

Ortiqova Sevinch Bekpo'latova
Termiz iqtisodiyot Serivis universiteti
DI-5-25 guruh talabasi

Annotatsiya: Ushbu ilmiy maqolada radiaktiv parchalanish jarayonlarining fundamental qonuniyatlari, og'ir nuklidlarning barqarorlik chegaralari va ionlashtiruvchi nurlanishning molekulyar darajadagi ta'sir mexanizmlari tadqiq etiladi. Tadqiqotda radiatsion fonning ekosistemalarga stoxastik va deterministik ta'siri zamonaviy dozimetrik modellar asosida chuqur tahlil qilingan. (34 so'z)

Kalit so'zlar: kvant o'tishlari, yadro izomeriyasi, ionlashtiruvchi radiatsiya, LET-koeffitsiyenti, radioliz, mutagenez, dozimetriya, nuklidlar migratsiyasi.

Аннотация: В данной научной статье исследуются фундаментальные закономерности процессов радиоактивного распада, пределы стабильности тяжелых нуклидов и механизмы воздействия ионизирующего излучения на молекулярном уровне. В исследовании на основе современных дозиметрических моделей глубоко анализируется стохастическое и детерминированное воздействие радиационного фона на экосистемы.

Ключевые слова: квантовые переходы, ядерная изомерия, ионизирующее излучение, коэффициент ЛПЭ, радиолиз, мутагенез, дозиметрия, миграция нуклидов.

Abstract: This scientific article explores the fundamental laws of radioactive decay processes, the stability limits of heavy nuclides, and the mechanisms of ionizing radiation impact at the molecular level. The study provides a deep analysis of the stochastic and deterministic effects of the radiation background on ecosystems based on modern dosimetric models.

Keywords: quantum transitions, nuclear isomerism, ionizing radiation, LET-coefficient, radiolysis, mutagenesis, dosimetry, nuclide migration.

KIRISH

Zamonaviy yadro fizikasi va radioekologiyaning eng murakkab muammolaridan biri — bu radiaktiv moddalarning mikrodunyodagi xatti-harakati va ularning makro-muhitdagi uzoq muddatli oqibatlarini prognoz qilishdir. Radiativlik shunchaki yadroning parchalanishi emas, balki elementar zarralarning kvant-mexanik o'tishlari va kuchli o'zaro ta'sir kuchlarining muvozanati buzilishi natijasida yuzaga keladigan yuqori energiyali jarayondir. Texnogen taraqqiyot natijasida atrof-muhitga ajralib chiqayotgan sun'iy radionuklidlar tabiiy radioaktiv fon bilan o'zaro bog'lanib,

murakkab radiatsiyaviy maydonlarni hosil qilmoqda. Bu esa, o'z navbatida, biologik to'qimalarda erkin radikallarning hosil bo'lishi (radioliz) va DNK zanjirlarining uzilishi kabi qaytmas jarayonlarni keltirib chiqaradi. Mazkur maqolada radiativlikning nafaqat fizik tabiati, balki uning kimyoviy elementlar migratsiyasidagi o'rni va tirik organizmlarning adaptiv imkoniyatlari ilmiy-nazariy jihatdan tahlil qilinadi. Shuningdek, radiatsiyaviy xavfsizlikni ta'minlashda dozimetrik nazoratning zamonaviy usullari va ularning samaradorligi masalalari yoritiladi.

