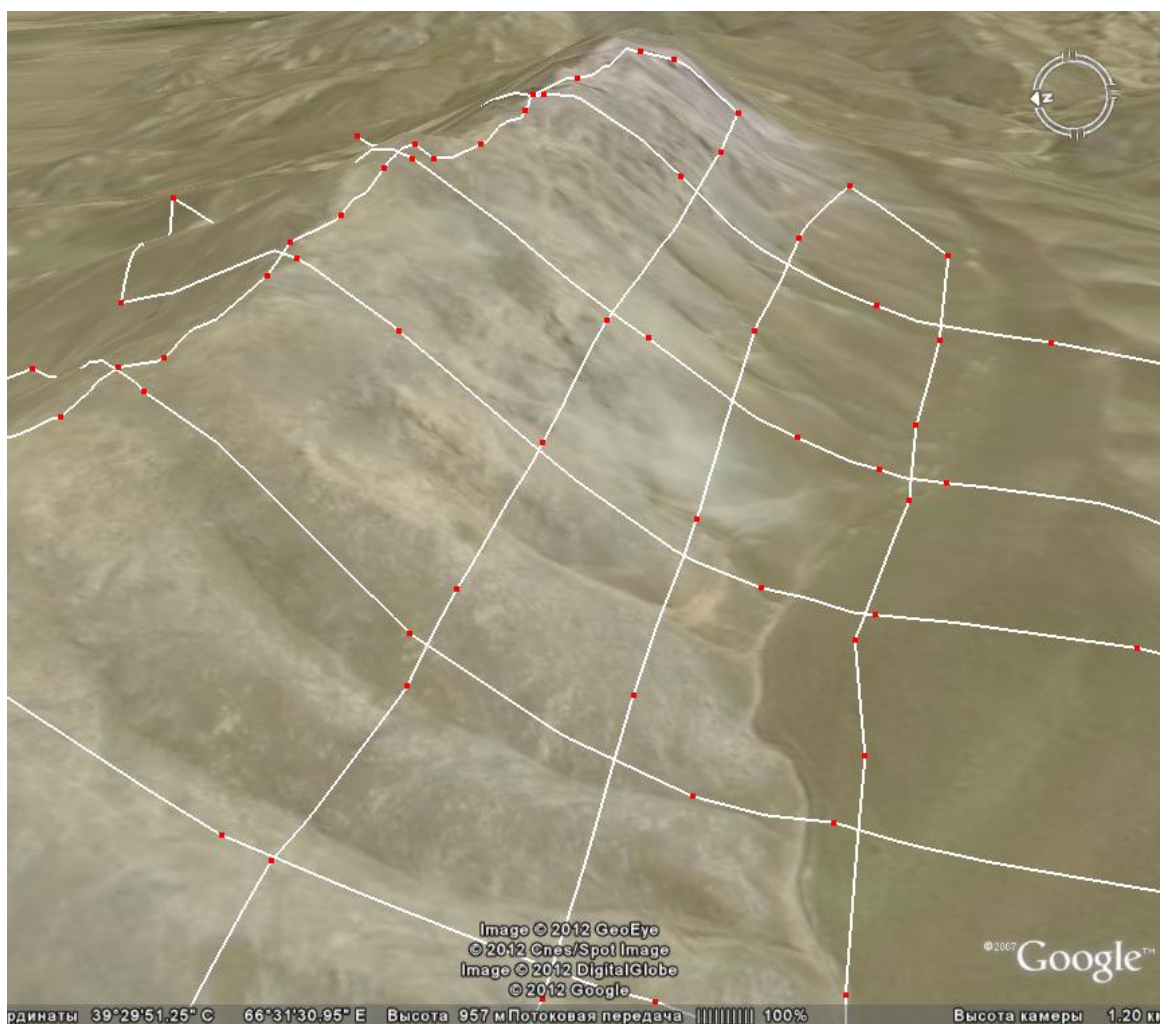
Tuproqda radionuklidlarning to'planishi namuna maydonchasining o'zida taqsimlanadi, bu taqsimlanishni

^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^{137}Cs larning taqsimlanishiga bog'liq bo'lmaydi.

