



ПОПОВ

Олександр Олександрович — член-кореспондент НАН України, в.о. директора Центру інформаційно-аналітичного та технічного забезпечення моніторингу об'єктів атомної енергетики НАН України

НОВІ ПІДХОДИ ДО РАДІАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ НА БАЗІ БПЛА

Шановний Анатолію Глібовичу!

Шановні учасники Загальних зборів!

У своєму виступі я хотів би ознайомити вас з новими результатами досліджень щодо радіаційного моніторингу забруднених територій з використанням БПЛА. Ці роботи були проведені командою науковців, до складу якої входять співробітники Центру інформаційно-аналітичного та технічного забезпечення моніторингу об'єктів атомної енергетики НАН України та відділу ядерно-фізичних технологій Інституту геохімії навколишнього середовища, очолюваного членом-кореспондентом НАН України Юрієм Леонідовичем Забулоновим.

На території України функціонують різні радіаційно небезпечні об'єкти та джерела іонізуючого випромінювання, зокрема атомні електростанції, дослідницькі реактори, спеціалізовані комбінати з перероблення та зберігання радіоактивних відходів, підприємства з добування і перероблення уранових руд. Також є Чорнобильська зона відчуження з великою площею радіаційно забрудненої території. Наявність та функціонування таких об'єктів створює істотний радіаційний ризик для здоров'я населення, карту розподілу якого наведено на рис. 1. Надзвичайні ситуації на цих радіаційно небезпечних об'єктах можуть призвести через потрапляння значної кількості радіоактивних речовин у навколишнє середовище до надзвичайно тяжких наслідків для теперішнього та майбутнього поколінь. Особливо актуальними ці питання постають у контексті повномасштабного вторгнення РФ на територію України. Тому однією з найважливіших складових національної безпеки країни є забезпечення ядерної та радіаційної безпеки.

Для контролю та оцінки радіоактивності навколишнього природного середовища, отримання інформації про його радіаційний стан на території України функціонує система радіаційного моніторингу, в якій використовують стаціонарні пости, пересувні лабораторії і практикують ручний відбір проб.



Рис. 1. Розподіл радіаційного ризику для здоров'я населення за сумарною щільністю радіаційної забрудненості території України

Однак така система є малоефективною для вирішення таких важливих завдань, як оперативне здійснення радіаційної розвідки території великої площі; оцінювання радіаційної обстановки на територіях зі складним рельєфом та важкопрохідною рослинністю, а також у зруйнованих, аварійних або замінованих радіаційно небезпечних об'єктах; оперативне отримання необхідної інформації в режимі реального часу з місця надзвичайної ситуації з радіаційним фактором ураження. При цьому необхідною є фізична участь людини у відборі проб, що створює істотний ризик для її здоров'я в умовах значного рівня радіації на досліджуваній території.

Тому для вирішення подібних завдань ефективними є дистанційні методи на базі БПЛА.

Є різні закордонні та вітчизняні апаратно-програмні комплекси на базі БПЛА для завдань радіаційної безпеки, проте вони мають низку недоліків, а саме:

- вимірювальне обладнання має достатньо великі габарити та масу, що значно зменшує час польоту, маневреність, обсяг отримуваної інформації з території дослідження;

- відсутня можливість виявляти на земній поверхні та в товщі ґрунту радіоактивні дже-

рела з нефіксованою геометрією та невідомим ізотопним складом;

- відсутня можливість визначити з високою просторовою роздільною здатністю щільність поверхневого радіаційного забруднення територій та ідентифікувати його ізотопний склад;
- відсутня можливість автоматизованого режиму роботи.

