

## КОНЦЕПЦІЯ АРХІТЕКТУРИ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПОРТАТИВНОГО СПЕКТРОМЕТРА

**М.М. Зарицький<sup>1</sup>, Д.В. Касперович<sup>1</sup>, В.Р. Клавдієнко<sup>1</sup>, В.В. Кобичев<sup>1</sup>, Е.Є. Петросян<sup>1</sup>,  
А.Р. Подвіянюк<sup>1</sup>, Р.Б. Подвіянюк<sup>2</sup>, О.Г. Поліщук<sup>1</sup>, Н.В. Сокур<sup>1</sup>, Р.Ю. Чаплинський<sup>1</sup>,**

<sup>1</sup> Інститут ядерних досліджень Національної академії наук України, Київ, Україна

<sup>2</sup> Кафедра фізики, Сірак'юський університет, Сірак'юс, штат Нью-Йорк, США

Дистанційний радіаційний моніторинг із використанням безпілотних літальних апаратів потребує спеціалізованого програмного забезпечення, здатного працювати в умовах нестабільного зв'язку та забезпечувати при цьому відтворюваність результатів із можливою автоматизацією процесів обробки даних. Основними вимогами до такого програмного забезпечення як застосунку є можливість повноцінного збереження експериментальних даних разом із супровідною інформацією (умови та час вимірювання, параметри детектора, походження даних, тощо) та надання інструментів для їх подальшої обробки та аналізу. Програмне забезпечення має підтримувати як інтерактивний, так і автоматизований аналіз  $\gamma$ -спектрів сцинтиляційних детекторів, зокрема: підгонку піків повного поглинання методом найменших квадратів; побудову калібрувальної кривої та кривої роздільної здатності на основі спектрів калібрувальних джерел; а також оцінку активності радіонуклідів у вимірних спектрах із використанням моделей, отриманих шляхом моделювання методом Монте-Карло в Geant4 [1]. Окрім цього, ключовою вимогою також є відтворюваність результатів аналізу: усі етапи обробки, включаючи параметри підгонки та використані моделі, мають зберігатися та можуть бути повторно застосовані або перевірені, що є критично важливим для наукових задач моніторингу.

У ході роботи було сформовано модульну архітектуру програмного забезпечення [2] для прототипу сцинтиляційного  $\gamma$ -спектрометра, що складається з чотирьох незалежних компонентів: *серверного модуля*, який відповідає за централізоване керування даними, їхню цілісність, версіонування та надання уніфікованого доступу; *модуль аналізу*, який інкапсулює обчислювальні процедури (зокрема чисельні методи підгонки, обробку даних спектрів та інтеграцію з зовнішніми обчислювальними бібліотеками, такими як ROOT [3]); *модуль збору даних* який відповідає за взаємодію з апаратною частиною аналізатора спектрометра, первинну обробку сигналів і передачу даних у систему; а також *користувачього інтерфейсу*, що забезпечує візуалізацію спектрів, інтерактивну роботу з даними та контроль над процесами аналізу. Слабке зв'язування між компонентами застосунку забезпечує їх незалежне масштабування та спрощує локалізацію можливих збоїв в програмі, а використання уніфікованих контрактів взаємодії між модулями дозволяє інтегрувати систему зі сторонніми застосунками та агентами штучного інтелекту без зміни функціоналу

Запропонована архітектура програмного забезпечення для  $\gamma$ -спектрометрії відповідає вимогам наукового моніторингу щодо відтворюваності результатів і може бути адаптована до нових типів та методів аналізу. Використання уніфікованих контрактів взаємодії між модулями дозволяє інтегрувати систему зі сторонніми застосунками, обчислювальними бібліотеками та агентами штучного інтелекту без зміни функціоналу, а також використовувати її в наукових програмних системах, де критично важливими є прозорість обробки даних, відтворюваність результатів та гнучкість подальшого розвитку функціональності.

[1] J. Allison et al. (2016). Recent developments in Geant4. NIM-A

[2] Robert C. Martin (2017). Clean Architecture: A Craftsman's Guide to Software Structure and Design. Prentice Hall

[3] <https://root.cern.ch/>