Radionuklidlarning to'planishi tuproqning migratsiya tezligi hamda ularning yarim yemirilish davrlariga bog'liq. Turli vaqtlarda bir joydan olingan tuproq namunasidagi ^7Be ning aktivligiga qarab uning atmosferadagi to'planishini o'rganish mumkin.

20 - rasmda ^{137}Cs ning tuproqning vertikal qatlamlarida tarqalishi tasvirlangan. Ularning guvohlik berishicha migratsiya chuqurligi va ^{137}Cs ning tuproq qatlamlarida maksimal to'planishi yog'inlarga va suv oqimlariga bog'ilq va ular yordamida tuproq eroziyasi baholanadi.

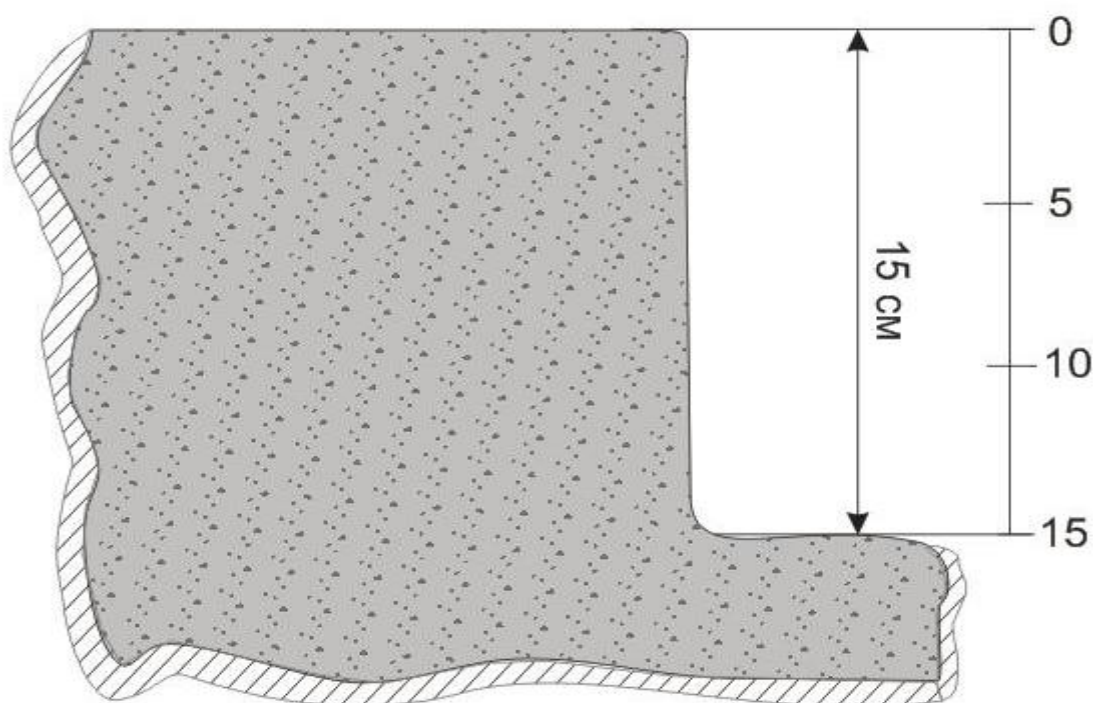
Suv o'zanlari va shamol yo'nalishlarida seziyning migratsiyasi ancha yuqori, ($Q > 13 \text{ kBk/m}^2$, $X_m > 20 \text{ sm}$) uning maksimum tarqalishi esa 6 – 9 - qatlamlarga to'g'ri keladi.



