

АНАЛІЗ ВПЛИВУ РОЗРЯДНОСТІ АЦП НА ЕНЕРГЕТИЧНУ РОЗДІЛЬНУ ЗДАТНІСТЬ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРА З КРИСТАЛОМ CsI(Tl) ТА КРЕМНІЄВИМ ФОТОЕЛЕКТРОННИМ ПОМНОЖУВАЧЕМ

А.Р. Подвіянюк¹, В.В. Кобичев¹, Р.Ю. Чаплинський¹

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ, України

У даній роботі проведено дослідження впливу розрядності аналого-цифрового перетворювача (АЦП) на енергетичну роздільну здатність гамма-спектрів, отриманих за допомогою сцинтиляційного детектора на основі кристала CsI(Tl) у поєднанні з кремнієвим фотопомножувачем (SiPM). Для проведення експерименту було розроблено спеціалізовану вимірювальну установку, ключовим елементом якої слугував цифровий осцилограф OWON VDS6102A, що забезпечував можливість роботи у двох режимах оцифрування (8 та 14 біт) при однаковій частоті дискретизації 125 мегавибірок за секунду. Це дозволило коректно порівняти вплив розрядності АЦП без додаткових змінних, пов'язаних із частотними характеристиками системи. Автоматизацію процесу збору, передачі та обробки експериментальних даних забезпечено за рахунок програмного забезпечення, розробленого мовою програмування Python із застосуванням стандартного протоколу керування вимірювальними приладами SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments). (рис 1)

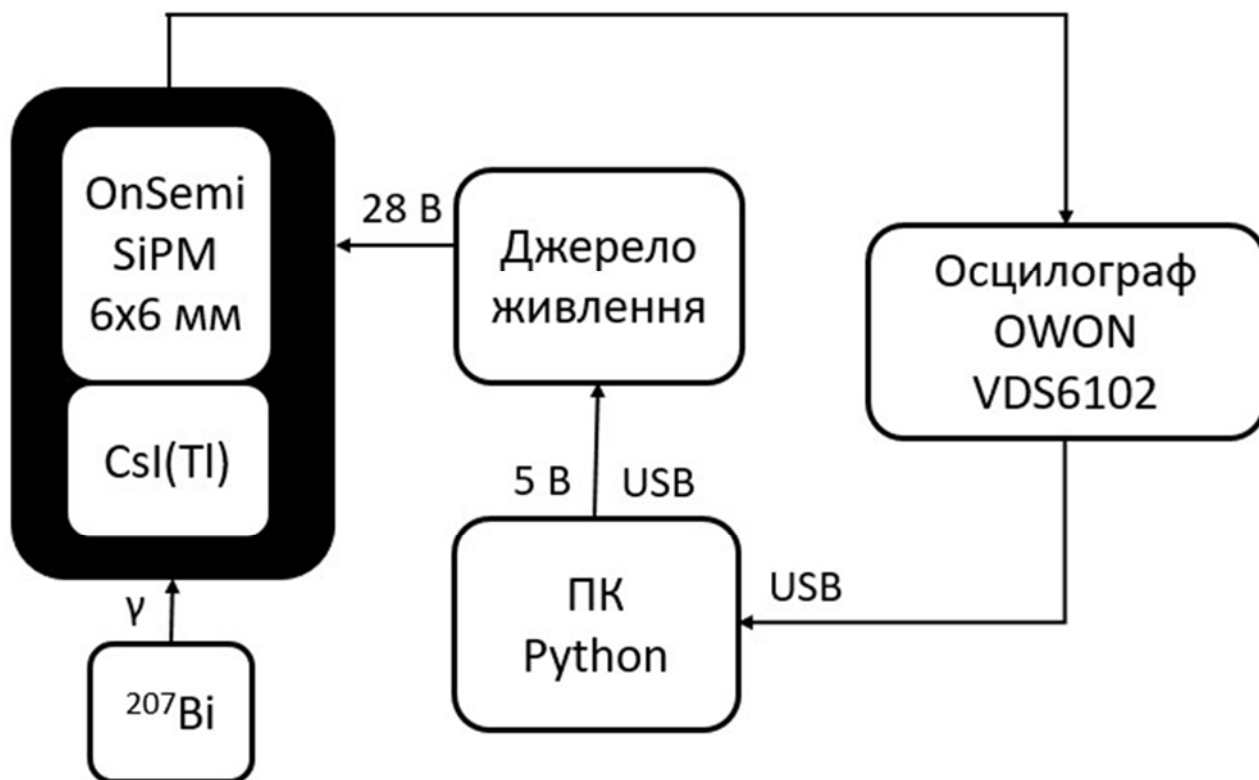


Рис 1. Схема експериментальної установки.

