

O‘ZBEKISTON SHAROITIDA RADIATION RAZVEDKANI DIFFERENSIAL YONDASHUV ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH

Fuqaro muhofazasi instituti RKTBM kafedrası dotsenti,
t.f.f.d. (PhD) Mardonov Alisher Abdunazarovich,
Fuqaro muhofazasi instituti 1-bosqich magistratura talabalari
Vaxobov Davron Eldor o‘g‘li, Primov Jamshid Jurayevich

Annotatsiya. Ushbu maqolada O‘zbekiston Respublikasidagi radiatsiyaviy xavf obyektlarining o‘ziga xos xususiyatlari va ularda radiatsion razvedka ishlarini tashkil etishni optimallashtirish masalalari tadqiq etilgan. Tadqiqot davomida mamlakatdagi radiatsion xavf manbalari hududiy joylashuvi, relyefi va texnik holatidan kelib chiqib razvedka nuqtai nazaridan asosiy guruhga ajratildi. Muallif tomonidan har bir obyekt guruhi uchun differensial (farqli) yondashuv zarurligi ilmiy asoslangan. Maqolaning ilmiy yangiligi sifatida dala o‘lchovlari, dozimetrik nazorat va boshqaruv qarorlarini yagona zanjirga birlashtiruvchi uch bosqichli operatsion model taklif etilgan. Ushbu yondashuv radiatsion razvedka jarayonini optimallashtirish, tezkor va asoslangan qaror qabul qilish hamda aholi va qutqaruvchilar xavfsizligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: radiatsion razvedka, favqulodda vaziyatlar, differensial yondashuv, radiatsion xavf obyektlari, uch bosqichli operatsion model, doza baholash, tezkor qarorlar.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ РАЗВЕДКИ В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА НА ОСНОВЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ПОДХОДА

Аннотация. В данной статье исследуются особенности радиационно-опасных объектов Республики Узбекистан и вопросы оптимизации организации радиационной разведки на этих объектах. В ходе исследования источники радиационной опасности в стране классифицированы на основные группы с точки зрения разведки с учетом их территориального расположения, рельефа и технического состояния. Автором научно обоснована необходимость применения дифференциального подхода для каждой группы объектов. В качестве основного научного результата предложена трёхэтапная операционная модель, объединяющая полевые измерения, дозиметрический контроль и процессы принятия управленческих решений в единую систему. Данный подход направлен на оптимизацию процесса радиационной разведки, обеспечение оперативного и обоснованного принятия решений, а также повышение безопасности населения и спасательных подразделений.

Ключевые слова: радиационная разведка, чрезвычайные ситуации, дифференциальный подход, радиационно-опасные объекты, трёхэтапная операционная модель, оценка дозы, оперативные решения.

IMPROVING RADIATION RECONNAISSANCE IN THE CONDITIONS OF UZBEKISTAN BASED ON A DIFFERENTIAL APPROACH

Abstract. This article examines the specific characteristics of radiation-hazardous facilities in the Republic of Uzbekistan and addresses the issues of optimizing the organization of radiation reconnaissance at these sites. In the course of the study, sources of radiation hazard

in the country were classified into main groups from a reconnaissance perspective, taking into account their geographical location, terrain features, and technical condition. The necessity of applying a differential approach for each group of facilities is scientifically substantiated. As the main scientific contribution, a three-stage operational model is proposed, integrating field measurements, dosimetric control, and decision-making processes into a unified framework. This approach is aimed at optimizing the radiation reconnaissance process, ensuring prompt and well-grounded decision-making, and enhancing the safety of both the population and emergency response personnel.

Keywords: radiation reconnaissance, emergencies, differential approach, radiation-hazardous facilities, radiation safety, dose assessment, monitoring, management decisions.