17-rasm. Namuna olingan joyning topografik ko'rinishi

4.2§ Olingan natijalar tahlili.

Spektrdan ko'rinib turibdiki, tuproq tarkibida turli radioaktiv nuklidlar ^{226}Ra , ^{232}Th , ^{40}K , ^7Be , ^{137}Cs lar mavjud. Biz tuproq eroziyasi darajasini baholash uchun seziyning aktivligini bilishimiz kerak. Seziyning fotocho'qqisi esa qolgan radionuklidlar fotocho'qqisi ostida qolib ketgan. Bu spektrda faqat seziyning fotocho'qqisini qoldirish uchun etalano manbalardan foydalanib, boshqa radionuklidlar fotocho'qqilarning yuzalarini ajratib tashlaymiz.



19 - rasm. Namuna olish tartibi.

$$Q_{0-5} = A_{0-5} \rho H$$

$$Q_{5-10} = A_{5-10} \rho H$$

$$Q_{10-15} = A_{10-15} \rho H$$

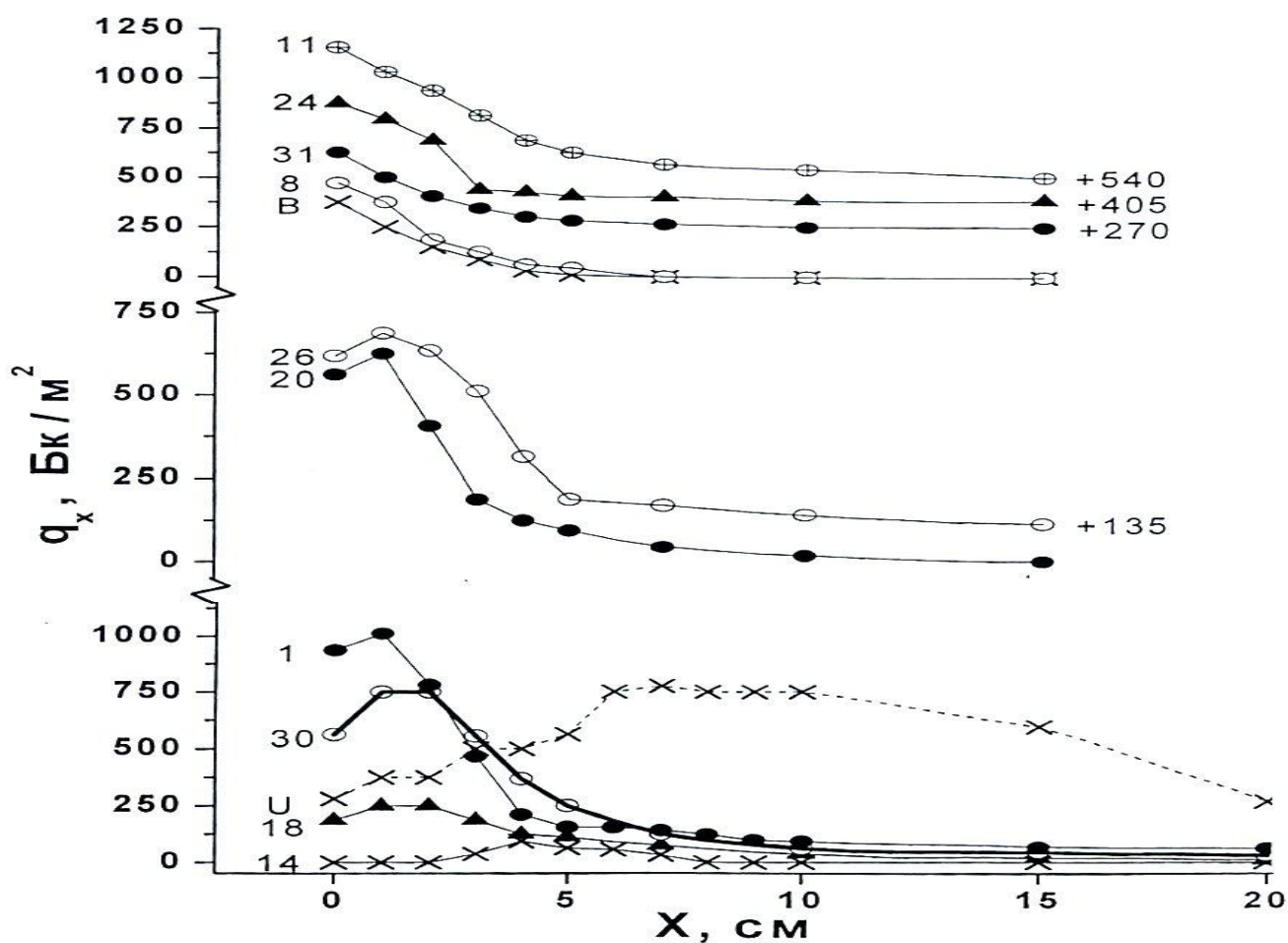
$$Q_{0-15} = Q_{0-5} + Q_{5-10} + Q_{10-15}, \text{ kBк/м}^2$$