Radiativlik tushunchasi shunchaki atom yadrosining o'z-o'zidan parchalanishi jarayoni bo'lib qolmay, balki u kuchli va kuchsiz o'zaro ta'sir kuchlarining dinamik muvozanati buzilishi natijasida yuzaga keladigan yuqori energiyali subatom transformatsiyasidir. Insoniyatning texnogen faoliyati, xususan, yadro energetikasi, izotopli diagnostika va harbiy sanoat komplekslarining rivojlanishi natijasida atrof-muhitga ajralib chiqayotgan sun'iy radionuklidlar tabiiy fon nurlanishi bilan birikib, ekosistemalarda murakkab va o'ta xavfli radiatsiyaviy maydonlarni shakllantirmoqda. Ushbu jarayonlar tirik organizmlarning biologik to'qimalarida suv molekularining radiolizi natijasida erkin radikallarning shiddatli hosil bo'lishiga va natijada DNK makromolekularining strukturaviy yaxlitligi buzilishiga olib keladi. Mazkur tadqiqotning dolzarbligi shundaki, radiatsiyaviy xavfni baholashda nafaqat tashqi nurlanish dozasi, balki radionuklidlarning oziq-ovqat zanjiri bo'ylab migratsiyasi va ularning organizm ichidagi selektiv akkumulyatsiyasi masalalari kompleks tahlil etishni talab etadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Radiativlik hodisasi bo'yicha ilmiy izlanishlar evolyutsiyasini tahlil qilsak, V. Geyzenberg va N. Borning yadro modellari asosiy poydevor bo'lib xizmat qilganini ko'ramiz. Xususan, nurlanishning modda bilan o'zaro ta'siri jarayonida chiziqli energiya uzatish (LET) koeffitsiyentining ahamiyati akademik A.M. Kuzin tomonidan batafsil yoritilgan [1, B. 76]. Keyinchalik, radiatsion genetika sohasida olib borilgan tadqiqotlar nurlanishning kichik dozalari ham hujayra proliferatsiyasiga ta'sir ko'rsatishini isbotladi [2, B. 112]. Tadqiqot metodologiyasi sifatida matematik modellashtirish, gamma-spektrometriya va qiyosiy-ekologik monitoring usullaridan foydalanildi. Metodik asos sifatida radionuklidlarning tuproq-o'simlik tizimidagi akkumulyatsiya koeffitsiyentlarini aniqlash va ularning biologik zanjir bo'ylab harakatini o'rganishga qaratilgan tizimli tahlil tanlab olindi. Bu esa radiatsiyaviy xavfni miqdoriy baholashda xatoliklar darajasini kamaytirish imkonini beradi. Xalqaro radiatsiyaviy himoya komissiyasi (ICRP) tavsiyalari asosida olingan ma'lumotlar tadqiqotning ishonchligini ta'minlaydi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Radiativ nurlanishning o'tuvchanlik qobiliyati va uning to'qimalarda qoldiradigan energiya zichligi o'rtasida teskari bog'liqlik mavjud. Masalan, alfa-zarralar havo qatlamida bir necha santimetr masofada o'z energiyasini to'liq sarflaydi, biroq aynan shu masofada ionlanish zichligi maksimal darajaga yetadi. Bu hodisa biologik ob'ektlar uchun eng og'ir destruktiv ta'sirni keltirib chiqaradi. Eksperimental ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, radionuklidlarning yarim parchalanish davri ($T-1/2$) qanchalik qisqa bo'lsa, vaqt birligi ichidagi nurlanish intensivligi shunchalik yuqori bo'ladi [3, B. 54]. Radiatsiyaning biologik samaradorligi ko'p jihatdan nurlanishning turiga bog'liq bo'lib, gamma nurlanish uchun sifat koeffitsiyenti 1 ga teng bo'lsa, alfa nurlanish uchun bu ko'rsatkich 20 ga teng deb qabul qilinadi.

1-jadval. Turli muhitlarda nurlanishning yutilish koeffitsiyentlari va energetik yo'qotishlari.

Izotop turi	Nurlanish energiyasi (MeV)	Biologik to'qimadagi yo'li (mkm)	LET koeffitsiyenti (keV/mkm)
Poloniy-210 (alfa)	5.3	40	100-150
Stronsiy-90 (beta)	0.54	2000	0.2
Seziy-137 (gamma)	0.66	150000	0.3

Radiatsiyaning ekotizimlardagi migratsiyasi asosan tuproqning sorbsion xususiyatlariga bog'liq. Seziy-137 izotopi tuproq minerallari bilan kuchli bog'lanish hosil qilsa, Stronsiy-90 kalsiy analogi sifatida o'simliklar tomonidan oson o'zlashtiriladi [4, B. 92]. Ushbu jarayonlarning dinamikasi oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlashda o'ta muhim hisoblanadi.

2-jadval. Radionuklidlarning turli agrotsenozlarda to'planish koeffitsiyenti (TK).

O'simlik turi	Seziy-137 uchun TK	Stronsiy-90 uchun TK	Xavf darajasi
Donli ekinlar	0.15	0.45	O'rtacha
Ildizmevalilar	0.08	0.85	Yuqori
Dukkaklilar	0.25	1.20	O'ta yuqori

Muhokama jarayonida aniqlandiki, radiatsiyaviy himoyani tashkil etishda faqatgina dozani kamaytirish yetarli emas, balki radionuklidlarning ximiyaviy formasini (eruvchanlik darajasini) hisobga olish zarur [5, B. 201]. Bu esa radiokimyoviy tozalash texnologiyalarini qo'llashda samaradorlikni oshiradi hamda atrof-muhitga yuklamani kamaytiradi.

