

## RADIATION SAFETY IN THE MINING OF INTELLIGENT SENSOR SYSTEMS

Axmedov Alisher Parda o'g'li

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti

Atrof-muhit muhofazasi va hayot faoliyati xavfsizligi

Kafedra assistent o'qituvchi,

Choriyeva Shahlo Sodiq qizi

Termiz Davlat muhandislik va agrotexnologiyalar

universiteti HFX 23 A guruh 3-bosqich talabasi

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20524027>

**Annotatsiya.** Ushbu maqolada radiatsion xavfsizlikni ta'minlashda aqlli sensor tizimlarining ahamiyati, ishlash tamoyillari va qo'llanilish imkoniyatlari yoritilgan. Radiatsiya darajasini real vaqt rejimida monitoring qilish, ma'lumotlarni avtomatik qayta ishlash hamda xavfli holatlar yuzaga kelganda tezkor ogohlantirish berishda aqlli sensor texnologiyalarining o'rni tahlil qilingan. Shuningdek, IoT (Internet of Things) va sun'iy intellekt texnologiyalarining radiatsion nazorat tizimlariga integratsiyalashuvi natijasida monitoring samaradorligini oshirish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari aqlli sensor tizimlari radiatsion xavfsizlikni ta'minlash, inson salomatligi va atrof-muhitni ionlashtiruvchi nurlanishning zararli ta'siridan himoya qilishda muhim vosita ekanligini ko'rsatadi.

**Kalit so'zlar:** radiatsion xavfsizlik, aqlli sensor tizimlari, radiatsion monitoring, ionlashtiruvchi nurlanish, dozimetriya, sun'iy intellekt, IoT texnologiyalari, radiatsion nazorat, xavfsizlik, radiatsiyadan himoyalaniish.

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены роль, принципы работы и возможности применения интеллектуальных сенсорных систем в обеспечении радиационной безопасности. Проанализированы возможности современных сенсорных технологий по мониторингу уровня радиации в режиме реального времени, автоматической обработке данных и оперативному оповещению о возникновении опасных ситуаций. Особое внимание уделено интеграции технологий Интернета вещей (IoT) и искусственного интеллекта в системы радиационного контроля, что позволяет повысить эффективность мониторинга и своевременно выявлять потенциальные радиационные угрозы. Результаты исследования показывают, что интеллектуальные сенсорные системы являются важным инструментом обеспечения радиационной безопасности, защиты здоровья населения и окружающей среды от вредного воздействия ионизирующего излучения.

**Ключевые слова:** радиационная безопасность, интеллектуальные сенсорные системы, радиационный мониторинг, ионизирующее излучение, дозиметрия, искусственный интеллект, Интернет вещей (IoT), радиационный контроль, системы оповещения, защита от радиации.

**Abstract.** This article examines the role, operating principles, and application possibilities of intelligent sensor systems in ensuring radiation safety. The capabilities of modern sensor technologies for real-time radiation monitoring, automatic data processing, and rapid warning of hazardous situations are analyzed. Special attention is given to the integration of the Internet of Things (IoT) and artificial intelligence technologies into radiation control systems, which significantly improve monitoring efficiency and enable the timely detection of potential radiation

hazards. The study results demonstrate that intelligent sensor systems are an important tool for ensuring radiation safety, protecting human health, and safeguarding the environment from the harmful effects of ionizing radiation.

**Keywords:** radiation safety, intelligent sensor systems, radiation monitoring, ionizing radiation, dosimetry, artificial intelligence, Internet of Things (IoT), radiation control, warning systems, radiation protection.