Olingan natijalar asosida $Q=\rho ZA$ formula bilan Cs-137 ning zaxira miqdorini xisoblaymiz. So'ngra fon nuqtasidan (tashqi ta'sirlarga uchramagan maydondan) olingan namunadagi Cs-137 ning zaxira miqdoriga asoslanib,

$$Y=(Q_f-Q)\rho Z/Q_f\Delta T$$

formula bilan tuproq erroziyasini baxolaymiz. Bu formulada Q_f -fon nuqtasidagi sezining zaxira miqdori (3,5 kBk/kg), $\rho=1350\text{kg/m}^3$ tuproq zichligi, Z -tuproq qatlami chuqurligi, $\Delta T=2011-1963=48$ yil.

Agar $Q_f>Q$ bo'lsa o'rganilayotgan xududdagi tuproq erroziyaga uchragan, agar $Q_f<Q$ bo'lsa, sendimentasiya jarayoni ketayotgan bo'ladi.



20 - rasm. Seziyning tuproq qatlamlarida vertikal taqsimlanishi.

Tajriba natijalari 4.1 - jadvalda keltirilagan:

OLINGAN NATIJALAR			
O'lchangan maydonlar	Q, kBk/m² 5.2kBk/m² (fon nuqtasi)	Y, tonna/gekt.yil	Baholanishi
Qiyalik	2.2	1.6–2.4	eroziya
Adir janubi	1.8	2.2-2.8	eroziya
Adir shimoli	2.1	1.7-2.3	eroziya
Yo'l yoqasi	1.4	2.5-3.1	eroziya
So'qmoq	0.4	3.8-4.4	eroziya
Do'nglik	1.1	2.1-2.6	eroziya
Pastlik	6.2	4.8-5.6	sidementatsiya

Bu jadvaldan foydalanib, quidagilarni aytishimiz mumkin:

Natijalarga ko'ra seziy eng kam chiqqan joylardan biri so'qmoq bo'lib chiqdi, bunga sabab so'qmoqda hayvonlarning yurishi natijasida tuproq ko'chgan, ya'ni tuproqning yuza qatlami eroziyaga uchragan.

Tuproqning maksimal cho'kindilari adirlikning qiyaliklarida uchraydi va katta suv oqimlariga qaramasdan seziyning yuvilish darajasi kam. Seziyning

minimal aktivligi esa faqatgina $X = 4 - 7$ smlarda uchraydi. Qolgan qatlamlarda esa seziyning aktivligi yanada kamayib boradi.