Kirish qismi

Radiatsiyaviy xavfsizlikni ta'minlash bu nafaqat davlat talabi, balki aholi salomatligi va atrof-muhitni muhofaza qilishning eng muhim shartidir [1]. Ushbu sohadagi faoliyatning huquqiy asosi va xavfli obyektlarda sanoat xavfsizligini ta'minlash tartiblari milliy qonunchilikda aniq belgilab qo'yilgan [2]. Xususan, ionlashtiruvchi nurlanish manbalari bilan bog'liq har qanday holatda monitoring o'tkazish va tezkor choralar ko'rish davlat tizimining ustuvor vazifasidir [3]. Biroq, amaliyotda radiatsion vaziyatni baholashda yagona andozadan foydalanish kutilgan samaralarni bermaydi. Qutqaruv bo'linmalarining hozirgi uslubiy yo'riqnomalari ko'proq umumiy holatlarga mo'ljallangan bo'lib [4], har xil turdagi obyektlarning o'ziga xosligini to'liq qamrab olmaydi. Xalqaro atom energiyasi agentligi (IAEA) standartlari esa har bir xavf darajasidan kelib chiqib, farqli (differensial) yondashuvni qo'llashni tavsiya etadi [5].

O'zbekiston sharoitida ushbu differensial yondashuv juda dolzarb, chunki mamlakatimizdagi radiatsion xavf manbalari hududiy jihatdan turlicha xarakterga ega [9]:

- Sobiq uran merosi hududlari: Toshkent viloyatining Yangiobod va Chorkesar uchastkalari (tog'li relyef, eroziya xavfi yuqori);
- Faol uran qazib olish maydonlari: Navoiy viloyatining Uchquduq va Zarafshon tumanlari (cho'l zonasi, qum bo'ronlari orqali tarqalish xavfi);
- Radioaktiv chiqindilar infratuzilmasi: Toshkent viloyatidagi Pichansoy maxsus obyekti;
- Tarqoq nurlanish manbalari: Yirik sanoat va tibbiyot muassasalari.

Hamma joyda bir xil razvedka uslubini qo'llash vaqtni boy berishga va xatoliklarga olib kelishi mumkin [10]. Shu sababli, zamonaviy sun'iy intellekt (SI) algoritmlarini jarayonga integratsiya qilish orqali ma'lumotlarni tahlil qilishni avtomatlashtirish zarurati tug'ilmoqda [11].

Shu bois, mazkur maqolada radiatsion razvedkani obyekt turiga qarab to'g'ri taqsimlash va SI yordamida tezkor qaror qabul qilishga xizmat qiluvchi uch bosqichli operatsion modelni ishlab chiqish maqsad qilib olingan.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

Radiatsion razvedkani tashkil etishning ilmiy, huquqiy va uslubiy asoslari quyidagi mantiqiy guruhlarda tahlil qilindi:

1. Milliy huquqiy-me'yoriy asoslar: O'zbekiston Respublikasining "Radiatsiyaviy xavfsizlik to'g'risida"gi Qonuni [1] va "Xavfli ishlab chiqarish

obyektlarining sanoat xavfsizligi to'g'risida"gi Qonuni [2] sohadagi faoliyatning huquqiy poydevorini tashkil etadi. Vazirlar Mahkamasining 869-sonli qarori [3] radiatsiyaviy avariylarni prognoz qilish va monitoring o'tkazishning yagona tizimini belgilab beradi. Shuningdek, hukumatning 184-sonli qarori [4] bilan tasdiqlangan qoidalarda qutqaruv xizmatlarining favqulodda vaziyatlardagi harakat doirasi va maqomi huquqiy jihatdan mustahkamlangan. Biroq, ushbu hujjatlar ko'proq umumiy tartibga solishga qaratilgan bo'lib, turli relyefli hududlarda razvedkani differensial tashkil etishning amaliy huquqiy va texnik usullarini to'liq qamrab olmaydi.

2. Xalqaro standartlar va zamonaviy texnologiyalar: Xalqaro atom energiyasi agentligi (IAEA) tomonidan nashr etilgan "GSR Part 7" standarti [5] va "GSG-2" qo'llanmasi [7] radiatsiyaviy favqulodda vaziyatlarda xavfni baholash va tezkor mezonlarni (OILs) qo'llash bo'yicha dunyo tajribasini taqdim qisman etadi. Jahon sog'liqni saqlash tashkilotining (WHO) "Joint external evaluation..." hisoboti [8] esa O'zbekistonning radiatsion monitoring salohiyatini xalqaro mezonlar asosida baholaydi. Ushbu yo'nalishdagi eng zamonaviy yondashuv IAEAning 2023-yildagi "Artificial Intelligence for Nuclear Applications and Science" [11] nashrida o'z aksini topgan bo'lib, unda sun'iy intellekt (SI) algoritmlari orqali ma'lumotlarni tahlil qilish tezligini oshirish zarurligi metodik jihatdan asoslangan.