З метою усунення цих недоліків ми розробили принципово нові методи, які дозволяють виконувати ці завдання з високою точністю та швидкістю. Вимірювання рівня радіоактивного забруднення в польових умовах є дуже складним завданням, оскільки таке забруднення є випадковим, поширюється у разі як високої, так і низької активності і характеризується нефіксованою геометрією. Відомі методи не дають можливості виявляти низькоактивні джерела іонізуючого випромінювання на рівні значної флуктуації фону, оскільки ґрунтуються лише на визначенні інтенсивності потоку та амплітуди імпульсів. Ми розробили новий метод, оснований на використанні критеріїв та ознак, які до цього не враховували, а саме: крім амплітудного аналізу ми застосували ще й аналіз часового розподілу між імпульсами, який є виключно неста-

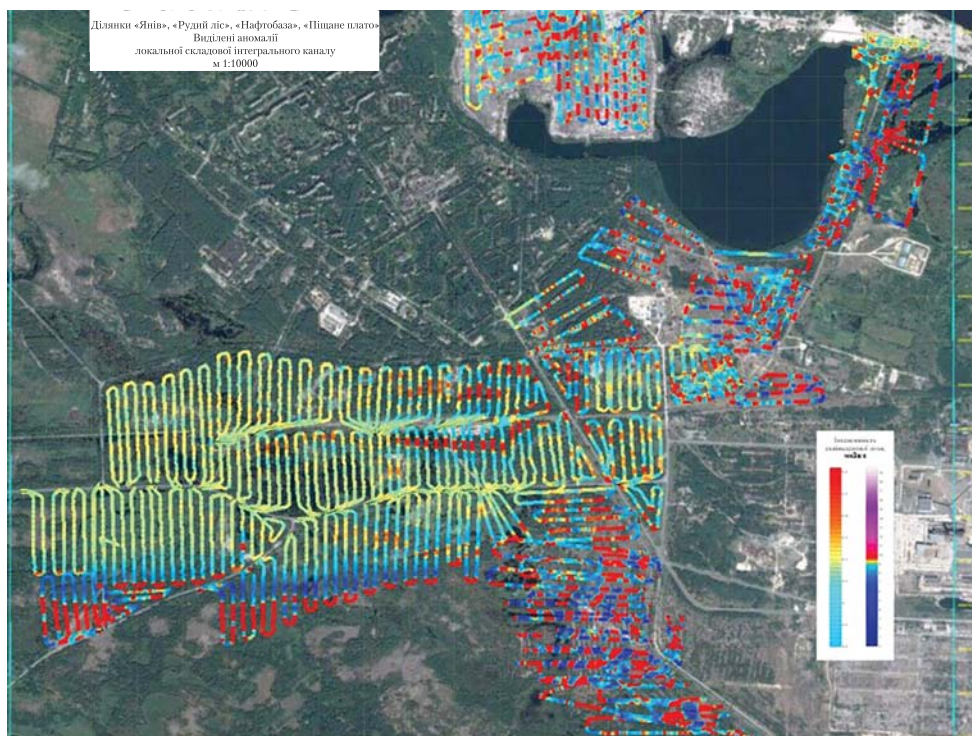


Рис. 2. Візуалізація результатів польотів розробленого комплексу для дистанційного моніторингу пунктів тимчасової локалізації радіоактивних відходів Чорнобильської зони відчуження

ціонарним, тобто при цьому досліджується часовий розподіл радіаційного фону.

У рамках проекту НАТО на базі зазначеного методу ми розробили технологію ідентифікації радіонуклідів у реальному часі на основі енергетичного аналізу.

Однак при здійсненні радіаційного моніторингу на базі БПЛА фіксується інтегральне γ -випромінювання від забрудненої ділянки досить великої площі, що не відображає в деталях картину розподілу радіоактивних джерел на земній поверхні. Для отримання інформації у вигляді карти з високою роздільною здатністю про щільність поверхневого забруднення території та локалізацію просторово розподілених ядерно-радіаційних матеріалів і було розроблено відповідний метод.