Adir qiyaliklarida (tuproq yemirilishiga uchramagan) sezilarli darajada suv oqimlari bo'lganligi uchun seziyning migratsiya darajasi ancha yuqori ($Q=3,7-5,7$ kBk/m², $X \approx 20$ sm) maksimal tarqalishi esa 2-3-qatlamlarga to'g'ri keladi.(20 - rasm)

-Adir cho'qqilarini taqqoslaganda suv oqimlarining kamroq bo'lgani uchun tuproq eroziyasi ancha yuqori, ¹³⁷Cs ning to'planishiga bog'liq ravishda uning chuqurlik bo'yicha migratsiyasi ancha kam ($Q=2,3-3,1$ kBk/m², $X_m=10$ sm) bunda seziyning maksimal tarqallishi birinchi qatlamga to'g'ri keladi.

-Adirning yaxlit holatiga taqqoslaganda g'arbiy yo'nalishdagi suv oqimlari tufayli seziyning to'planishi kam migratsiya chuqurligi esa yuqori ($Q=1,9-2,7$ kBk/m², $X_m \approx 10-15$ sm) uning maksimal tarqalishi ikkinchi qatlamga to'g'ri keladi.(20-rasm)

-Suv to'planadigan adirlarda yuqorida ko'rib o'tilganlarga nisbatan tuproq cho'kmasi ancha yuqori. Shunga mos ravishda seziyning to'planishi ham yuqori va uning migratsiya chuqurligi ancha yuqori ($Q=1,2-1,9$ kBk/m²)

Maksimal tarqalishi ikkilamchi eroziyaning yuza qatlamiga to'g'ri keladi.

-Adirlikning yon bag'irlarida ikkita faktorlar kuchli ravishda bir vaqtda uchrab turadi, bular tuproqning cho'kmasi va suvlarning yuvib ketishi.

Natijalarga ko'ra tuproqda seziyning to'planishi, migratsiya chuqurligi X – taqriban 20 sm, maksimal tarqalishi esa 2 – 3 - qatlamlarga to'g'ri keladi.

- Tuproq cho'kmalari tufayli seziy yig'ilib boradi va uning tuproqdagi miqdori organik yog'inlar tufayli ko'payib boradi, yuza qatlamlarda seziyning migratsiyasi chuqur qatlamdagi migratsiyaga nisbatan ancha kam ($0,8-1,0$ kBk m² $X=7$ sm) maksimal tarqalishi esa yuza qatlamlarga to'g'ri keladi.

Xulosa.

Ushbu malakaviy bitiruv ishini bajarish davomida quyidagi xulosalarga kelindi:

^{137}Cs va texnogen radionuklidlar to'g'risida ko'plab ma'lumotlarga ega bo'lindi.

^{137}Cs – texnogen radionuklidining tabiatda tarqalish sabablari va darajasi o'rganildi.

Ssintillatsion gamma spektrometr bilan ishlash, uning xususiyatlari va blok-sxemasi bilan yaqindan tanishib chiqildi.

Tajriba natijalari uchun namunalar olish va etalon namunalar bilan ishlash o'rganildi.

Tajriba uchun olingan namunalar ssintillatsion gamma spektrometr yordamida 6 soat o'lchanib natijalar olindi va olingan natijalar to'laligicha tahlil qilindi.

Ishni bajarish davomida spektrlarni qayta ishlash metodikalari o'rganildi.

Yuqorida keltirilgan va aniqlangan natijalar asosida, hozirgi zamonning eng aktual muommolaridan biri bo'lgan tuproq eroziyasi darajasini yuqori sezgirlikda ssintillatsion gamma spektrometrik usul yordamida o'rganish mumkinligi xulosa qilindi.

Adabiyotlar.

[1] Zhang, X. B., Higgitt, D. L. and Walling, D. E. (1990): A preliminary assessment of the potential for using cesium-137 to estimate rates of soil erosion in the Loess Plateau of China. *Hydrol. Sci.* **35**: 267-276.