3. Amaliy-metodik qo'llanmalar va milliy hisobotlar: Dala sharoitida ishlash tartiblarini o'rganishda IAEAning "Manual for First Responders to a Radiological Emergency" [6] qo'llanmasi va Rossiya FVVning "Справочник спасателя" (7-kitob) [10] kabi amaliy manbalari tahlil qilindi. Ushbu manbalar razvedka guruhlarining texnik tayyorgarligini bayon etsa-da, ularning 2006-yillarga tegishli ekanligi zamonaviy raqamli texnologiyalar va SI elementlarini qo'llashda ma'lum bir uslubiy bo'shliqni yuzaga keltirmoqda.

O'zbekistonning 2024-yilda IAEAg taqdim etgan "Third National Report on the Safety of Radioactive Waste Management" [9] hisoboti esa tadqiqotning amaliy asosi bo'lib xizmat qildi. Ushbu hujjatda Yangiobod, Chorkesar va Pichansoy kabi obyektlarning hozirgi texnik holati va ulardagi o'ziga xos xavf omillari tahlil qilingan. Aynan ushbu hisobot ma'lumotlari bizga har bir obyekt guruhi uchun alohida, ya'ni toifalangan operatsion model ishlab chiqish zarurligini isbotlashga yordam berdi.

Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqotning metodologik asosini radiatsiyaviy xavfsizlik muammolarini o'rganishga qaratilgan quyidagi tizimli uslublar majmuasi tashkil etadi:

Me'yoriy-huquqiy tahlil: O'zbekiston qonunchiligi [1, 2] va hukumat qarorlari [3, 4] asosida sohadagi huquqiy bo'shliqlar hamda qutqaruvchilarning vakolatlari o'rganildi.

Qiyosiy tahlil: Milliy amaliy qo'llanmalar [10] va xalqaro IAEA standartlari [5, 7] qiyoslanib, an'anaviy usullarning kamchiliklari hamda sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining [11] afzalliklari aniqlandi.

Tasniflash va tizimlashtirish: 2024-yilgi Milliy hisobot [9] asosida radiatsion xavf obyektlari to'rtta toifaga (uran merosi, faol konlar, yopiq infratuzilma va tarqoq manbalar) ajratildi.

Funksional-tizimli yondashuv: Razvedka jarayoni yaxlit tizim sifatida qaralib, unda ma'lumotlarni yig'ish, SI yordamida tahlil qilish va qaror qabul qilish bosqichlarining o'zaro bog'liqligi ishlab chiqildi.

Umumlashtirish: Nazariy va amaliy xulosalar asosida radiatsion razvedkani optimallashtiruvchi yangi operatsion model shakllantirildi.

Tahlil va natijalar

Tadqiqotning amaliy asosi sifatida Xalqaro atom energiyasi agentligi (MAGATE) rasmiy portalida e'lon qilingan "O'zbekiston Respublikasining ishlatilgan yoqilg'ilarni boshqarish xavfsizligi va radioaktiv chiqindilarni boshqarish xavfsizligi to'g'risidagi Birlashgan Konvensiya majburiyatlarini bajarish bo'yicha Uchinchi Milliy hisoboti" tahlil qilindi [9]. Ushbu hujjat va JSSTning qo'shma baholash hisoboti [8] tahlili shuni ko'rsatdiki, mamlakatdagi radiatsiyaviy xavf obyektlari o'zining geografik joylashuvi va texnik holatiga ko'ra keskin farqlanadi.

MAGATE hisoboti [9] asosida mamlakat hududidagi radiatsiyaviy xavf manba va obyektlari radiatsion razvedka ehtiyojlari nuqtayi nazaridan to'rt asosiy guruhga tizimlashtirildi (1-rasm):



1-rasm. O'zbekistonda radiatsion xavf obyektlarining to'rtta asosiy guruhi (muallif ishlanmasi).

Sobiq uran merosi hududlari: Yangiobod va Chorkesar maydonlarida tabiiy eroziya va sel kelishi natijasida radionuklidlarning daryo havzalariga tarqalish xavfi mavjudligi qayd etilgan. Shu bois, 2023-yil aprel oyidan boshlab Yevropa tiklanish va taraqqiyot banki grantlari hisobidan ushbu maydonlarda faol tozalash (remediatsiya) ishlari amalga oshirilmoq ekanligi ko'rsatilgan. Bu esa differensial yondashuvda tog'li hududlar uchun maxsus mobil razvedka usullarini qo'llash zaruratini ilmiy asoslaydi.