Створено апаратно-програмний вимірювальний комплекс дистанційного радіаційного моніторингу на базі БПЛА, в якому реалізовано розроблені методи і який за своїми основними характеристиками перевершує відомі аналоги. До складу комплексу входить висо-

кочутлива, малогабаритна, маловартісна, легка детектуюча система і наземна система приймання, обробки, аналізу та візуалізації даних моніторингу.

Розроблену технологію та обладнання було випробувано в Чорнобильській зоні відчуження для побудови актуальних карт радіаційного забруднення земної поверхні на територіях пунктів тимчасової локалізації радіоактивних відходів. Отримані результати дозволили підтвердити наявні карти, актуалізувати їх і навіть виявити інші, до того невідомі, місця захоронення радіоактивних відходів. На рис. 2 наведено карту з розподілом поля радіаційного забруднення та ідентифікацією його ізотопного складу.

Цю систему було також використано під час виконання грантового проекту уряду Великої Британії для розвідки території атомного комплексу Селлафілд з метою виявлення під шаром ґрунту втрачених радіоактивних джерел.

Слід зазначити, що для різних завдань радіаційного моніторингу, пов'язаних з вимірюванням α -, β - та γ -випромінювання, ми само-

стійно розробляємо різні детектори, в тому числі сцинтиляційні, та реалізуємо їх у вигляді детектуючих систем. Наші детектори мають значні переваги порівняно з відомими аналогами, зокрема вони характеризуються високою чутливістю, малою масою, невеликими габаритами і набагато меншою вартістю.

Ми продовжуємо розвивати нашу вимірну систему, доповнюючи її нейронним модулем з елементами штучного інтелекту, який забезпечує автономність системи, можливість розподіляти завдання за пріоритетами, що оптимізує маршрут БПЛА з урахуванням ситуації в зоні ураження та метеорологічних параметрів, а також забезпечує високу точність обробки й аналізу великої кількості даних та прогнозування розвитку ситуації.

Крім того, ми розробили модуль для моделювання поширення у компонентах довкілля радіоактивних речовин від різних джерел та за різних сценаріїв, а також для оцінювання радіаційного ризику.

Ми також застосовуємо імерсійні технології для кращої інтерактивної візуалізації в режимі реального часу інформації з детектуючої системи на борту БПЛА та модуля моделювання для прийняття ефективних рішень щодо об'єкта дослідження.

Отже, створено сучасний апаратно-програмний комплекс на базі БПЛА, в якому реалізовано нові підходи, методи та засоби вирішення завдань дистанційного радіаційного моніторингу. Його використання дозволить відповідним суб'єктам значно підвищити ефективність радіаційного моніторингу об'єктів ядерної енергетики України та місць захоронення ядерних матеріалів, а також здійснювати контроль за нерозповсюдженням радіоактивних матеріалів, що набуло ще більшої актуальності в умовах воєнного часу.

У перспективі цю систему можна розвинути в мережу комплексного радіоекологічного моніторингу довкілля на базі БПЛА з використанням штучних нейронних мереж та доповнити інтерактивними чат-ботами для підвищення її функціональності й автономності.

Розроблення такої системи повністю відповідає стратегії інтегрованої автоматизованої системи радіаційного моніторингу України на період до 2024 року, затвердженій Кабінетом Міністрів України, і є важливим кроком до досягнення цілей сталого розвитку та підвищення рівня національної безпеки. А це один з основних пріоритетів держави як у воєнний час, так і в період післявоєнного відновлення.

Дякую за увагу!

Oleksandr O. Popov

Center for Information-analytical and Technical Support of Nuclear Power Facilities Monitoring of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5065-3822>

NEW APPROACHES TO UAV-BASED RADIATION MONITORING OF CONTAMINATED AREAS

Speech at the session of the General Meeting of the National Academy of Sciences of Ukraine on April 24, 2024

Cite this article: Popov O.O. New approaches to UAV-based radiation monitoring of contaminated areas. *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2024. (5): 58–61. <https://doi.org/10.15407/visn2024.05.058>