

УДК 504.064.36:539.16

**ІНТЕГРОВАНА СИСТЕМА РАДІАЦІЙНОГО
МОНІТОРИНГУ В КОНТЕКСТІ ВІДНОВЛЕННЯ
ТЕРИТОРІЙ ПІСЛЯ ТЕХНОГЕННИХ ВПЛИВІВ:
ХІМІЧНИЙ ТА РАДІОХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ ПРОБ**

Тулайдан Г. М., Барановський В. С.

Тернопільський національний педагогічний університет
імені Володимира Гнатюка

E-mail: tulaidan@tnpu.edu.ua, baranovsky@tnpu.edu.ua

Масштабне радіоактивне забруднення територій України внаслідок Чорнобильської катастрофи [1], а також сучасні ризики, зумовлені воєнними діями, вимагають новітніх підходів до екологічної безпеки. Критично актуальним є створення ефективної інтегрованої автоматизованої системи радіаційного моніторингу (ІАСРМ). Завдяки синергії безперервного збору даних у реальному часі та високоточного лабораторного аналізу проб довкілля, ІАСРМ забезпечує оперативну оцінку стану територій. Це дозволяє здійснювати достовірне прогнозування міграції радіонуклідів та формувати наукову базу для розробки дієвих заходів із реабілітації забруднених земель.

Інтегрована автоматизована система радіаційного моніторингу визначена як інформаційно-комунікаційна система, що забезпечує інтеграцію даних об'єктових і відомчих систем радіаційного контролю на основі автоматизації процесів збору, передачі, обробки інформації та ведення електронної бази даних. Постановою Кабінету Міністрів України від 11 лютого 2026 року № 175 затверджено Порядок створення та функціонування ІАСРМ, який встановлює механізм її роботи, завдання та взаємодію суб'єктів [2].

Архітектура ІАСРМ побудована за дворівневим принципом. Базовий рівень забезпечує збір первинної інформації через мережу стаціонарних постів, датчиків потужності еквівалентної дози (ПЕД) гамма-випромінювання та об'єктових систем на радіаційно небезпечних підприємствах (зокрема на АЕС та в зоні відчуження). Верхній рівень акумулює ці дані у центрах обробки та прогнозування. Головним завданням системи є оперативне інформування державних структур і населення,

своєчасне виявлення радіаційних аномалій та контроль транскордонного перенесення радіонуклідів. Важливою характеристикою ІАСРМ є її відповідність європейським безпековим стандартам (Директива 2013/59/Євратом) та інтеграція до єдиної платформи обміну радіологічними даними ЄС [3].

Незважаючи на те, що автоматизоване вимірювання ПЕД дозволяє оперативно оцінити загальний радіаційний фон, глибинне розуміння механізмів міграції радіонуклідів вимагає комплексного лабораторного аналізу об'єктів довкілля (грунтів, водних ресурсів, донних відкладів, біоти). Ключову роль у цьому процесі відіграє визначення фізико-хімічних параметрів, які контролюють сорбційну здатність та мобільність ізотопів. До них належать показники рН, вміст органічної речовини, а також концентрації макро- і мікроелементів, що визначаються за допомогою сучасних інструментальних методів, таких як атомно-абсорбційна спектроскопія та ICP-MS.

Радіохімічний аналіз передбачає: гамма-спектроскопію на напівпровідникових детекторах високої роздільної здатності для визначення ^{137}Cs , ^{40}K та природних рядів урану і торію; рідинно-сцинтиляційну спектроскопію для ^{90}Sr після радіохімічного виділення (екстракційна або іонообмінна хроматографія); для слідових кількостей – мас-спектроскопію з індуктивно зв'язаною плазмою (ICP-MS) та альфа-спектроскопію [4].

Такі методи дозволяють визначати не лише загальну активність, але й фізико-хімічні форми перебування радіонуклідів (розчинні, обмінні, фіксовані, органічно-зв'язані), що критично важливо для прогнозування вторинного забруднення під час відновлювальних робіт (фітомеліорація, створення сорбційних бар'єрів, рекультивація ґрунтів).