Uran qazib olish va qayta ishlash maydonlari: Uchquduq, Zarafshon va Nurobod tumanlarida uran qazib olish 1994-yildan buyon faqat yer osti tanlab eritish usulida amalga oshirilayotgani takidlangan. Ushbu texnologiya ochiq konlarga nisbatan radioaktiv chang hosil bo'lishini kamaytirsada, texnologik eritmalar va quduqlar atrofida doimiy monitoringni talab etadi.

Radioaktiv chiqindilar infratuzilmasi: "Pichansoy" (SI "RPZRO" INP) obyekti respublikadagi yagona ixtisoslashtirilgan saqlash punkti bo'lib, undagi ayrim omborlar (1, 4 va 8-sonli) 92% dan 100% gacha to'lgan. Mazkur holat sohada monitoringni avtomatlashtirish va obyekt xavfsizligini ta'minlashda inson omilini kamaytirishni taqozo etadi.

Tarqoq nurlanish manbalari: Tibbiyot, sanoat va ilmiy faoliyatda qo'llaniladigan 700 dan ortiq nurlanish manbalari, jumladan, Yadro fizikasi instituti reaktori hududida saqlanayotgan yoqilg'i majmuasi alohida nazorat obyekti hisoblanadi.

Tadqiqot doirasida aniqlangan farqlarni tizimlashtirish asosida radiatsion xavf obyektlari radiatsion razvedka ehtiyojlari nuqtayi nazaridan to'rt asosiy guruhga ajratildi (1-rasm) [2, 4, 5, 7, 8, 9; 10].

Obyektlarning xilma-xilligi an'anaviy (piyoda guruhlar va statsionar punktlar) razvedka uslublari barcha holatlarda kutilgan natijani bermasligini ko'rsatadi [5, 6, 10]. Shu bois, Radiatsiyaviy avariylarni prognoz qilish, barvaqt aniqlash va harakat qilish yagona davlat tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risidagi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 869-son qarori qarori talablariga muvofiq "barvaqt aniqlash" tizimini takomillashtirish maqsadida [3] quyidagi uch bosqichli operatsion model taklif etildi (2-rasm):

O'zbekistonda radiatsion razvedkaning uch bosqichli operatsion modeli



2-rasm. O'zbekistonda radiatsion xavf obyektlarining to'rtta asosiy guruhi (muallif ishlanmasi).

1-bosqich: Dastlabki tahlil va strategik yo'naltirish. MAGATE ning raqamli texnologiyalarga oid tavsiyalari [11] asosida, dastlabki axborotni qabul qilish,

hodisa turini aniqlashtirish va razvedka kuch-vositalarini (UUA yoki mobil laboratoriyalar) xavf manbaiga mos ravishda yo‘naltirish amalga oshiriladi [3, 6; 10].

2-bosqich: Taktik razvedka va dala o‘lchovlari. IAEA GSR Part 7 va xalqaro metodik qo‘llanmalar asosida joyning radiatsion holatini bevosita o‘lchash, ifloslanish chegaralarini aniqlash va xodimlarning individual dozimetrik nazoratini ta‘minlash nazarda tutiladi [4, 5, 6, 10].

3-bosqich: Baholash va boshqaruv qarorlarini asoslash. Olingan natijalar IAEA GSG-2 standartidagi doza mezonlari asosida baholanib [7], aholini himoya qilish hamda tezkor boshqaruv qarorlarini qabul qilish uchun amaliy xulosaga aylantiriladi [5, 7].

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki, unda O‘zbekiston sharoitidagi radiatsion xavf obyektlari razvedka ehtiyojlari nuqtayi nazaridan tizimli guruhlashtirildi, har bir guruh uchun differensial vazifalar belgilandi hamda dala o‘lchovlari bilan boshqaruv qarorlarini o‘zaro bog‘laydigan uch bosqichli operatsion model ishlab chiqildi. Mazkur yondashuv radiatsion razvedkani umumiy kuzatuv tadbiridan aniq obyekt turiga moslashtirilgan amaliy boshqaruv mexanizmiga aylanishiga hissa qo‘shadi.