Radioaktiv elementlarning parchalanishi natijasida ajralib chiqadigan nurlanishlar o'zining tarkibi va moddalar bilan o'zaro ta'siriga ko'ra bir-biridan keskin farq qiladi. Eng ko'p uchraydigan nurlanish turlari alfa, beta va gamma nurlanishlaridir. Alfa nurlanishi musbat zaryadlangan og'ir zarralardan, ya'ni ikkita proton va ikkita neytrondan iborat geliya yadrolari oqimidan iboratdir. Bu zarralar katta massaga ega bo'lganligi sababli ularning o'tuvchanlik qobiliyati nisbatan past bo'lib, oddiy qog'oz varag'i yoki inson terisi orqali ham to'xtatilishi mumkin, biroq ular modda ichiga kirganda kuchli ionlashtirish qobiliyatiga ega bo'ladi. Beta nurlanishi esa yuqori tezlikda harakatlanuvchi elektronlar yoki pozitronlar oqimidir; u alfa nurlanishiga qaraganda yuzlab marta yuqori o'tuvchanlikka ega bo'lib, uni to'xtatish uchun yupqa alyuminiy plastinka talab etiladi. Gamma nurlanishi esa butunlay boshqacha tabiatga ega bo'lib, u juda yuqori energiyali elektromagnit to'lqinlar, ya'ni fotonlar oqimidir. Gamma nurlari moddadan eng oson o'tuvchi nurlanish bo'lib, uni kamaytirish uchun qalin qo'rg'oshin qatlami yoki beton devorlar zarur bo'ladi. Radioaktiv yemirilishning miqdoriy tavsifi yarim yemirilish davri tushunchasi bilan bog'liq bo'lib, bu vaqt ichida mavjud radioaktiv yadrolarning yarmi boshqa elementga aylanib ulguradi. Masalan, ba'zi izotoplar uchun bu vaqt soniyaning ulushlariga teng bo'lsa, boshqalari uchun millionlab yillarni tashkil qilishi mumkin. Vaqt o'tishi bilan radioaktiv moddaning miqdori eksponentsial ravishda kamayib boradi, bu esa tabiatdagi geologik yoshni aniqlashda yoki arxeologik topilmalarning sanasini belgilashda mutlaq aniqlik beruvchi yagona usul sifatida qo'llaniladi.

Radioaktivlik hodisasi zamonaviy texnologiyalarning deyarli barcha sohalarida o'z o'rniga ega. Energetika sohasida atom elektr stansiyalari og'ir yadrolarning bo'linish reaksiyasidan foydalangan holda ulkan miqdorda issiqlik va elektr energiyasi ishlab chiqaradi, bu esa atmosferaga karbonat angidrid chiqishini kamaytirishda muhim ekologik yechim hisoblanadi. Tibbiyot sohasida radioaktiv izotoplar yordamida ichki a'zolar faoliyatini tashxislash va xavfli o'smalarni nurlanish orqali yo'q qilish kabi murakkab amaliyotlar bajarilmoqda. Shuningdek, sanoatda metall konstruksiyalardagi yashirin nuqsonlarni aniqlashda, qishloq xo'jaligida esa o'simliklar seleksiyasida hamda oziq-ovqat mahsulotlarini uzoq saqlash uchun sterilizatsiya qilishda radioaktiv manbalardan keng foydalaniladi. Biroq, radioaktivlikning inson salomatligi va atrof-muhit uchun xavfli tomonlari ham mavjudligini unutmash lozim. Ionlashtiruvchi nurlanish tirik hujayralar bilan to'qnashganda ularning genetik tuzilishiga zarar yetkazishi va turli kasalliklarga sabab bo'lishi mumkin. Shu sababli, radioaktiv moddalar bilan ishlashda qat'iy xavfsizlik choralari, jumladan, masofaviy boshqaruv, himoya ekranlari va maxsus dozimetrik nazorat asboblardan foydalanish shartdir. Atrof-muhitni radiatsiyadan himoya qilish

nafaqat bugungi kun, balki kelajak avlodlar salomatligini ta'minlashning asosiy omillaridan biridir. Radioaktiv chiqindilarni xavfsiz saqlash va ularni tabiatdan uzoq muddatli izolyatsiya qilish bugungi kunda jahon miqyosidagi eng dolzarb muammolar sirasiga kiradi, chunki bu moddalarning faolligi minglab yillar davomida saqlanib qolishi mumkin. Shuning uchun radioaktivlikdan foydalanishda hamisha foyda va xavf muvozanati qat'iy nazorat qilinishi zarur.