У Чорнобильській зоні відчуження ^{137}Cs переважно перебуває у фіксованій формі в мінеральній частині ґрунтів, тоді як ^{90}Sr характеризується вищою мобільністю, особливо в кислих дерново-підзолистих ґрунтах з низьким вмістом гумусу. Локальні підвищення активності у водних об'єктах часто пов'язані з дренажними системами, що потребує постійного контролю під час реабілітації територій [1].

Відновлення техногенно забруднених територій

ускладнюється факторами: тривалою міграцією радіонуклідів; впливом кліматичних умов на коефіцієнти переходу (КП) у рослини; необхідністю розмінування та відновлення пошкодженої інфраструктури після воєнних дій.

Інтеграція ІАСРМ з лабораторними методами дозволяє: оперативно виявляти аномалії; верифікувати дані автоматизованих сенсорів; будувати GIS-моделі просторового розподілу забруднення; оцінювати ефективність реабілітаційних заходів.

Подальша оптимізація ІАСРМ спирається на сучасні технологічні тренди: залучення штучного інтелекту для обробки великих даних, використання БПЛА з гамма-спектрометричним обладнанням та максимальне розширення мережі сенсорів. Пріоритетними напрямками розвитку є масштабування автоматизованих постів, гармонізація аналітичних методик зі стандартами МАГАТЕ, впровадження низькофонових методів для виявлення слідових концентрацій радіонуклідів та формування єдиної інформаційної бази даних [5]. Такий комплексний підхід, що поєднує польові вимірювання з прецизійним лабораторним аналізом, гарантує науково обґрунтоване відновлення територій. Його впровадження мінімізує екологічні ризики, сприяє безпечному поверненню земель у господарський обіг і повністю відповідає стратегічним цілям держави у сфері радіаційної безпеки.

Список літератури:

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2022 році. Київ : Міндовкілля, 2023. 412 с.

2. Деякі питання створення та функціонування Інтегрованої автоматизованої системи радіаційного моніторингу : постанова Кабінету Міністрів України від 11.02.2026 № 175. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/go/175-2026-п>

3. Про схвалення Стратегії інтегрованої автоматизованої системи радіаційного моніторингу на період до 2024 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 29.04.2022 № 323-р.

4. Методика радіохімічного визначення стронцію-90 у пробах довкілля : ДСТУ 7465:2012. Київ : Мінекономрозвитку України, 2014. 18 с.

5. IAEA. Environmental and Source Monitoring for Purposes of Radiation Protection : IAEA Safety Standards Series № RS-G-1.8. Vienna : IAEA, 2005. 119 p.

УДК 614.876:504.064(477.87)

МОНІТОРИНГ РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ НА ТЕРИТОРІЇ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Фурик Ю. І.

Державний вищий навчальний заклад «Ужгородський
національний університет»

E-mail:yurii.furyk@uzhnu.edu.ua

Радіаційна безпека Закарпатської області є багатогранним питанням, що охоплює не лише рутинний контроль фонових показників, а й глибокий аналіз унікальних фізико-географічних та геологічних умов регіону. Оскільки область не має власних об'єктів ядерної енергетики, стратегічна увага фахівців зосереджена на безперервному моніторингу природної радіоактивності та превентивній оцінці ризиків, пов'язаних із можливим транскордонним перенесенням радіонуклідів [2]. Фундаментом для об'єктивної оцінки поточного стану довкілля є результати щоденних досліджень двох профільних інституцій: Державної установи «Закарпатський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України» та Комплексної лабораторії спостережень за забрудненням природного середовища (КЛСЗПС) Закарпатського центру з гідрометеорології. Інтегровані дані цих відомств формують ґрунтовну наукову базу для підготовки щорічних доповідей про стан навколишнього природного середовища [3], що дає змогу відстежувати динаміку радіаційного фону в режимі реального часу. Саме цей розширений масив інформації став аналітичною основою нашої роботи, дозволивши з високою точністю відокремити природні флуктуації радіаційного фону від гіпотетичних техногенних ризиків.

В основу проведеного дослідження покладено