Xulosa va takliflar

O‘tkazilgan tadqiqot O‘zbekiston sharoitida radiatsion xavf obyektlarining kelib chiqishi, hududiy joylashuvi va ehtimoliy oqibatlariga ko‘ra keskin farqlanishini, bu esa favqulodda vaziyatlarda yagona andozadagi razvedka uslubidan foydalanish samarasiz ekanligini ilmiy jihatdan isbotladi. Tadqiqot natijalari radiatsion xavf obyektlarini guruhlash, radiatsion razvedkani differensial yondashuv asosida tashkil etish, vaziyatni aniqroq baholash, ustuvor nazorat nuqtalarini to‘g‘ri belgilash hamda boshqaruv qarorlarini tezkor va asosli qabul qilishning yagona strategik yo‘li ekanligini ko‘rsatdi. Mazkur yondashuv radiatsion razvedkani umumiy kuzatuv tadbiridan obyektga mos amaliy boshqaruv vositasi, aholi va qutqaruvchilarning xavfsizligini ta‘minlash, radiatsion razvedkani yangi bosqichga olib chiqishga fundamental asos bo‘la oladi.

Tadqiqotning ilmiy-amaliy xulosalaridan kelib chiqib, quyidagi chora-tadbirlarni amalga oshirish tavsiya etiladi:

Differensial reglamentlarni joriy etish: Favqulodda vaziyatlar vazirligi tizimida radiatsion razvedka tadbirlarini obyekt guruhlaridan kelib chiqib farqli tartibda rejalashtirishni nazarda tutuvchi yangi uslubiy yo‘riqnomalar ishlab chiqish.

Operatsion zanjirni raqamlashtirish: Radiatsion razvedka ma‘lumotlarini to‘plash, tahlil qilish va qaror qabul qilish bosqichlarini yagona raqamli platformaga integratsiya qilish orqali inson omili bilan bog‘liq xatoliklarni va vaqt yo‘qotilishini minimallashtirish.

Texnik vositalarni obyektga moslashtirish: Relyefi murakkab va nurlanish darajasi yuqori bo‘lgan zonalarda an‘anaviy piyoda razvedka o‘rniga radiometrik datchiklar bilan jihozlangan uchuvchisiz uchish apparatlari (UUA)

hamda mobil laboratoriyalardan foydalanish metodikasini ustuvor vazifa sifatida belgilash.

Monitoring tizimini avtomatlashtirish: xavfli obyektlar atrofidagi stasionar datchiklar tarmog'ini raqamli tahlil algoritmlari bilan boyitish orqali "barvaqt ogohlantirish" tizimi samaradorligini oshirish.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. O'zbekiston Respublikasining 2000-yil 31-avgustdagi 120-II-son Qonuni. Radiatsiyaviy xavfsizlik to'g'risida. <https://lex.uz/uz/docs/-26166>

2. O'zbekiston Respublikasining 2006-yil 28-sentabrdagi O'RQ-57-son Qonuni. Xavfli ishlab chiqarish obyektlarining sanoat xavfsizligi to'g'risida. <https://lex.uz/docs/1061181>

3. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019-yil 15-oktabrdagi 869-son qarori. Radiatsiyaviy avariyalarni prognoz qilish, barvaqt aniqlash va harakat qilish yagona davlat tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida. <https://lex.uz/uz/docs/-4559307>

4. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2014-yil 9-iyuldagi 184-son qarori. "Qutqaruv xizmati va qutqaruvchi maqomi to'g'risida"gi O'zbekiston Respublikasi Qonunini amalga oshirish chora-tadbirlari haqida

5. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency*. IAEA Safety Standards Series No. GSR Part 7. Vienna: IAEA, 2015. 102 p. <https://www.iaea.org/publications/10905/preparedness-and-response-for-a-nuclear-or-radiological-emergency>

6. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Manual for First Responders to a Radiological Emergency*. Vienna: IAEA, 2006. <https://www.iaea.org/publications/7606/manual-for-first-responders-to-a-radiological-emergency>

7. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency*. IAEA Safety Standards Series No. GSG-2. Vienna: IAEA, 2011. 91 p. <https://www.iaea.org/publications/8506/criteria-for-use-in-preparedness-and-response-for-a-nuclear-or-radiological-emergency>

8. World Health Organization. *Joint external evaluation of IHR core capacities of Uzbekistan: mission report, 16–20 May 2022*. Geneva: World Health Organization; 2023. Available from: <https://extranet.who.int/sph/sites/default/files/document-library/document/Uzbekistan%20-%20JEE%20-%202016-20%20May%202022.pdf>