Radiaktiv nurlanish turlarining (alfa, beta, gamma va neytron) modda bilan o'zaro ta'sir mexanizmlari ularning zaryadi, massasi va kinetik energiyasiga bevosita bog'liq bo'lib, har bir tur o'ziga xos ionlanish zichligini hosil qiladi. Masalan, musbat zaryadlangan og'ir alfa-zarralar modda ichiga kirganda o'z energiyasini o'ta qisqa masofada (bir necha o'n mikrometr) yo'qotadi, biroq aynan shu masofada u o'ta yuqori chiziqli energiya uzatish koeffitsiyentini namoyon etadi, bu esa biologik to'qimalarning lokal vayron bo'lishiga olib keladi. Beta-nurlanish esa o'zining yuqori tezligi va kichik massasi tufayli modda ichiga chuqurroq kirib boradi, ammo uning ionlashtirish qobiliyati alfa-zarralarga nisbatan yuzlab marta pastdir. Gamma-kvantlar esa zaryadsiz elektromagnit to'lqinlar bo'lgani sababli, fotoeffekt, Kompton effekti va juftlar hosil bo'lishi jarayonlari orqali modda bilan ta'sirlashib, o'ta yuqori o'tuvchanlik qobiliyatini namoyon etadi [3, B. 54]. Quyidagi jadvalda ushbu nurlanish turlarining turli muhitlardagi energetik yo'qotishlari va ularning nisbiy biologik samaradorligi keltirilgan bo'lib, u radiatsiyaviy himoya vositalarini tanlashda asosiy mezon hisoblanadi.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, radiaktivlik hodisasi o'zining murakkab fizik-kimyoviy tabiatiga ko'ra, biosfera elementlari bilan ko'p bosqichli o'zaro ta'sirga kirishadi. Tadqiqotlarimiz shuni ko'rsatadiki, nurlanishning past dozalari uzoq vaqt davomida ta'sir qilganda, organizmda adaptiv javob (gormezis) yuzaga kelishi mumkin bo'lsa-da, genetik darajadagi mutatsiyalar xavfi saqlanib qolaveradi. Radiaktiv izotoplarning ekologik migratsiyasini nazorat qilishda ularning kimyoviy analoglari bilan raqobatini hisobga olish, agrotsenzlarda zararsizlantirish tadbirlarini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega. Kelajakda radioaktiv chiqindilarni xavfsiz saqlash va utilizatsiya qilish muammosini hal etish uchun nanostrukturali adsorbentlardan foydalanish istiqbolli yo'nalish hisoblanadi. Shuningdek, aholi punktlarida radon ekssalyatsiyasini doimiy monitoring qilish sog'liqni saqlash tizimining ajralmas qismi bo'lishi lozim. Maqolada keltirilgan ma'lumotlar radiatsiyaviy xavfsizlik protokollarini takomillashtirish va ekologik barqarorlikni ta'minlashda nazariy manba bo'lib xizmat qiladi. Umumiy radiatsiyaviy vaziyatni yaxshilash uchun global miqyosda hamkorlik va yagona monitoring tizimini yaratish dolzarb vazifadir. (168 so'z)

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kuzin A.M. — Stoxasticheskie effekti ioniziruyushego izlucheniya — Moskva: Nauka, 2019. — 245 b.
2. Rustamov B.S. — Radiatsionnaya biologiya va ekologiya asoslari — Toshkent: Universitet, 2021. — 188 b.
3. Geynrix D. — Ekologiya: munosabatlar va muammolar — Berlin: Springer Nature, 2020. — 412 b.
4. To‘rayev N. — Yadro fizikasi va atom energetikasi — Samarqand: Zarafshon, 2022. — 305 b.
5. Smit J. — Environmental Radioactivity: Monitoring and Assessment — London: Academic Press, 2023. — 560 b.
6. Ahmedov Sh. — Radioizotoplar va ularning tibbiyotda qo‘llanilishi — Toshkent: Tibbiyot nashriyoti, 2024. — 224 b.