[2] He, Q. and Walling, D. E. (1997). The distribution of fallout ^{137}Cs and ^{210}Pb in undistributed and cultivated soils. *Appl. Radiat. Isotopes*. **48**: 677-690.

[3] Govers, G., Quine, T. A., Desmet P. J. J and Walling, D. E. (1996). The contribution of soil tillage and overland flow erosion to soil redistribution on agricultural land. *Earth Sur. Proc. Landforms* **21**: 929-946.

[4] Pegoyev, A. N. and Fridman, Sh. D. (1978). Vertical profiles of cesium-137 in soils (translation). *Pochvovedeniye* **8**: 77-81.

[5] Walling, D. E. and He, Q (1993). Towards improved interpretation of ^{137}Cs profiles in lake sediments. In: *Geomorphology and Sedimentology of Lakes and Reservoirs* (ed. J. McManus & R. W. Duck), 31-53. Wiley, Chichester, UK.

[6] Blake, W.H., D.E Walling, and Q. He. (1999). Fallout Beryllium-7 as a tracer in soil erosion investigations. *Applied Radiation and Isotopes* **51**(5): 599-605.

[7] Zapata, F, 2002. Handbook for the assessment of soil erosion and sedimentation using environmental radionuclides. Kluwer Ac. Publ., The Netherlands.

[8] He, Q. and Walling, D. E. (1996). Interpreting the particle size effect in the adsorption of ^{137}Cs and unsupported ^{210}Pb by mineral soils and sediments. *J. Environ. Radiact.* **30**: 117-137.

[9] I.T.Muminov, A.K.Muhamedov, B.S.Osmanov, A.A.Safarov, A.N.Safarov, «Application of NaI(Tl) detektor to measurement of natural radionuclides and ^{137}Cs in environmental samples – new approach by decomposition of measured spectrum », *Journal of environmental radioactivity*, v.84, №3, p.321-331.

[10] Tolib Muminov, Muhtor Nasyrov, R.Scott Van Pelt, Akmal A. Safarov, Amriddin V. Halikulov, and Shaymon X. Hushmuradov // Radionuclides in soils along a mountain—Basin transect in the Koratepa Mountains of Uzbekistan // Journal of Soil and Water Conservation 2010 65(5):117A-121A.

[11] Bekjonov R.B. Atom yadrosi va zarralar fizikasi. «O'qituvchi» Toshkent. 1995

[12] Muminov T.M., Xushmurodov Sh.X., Xoliqulov A.B. Atom yadrosi va zarralar fizikasi. Samarqand 2007 y

[13] Abramov A.I., Kazanskiy Yu.A., Matusevich Ye.S. “Osnoviy eksperimentalnaya metodov yadroniy fiziki” M. Energoatomizdat, 1985.

[14] Muminov T.M., Xushmurodov Sh.X., Xoliqulov A.B. “Atom yadrosi va zarralar fizikasi” (ma'ruzalar kursi) Samarqand. 2002.

[15] Rakobolskaya A.M. “Yadernaya fizika” Moskva. 1988.

[16] dots. Xushmurodov Sh.X., Azimov A.N. “Ssintillyatsion gamma spektrometrni energiya bo'yicha gradirovka qilish. (laboratoriya ishi) 2011 y.

[17] dots. Xushmurodov Sh.X., Azimov A.N. “NaJ(Tl) Ssintillyatsion gamma spektrometrning 661 keVli gamma kvantlar uchun energiya bo'yicha ajrata olish qobiliyatini aniqlash. (laboratoriya ishi) 2011 y.

[18] dots. Xushmurodov Sh.X., dots. Mamatqulov O.B., Azimov A.N. “NaJ(Tl) Ssintillyatsion gamma spektrometrning 661 keVli gamma kvantlar uchun qayd qilish effektivligini aniqlash. (laboratoriya ishi). 2011 y.

[19] Internet. “www.ziyonet.uz” sayti.

[20] Internet. www.wikepediya.uz sayti.