9. Republic of Uzbekistan. *Third National Report of the Republic of Uzbekistan on the Compliance with the Obligations of the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management. Eighth Review Meeting*. 2024. 61 p. Available from: <https://www.iaea.org/sites/default/files/2025-08/uzbekistan-national-report-8rm-english.pdf>

10. Справочник спасателя. Книга 7: Спасательные работы по ликвидации последствий радиоактивных загрязнений. М.: ВНИИ ГОЧС, 2006. 152 с. <https://studfile.net/preview/5394883/>

11. IAEA Publication. Artificial Intelligence for Nuclear Applications and Science. – Vienna: International Atomic Energy Agency, 2023. 98 p. <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/ART-INTweb.pdf>

RADIOAKTIV, KIMYOVIY VA BIOLOGIK XAVFLARNI MONITORING QILISH HAMDA RAZVEDKA TIZIMLARINI TAKOMILLASHTIRISHNING ILMIY-USLUBIY ASOSLARI

Annotatsiya. Ushbu maqolada radioaktiv, kimyoviy va biologik (RKB) favqulodda vaziyatlarda monitoring qilish va razvedka tizimlarini takomillashtirish masalalari ilmiy-nazariy jihatdan tahlil qilingan. Tadqiqot davomida RKB xavflarining shakllanish omillari, ularning inson salomatligi va atrof-muhitga ta'sir mexanizmlari hamda zamonaviy monitoring usullari o'rganilgan. O'zbekistondagi mavjud huquqiy-institutsional asoslar ko'rib chiqilib, amaldagi monitoring va razvedka tizimlaridagi integratsiyalashuv darajasi baholangan. Maqola yakunida monitoring ma'lumotlarini razvedka natijalari bilan yagona axborot platformasiga birlashtirish, zamonaviy GIS va axborot texnologiyalaridan foydalanish orqali tezkor qaror qabul qilish samaradorligini oshirish bo'yicha ilmiy takliflar ilgari surilgan.

Kalit so'zlar: radioaktiv xavf, kimyoviy xavf, biologik xavf, monitoring tizimi, RKB razvedka, favqulodda vaziyatlar, radiatsiyaviy xavfsizlik, GIS texnologiyalari, integratsiyalashgan platform.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И РАЗВЕДКИ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНЫХ, ХИМИЧЕСКИХ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ОПАСНОСТЕЙ

Аннотация. В данной статье научно-теоретически проанализированы вопросы совершенствования систем мониторинга и разведки в условиях радиоактивных, химических и биологических (РХБ) чрезвычайных ситуаций. В ходе исследования изучены факторы формирования РХБ-угроз, механизмы их воздействия на здоровье человека и окружающую среду, а также современные методы мониторинга. Рассмотрены существующие правовые и институциональные основы в Узбекистане, оценена степень интеграции действующих систем. В завершение статьи выдвинуты научные предложения по объединению данных мониторинга с результатами разведки в единую информационную платформу, а также повышению эффективности принятия оперативных решений с использованием современных ГИС и информационных технологий.

Ключевые слова: радиоактивная опасность, химическая опасность, биологическая опасность, система мониторинга, РХБ разведка, чрезвычайные ситуации, радиационная безопасность, ГИС-технологии, интегрированная платформа.

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL BASES FOR IMPROVING MONITORING AND RECONNAISSANCE SYSTEMS UNDER RADIOACTIVE, CHEMICAL, AND BIOLOGICAL HAZARDS

Abstract. This article provides a scientific and theoretical analysis of improving monitoring and reconnaissance systems in radioactive, chemical, and biological (RCB) emergency situations. The study explores the factors influencing the formation of RCB hazards, their impact mechanisms on human health and the environment, and modern monitoring methods

. The existing legal and institutional frameworks in Uzbekistan are reviewed, and the level of integration of current systems is assessed . The article concludes with scientific proposals for integrating monitoring data with reconnaissance results into a single information platform and enhancing the efficiency of rapid decision-making through modern GIS and information technologies.

Keywords: radioactive hazard, chemical hazard, biological hazard, monitoring system, RCB reconnaissance, emergency situations, radiation safety, GIS technologies, integrated platform.