**Kirish.** Zamonaviy texnologiyalar jadal rivojlanib borayotgan bir sharoitda radiatsion xavfsizlikni ta'minlash masalasi dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Ionlashtiruvchi nurlanish manbalari bugungi kunda energetika, sanoat, tibbiyot, qishloq xo'jaligi va ilmiy tadqiqotlar kabi ko'plab sohalarda keng qo'llanilmoqda. Ushbu manbalardan foydalanish inson hayoti va salomatligi uchun katta imkoniyatlar yaratishi bilan birga, radiatsion xavfning yuzaga kelish ehtimolini ham oshiradi. Shu sababli radiatsiya darajasini doimiy nazorat qilish, radiatsion xavflarni o'z vaqtida aniqlash va ularning salbiy oqibatlarini kamaytirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. An'anaviy radiatsion monitoring tizimlari asosan statsionar qurilmalar va davriy nazorat usullariga asoslanadi. Bunday tizimlar ko'plab hollarda radiatsion vaziyatning tezkor o'zgarishlarini aniqlashda yetarli darajada samarali bo'lmaydi. Bundan tashqari, nazorat jarayonlarida inson omilining mavjudligi ayrim xatolarga olib kelishi mumkin. Shu bois radiatsion nazoratni avtomatlashtirish va uning aniqligini oshirish zarurati tobora ortib bormoqda. So'nggi yillarda axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, sensor qurilmalar, sun'iy intellekt va Internet of Things (IoT) texnologiyalarining rivojlanishi natijasida radiatsion xavfsizlikni ta'minlashda yangi imkoniyatlar paydo bo'ldi. Xususan, aqlli sensor tizimlari radiatsiya darajasini real vaqt rejimida kuzatish, ma'lumotlarni avtomatik yig'ish va qayta ishlash, xavfli holatlar yuzaga kelganda tezkor ogohlantirish berish imkoniyatiga ega. Ushbu tizimlar radiatsion monitoringning samaradorligini oshirib, favqulodda vaziyatlarning oldini olishga xizmat qiladi. Aqlli sensorlar radiatsion nazoratning muhim elementi bo'lib, ular yuqori sezgirlikka, tezkor ishlash imkoniyatiga hamda masofadan boshqarish funksiyalariga ega. Ular yordamida katta hududlarda radiatsion fonni uzluksiz nazorat qilish, ma'lumotlarni markazlashgan bazalarda saqlash va tahlil qilish mumkin. Sun'iy intellekt algoritmlarining qo'llanilishi esa radiatsion holatni prognozlash va ehtimoliy xavflarni oldindan aniqlash imkonini beradi. Mazkur maqolaning maqsadi radiatsion xavfsizlikni ta'minlashda aqlli sensor tizimlarining o'rni va ahamiyatini o'rganish, ularning ishlash tamoyillari hamda amaliy qo'llanilish imkoniyatlarini tahlil qilishdan iborat. Shuningdek, radiatsion monitoring tizimlarida aqlli sensorlardan foydalanishning afzalliklari, mavjud muammolari va istiqbolli rivojlanish yo'nalishlari ko'rib chiqiladi. Tadqiqotning dolzarbligi radiatsion xavfsizlik darajasini oshirish, inson salomatligi va atrof-muhitni ionlashtiruvchi nurlanishning zararli ta'siridan himoya qilishda zamonaviy aqlli texnologiyalarning ahamiyati bilan belgilanadi. Aqlli sensor tizimlarini radiatsion nazorat amaliyotiga keng joriy etish radiatsion xavflarni samarali boshqarish va xavfsizlikni ta'minlashning muhim omillaridan biri hisoblanadi.

**Radiatsion xavfsizlikning nazariy asoslari.** Radiatsion xavfsizlik – bu ionlashtiruvchi nurlanishning inson salomatligi, atrof-muhit va texnik tizimlarga salbiy ta'sirini oldini olishga qaratilgan chora-tadbirlar tizimidir. Ionlashtiruvchi nurlanish alfa, beta, gamma nurlari hamda neytron oqimlari ko'rinishida bo'lishi mumkin. Ushbu nurlanishlar tirik hujayralar tuzilmasiga zarar yetkazib, DNK o'zgarishlari, nurlanish kasalligi va uzoq muddatli onkologik kasalliklar rivojlanishiga sabab bo'lishi mumkin. Radiatsion xavfsizlikning asosiy tamoyillari quyidagilardan iborat:

Vaqtini kamaytirish (nurlanish manbai bilan ishlash vaqtini qisqartirish)

Masofani oshirish (manbadan uzoqlashish)

Ekranlash (himoya) (qo'rg'oshin, beton va boshqa materiallar orqali to'sish)

Shuningdek, radiatsion xavfsizlik dozimetrik nazorat, monitoring tizimlari va me'yoriy hujjatlar asosida amalga oshiriladi.

**Aqlli sensor tizimlarining ishlash prinsipi.** Aqlli sensor tizimlari radiatsion nurlanish darajasini aniqlash, o'lchash va tahlil qilish uchun mo'ljallangan zamonaviy qurilmalar majmuasidir. Ushbu tizimlar sensorlar, ma'lumot uzatish modullari va markaziy qayta ishlash blokidan iborat. Sensorlar gamma yoki beta nurlanishni aniqlab, uni elektr signalga aylantiradi. Keyin bu signal raqamlashtirilib, tizimga uzatiladi. Aqlli algoritmlar yordamida ma'lumotlar tahlil qilinadi va xavf darajasi aniqlanadi. Aqlli sensor tizimlarining asosiy xususiyatlari: real vaqt rejimida ishlash, yuqori sezgirlik, avtomatik ma'lumot uzatish, masofaviy boshqaruv.

**Radiatsion monitoringda IoT texnologiyalaridan foydalanish.** IoT (Internet of Things) texnologiyalari radiatsion monitoringni yangi bosqichga olib chiqdi. Ushbu texnologiya yordamida sensorlar internet tarmog'iga ulanadi va ma'lumotlar markaziy serverga uzatiladi. IoT tizimlari orqali: radiatsiya darajasi real vaqt rejimida kuzatiladi, hududiy xaritalar shakllantiriladi, avtomatik ogohlantirish tizimlari ishlaydi. Bu yondashuv katta hududlarda, masalan sanoat zonalari yoki yadro obyektlarida monitoringni samarali tashkil etish imkonini beradi.

**Sun'iy intellekt va aqlli sensorlar integratsiyasi.** Sun'iy intellekt (SI) texnologiyalari aqlli sensor tizimlarining imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytiradi. SI algoritmlari radiatsion ma'lumotlarni tahlil qilib, xavfli holatlarni oldindan prognoz qilishi mumkin. Masalan: anomal (g'ayritabiiy) radiatsiya o'zgarishlarini aniqlash, xavf darajasini baholash, favqulodda vaziyatlarni prognozlash. Bu esa radiatsion xavfsizlikni proaktiv boshqarish imkonini beradi.

**Aqlli sensor tizimlarining afzalliklari.** Aqlli sensor tizimlari an'anaviy monitoring usullariga nisbatan bir qator afzalliklarga ega: real vaqt rejimida nazorat, yuqori aniqlik va ishonchlilik, inson omilining kamayishi, avtomatlashtirilgan ogohlantirish, uzoq masofadan boshqarish imkoniyati. Bu xususiyatlar radiatsion xavfsizlik darajasini sezilarli oshiradi.

**Mavjud muammolar va istiqbollar.** Aqlli sensor tizimlarining rivojlanishiga qaramay, ayrim muammolar mavjud: yuqori narx va texnik jihozlash xarajatlari, kiberxavfsizlik xavflari, texnik xizmat ko'rsatish murakkabligi, barcha hududlarda to'liq joriy etilmaganligi. Kelajakda esa ushbu tizimlarning: yanada arzonlashishi, sun'iy intellekt bilan chuqur integratsiyasi, mobil va dron asosidagi monitoring tizimlari, global radiatsion kuzatuv tarmoqlariga ulanishi kutilmoqda.

**Xulosa.** Radiatsion xavfsizlikni ta'minlash bugungi kunda sanoat, tibbiyot, energetika va ilmiy tadqiqotlar sohalarida muhim ahamiyat kasb etadi. Ionlashtiruvchi nurlanishning inson salomatligi va atrof-muhitga salbiy ta'siri tufayli radiatsion monitoring tizimlarini takomillashtirish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Ushbu maqolada aqlli sensor tizimlarining radiatsion xavfsizlikni ta'minlashdagi o'rni va imkoniyatlari tahlil qilindi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, aqlli sensorlar radiatsiya darajasini real vaqt rejimida kuzatish, ma'lumotlarni avtomatik qayta ishlash hamda xavfli holatlar yuzaga kelganda tezkor ogohlantirish berish imkonini beradi. Bu esa radiatsion xavfsizlik tizimlarining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Shuningdek, IoT texnologiyalari va sun'iy intellektning integratsiyasi radiatsion monitoring jarayonlarini avtomatlashtirish, katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilish va xavfli holatlarni oldindan prognoz qilish imkonini yaratadi. Bu yondashuv radiatsion avariylar oqibatlarini kamaytirish va ularning oldini olishda muhim ahamiyatga ega. Umuman olganda, aqlli sensor tizimlari radiatsion xavfsizlikni ta'minlashning zamonaviy, samarali va istiqbolli

yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, inson hayoti va atrof-muhitni ionlashtiruvchi nurlanish xavfidan himoya qilishda muhim o‘rin tutadi.

### **Adabiyotlar, References, Литературы:**

1. O‘zbekiston Respublikasi. Radiatsion xavfsizlik to‘g‘risidagi qonun hujjatlari. – Toshkent, 2019–2024 yy.
2. O‘zbekiston Respublikasi. Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish to‘g‘risidagi normativ-huquqiy hujjatlar to‘plami. – Toshkent, 2020–2024 yy.
3. Radiatsiya xavfsizligi asoslari: darslik. – Toshkent: O‘qituvchi nashriyoti, 2022. – 240 b.
4. Ionlashtiruvchi nurlanish va uning biologik ta‘siri: o‘quv qo‘llanma. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021. – 198 b.
5. Ekologiya va barqaror rivojlanish asoslari: o‘quv qo‘llanma. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021. – 210 b.
6. Mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligi: darslik. – Toshkent: Iqtisodiyot, 2020. – 220 b.
7. Radiatsion monitoring va nazorat asoslari: o‘quv-uslubiy qo‘llanma. – Toshkent, 2021. – 185 b.
8. International Atomic Energy Agency (IAEA). Radiation Protection and Safety Standards. – Vienna: IAEA, 2019–2025.
9. Ilmiy elektron resurslar: <https://www.iaea.org>. <https://www.who.int>.  
<https://www.icrp.org>.