Kirish qismi

Radioaktiv, kimyoviy va biologik (RKB) xavflar zamonaviy texnologiya jamiyatda aholi xavfsizligiga tahdid soluvchi eng murakkab omillar sirasiga kiradi. Ushbu xavflarning o'ziga xosligi shundaki, ular ko'pincha yashirin xarakterga ega bo'lib, atrof-muhit va inson salomatligiga qisqa va uzoq muddatli salbiy oqibatlar keltirib chiqaradi [1, 2]. Global miqyosda sanoatning rivojlanishi va urbanizatsiya jarayonlari RKB xavflarini monitoring qilish hamda ularga qarshi tezkor razvedka tizimlarini doimiy takomillashtirib borishni taqazo etmoqda [12, 15].

RKB monitoringi — bu atrof-muhit holatini muntazam kuzatish, xavfli moddalar konsentratsiyasini aniqlash va ularning o'zgarish dinamikasini tahlil qilish jarayonidir. Razvedka tizimi esa bevosita favqulodda vaziyat o'chog'ida xavf manbasini identifikatsiyalash va zararlanish ko'lamini aniqlashtirish vazifasini bajaradi [20, 21]. Biroq, amaldagi tizimlarda ushbu ikki jarayon o'rtasida axborot almashinuvi mexanizmlarining yetarli darajada integratsiyalashmaganligi favqulodda vaziyatlarda qaror qabul qilish tezligiga salbiy ta'sir ko'rsatmoqda [3, 16]. Xususan, an'anaviy razvedka usullari yuqori radiatsiyaviy yoki kimyoviy ifloslanish sharoitida shaxsiy tarkibning hayoti va sog'lig'i uchun jiddiy xavf tug'dirishi mumkin [9, 10].

Xalqaro atom energiyasi agentligi (IAEA) va boshqa nufuzli xalqaro tashkilotlarning so'nggi yillardagi strategik hujjatlarida RKB monitoringini raqamlashtirish va bu jarayonga sun'iy intellekt (AI) hamda uchuvchisiz uchish apparatlarini (UAV) keng jalb etish ustuvor vazifa sifatida belgilangan [5, 6, 14]. Zamonaviy datchiklar tarmoqlari (WSN) va geografik axborot tizimlari (GIS) integratsiyasi xavf hududlarini real vaqt rejimida xaritaga tushirish va zaharli moddalarning tarqalishini aniq prognozlash imkonini beradi [13, 18].

O'zbekiston Respublikasida aholini va hududlarni favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilishning huquqiy asoslari so'nggi yillarda sezilarli darajada yangilandi [1, 7]. Shunga qaramay, amaldagi monitoring va razvedka tizimlarini yagona raqamli platformaga birlashtirishning ilmiy-uslubiy asoslarini ishlab chiqish dolzarb muammo bo'lib qolmoqda. Ushbu maqolada RKB xavflarini monitoring qilish va razvedka qilish tizimlarini innovatsion texnologiyalar asosida takomillashtirish, ma'lumotlarni yagona axborot maydonida tahlil qilish orqali favqulodda vaziyatlarda harakat qilish samaradorligini oshirish masalalari tadqiq etiladi.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili

Radioaktiv, kimyoviy va biologik (RKB) xavflarni monitoring qilish va razvedka tizimlarini takomillashtirish masalalari ko'plab mahalliy va xorijiy tadqiqotchilar hamda xalqaro tashkilotlar tomonidan o'rganilgan. Mavzuga oid adabiyotlarni tahlil qilish natijasida quyidagi asosiy yo'nalishlarni ajratib ko'rsatish mumkin:

1. Milliy nazariy va huquqiy asoslar

O'zbekistonda aholi va hududlarni favqulodda vaziyatlardan muhofaza qilishning huquqiy asosi [1, 2] kabi qonun hujjatlarida belgilangan bo'lib, ular monitoring tizimlarining davlat miqyosidagi o'rnini ko'rsatib beradi. Radiatsiyaviy xavfsizlik va kimyo sanoatidagi texnologik jarayonlarning xavflilik tahlili bo'yicha mahalliy olimlar Pulatov X.L. va Mardonov A.A.larning ilmiy ishlarida [10, 16] RKB monitoringining milliy tizimi hamda xavfsizlik me'yorlari (SanPiN) bilan bog'liqligi tahlil qilingan. Shuningdek, radiatsiyaviy ifloslanish hududlarida qutqaruv ishlarini tashkil etishning amaliy metodikasi "Qutqaruvchi ma'lumotnomasi"da [9] o'z aksini topgan bo'lib, u razvedka jarayonidagi bazaviy amallarni belgilaydi.

2. Xalqaro standartlar va global tajriba

Xalqaro atom energiyasi agentligi (IAEA) tomonidan ishlab chiqilgan xavfsizlik standartlari [5] yadroviy va radiatsiyaviy favqulodda vaziyatlarda tezkor javob qaytarishning global protokoli hisoblanadi. Kimyoviy tahdidlarga qarshi kurashishda OPCW ning metodik tavsiyalari [7] va Butunjahon sog'liqni saqlash tashkilotining (WHO) biologik xavflar bo'yicha ko'rsatmalari [8] monitoring tizimlarini integratsiyalashgan holda boshqarish zarurligini tasdiqlaydi. Ushbu manbalarda xavfni shunchaki aniqlash emas, balki uni jamoat salomatligi va ekotizimlar nuqtayi nazaridan baholash (Risk Assessment) ustuvor yo'nalish sifatida qayd etilgan [15, 20].

3. Raqamli va innovatsion texnologiyalar tahlili

Monitoring va razvedka tizimlarini raqamlashtirish masalalari so'nggi yillardagi ilmiy jamoatchilik diqqat markazida turibdi. Xususan, IAEAning 2023-yilgi maxsus hisoboti [6] yadroviy xavfsizlikda sun'iy intellekt (AI) algoritmlarini qo'llashning ilmiy-nazariy asoslarini ochib beradi. Chen L. va boshqalarning tadqiqotlarida [14] kimyoviy xavf xaritalarini chizishda GIS (Geografik axborot tizimi) va uchuvchisiz uchish apparatlari (UAV) integratsiyasi xavfni baholash tezligini oshirishi isbotlangan. Shuningdek, datchiklar tarmoqlari (WSN) va IoT texnologiyalari orqali real vaqt rejimida monitoring o'tkazish masalalari Smith J. va Miller T. larning ishlarida [13, 18] batafsil tahlil qilingan.

O'tkazilgan adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, RKB monitoringi va razvedka tizimlarining alohida tarkibiy qismlari bo'yicha nazariy baza shakllangan bo'lsa-da, ularni yagona raqamli platformaga integratsiyalashning ilmiy-uslubiy algoritmlari hali to'liq ishlab chiqilmagan. Mavjud adabiyotlarda monitoring datchiklaridan olinadigan ma'lumotlarni razvedka natijalari bilan sun'iy intellekt yordamida kompleks tahlil qilish masalasi yetarlicha o'rganilmagan. Bizning

tadqiqotimiz aynan shu ilmiy bo‘shliqni to‘ldirishga va tizimni takomillashtirishga qaratilgan.

Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqotning metodologik asosi sifatida RKB xavflarini monitoring qilish va razvedka tizimlarini integratsiyalashning **tizimli-funksional tahlil** va **raqamli modellashtirish** usullari belgilab olindi. Tadqiqot obyekti sifatida amaldagi RKB monitoringi protokollari va xalqaro xavfsizlik standartlari [5, 7, 8] qiyosiy o‘rganildi. Metodologiya doirasida monitoring datchiklaridan olinadigan "passiv" ma’lumotlarni razvedka jarayonidagi "aktiv" natijalar bilan yagona axborot maydonida birlashtirish algoritmi ishlab chiqildi.

Bunda geografik axborot tizimlari (GIS) vositasida xavf zonalarini xaritaga tushirish metodikasi [14, 20] hamda sun’iy intellekt (AI) elementlari yordamida zararlanish ko‘lamini prognozlash usullaridan [6, 11] foydalanildi. Razvedka jarayonini takomillashtirishda uchuvchisiz uchish apparatlari (UAV) va IoT (Internet of Things) sensorlar tarmog‘ining samaradorligi amaliy qutqaruv metodikalari [9] hamda datchiklarning texnik sezuvchanligini oshirish usullari [13, 17, 18] asosida nazariy jihatdan baholandi. Ushbu kompleks yondashuv tadqiqot natijalarining ishonchliligini va O‘zbekiston Respublikasining me’yoriy-huquqiy bazasiga [1, 2] muvofiqligini ta’minlashga xizmat qiladi.