Формування гамма-спектрів джерела ^{207}Bi здійснювалося шляхом цифрового інтегрування сигналу з попереднім відніманням базової лінії. З метою визначення оптимальних умов вимірювання було проведено аналіз залежності енергетичної роздільної здатності R , вираженої через повну ширину на половині максимуму (ПШПВ, %), від розміру вікна інтегрування для двох піків повного поглинання з енергіями 570 та 1063 кеВ (рис. 2 та 3). На основі отриманих залежностей було визначено оптимальні параметри інтегрування, що відповідають мінімальним значенням енергетичної роздільної здатності, відповідні гамма-спектри для кожного з досліджуваних режимів роботи АЦП наведено на рис. 4 та 5.

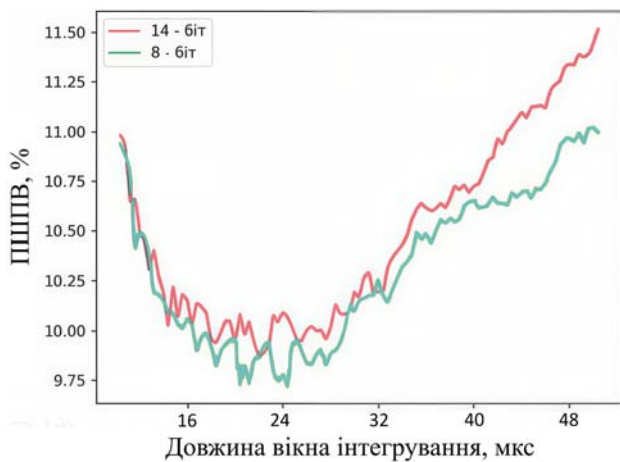


Рис. 2. Залежність енергетичної роздільної здатності R від тривалості вікна інтегрування для енергії 570 кеВ.

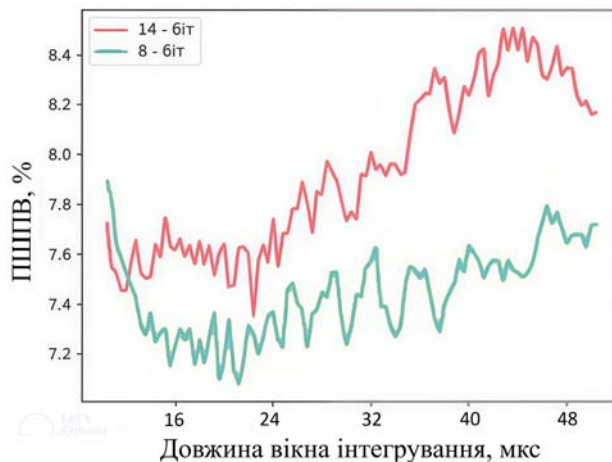


Рис. 3. Залежність енергетичної роздільної здатності R від тривалості вікна інтегрування для енергії 1063 кеВ.

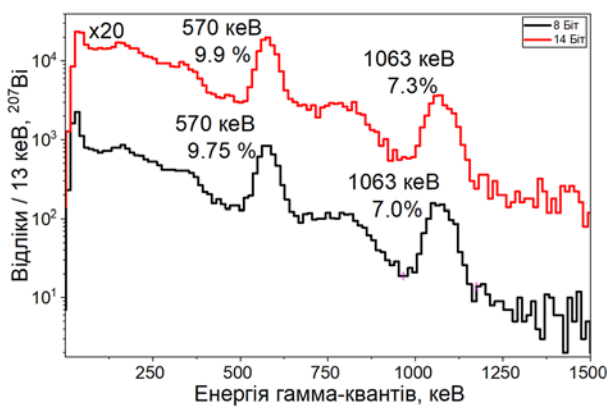


Рис. 4. Спектр з мінімальним значенням ПШПВ для піка 1063 кеВ.

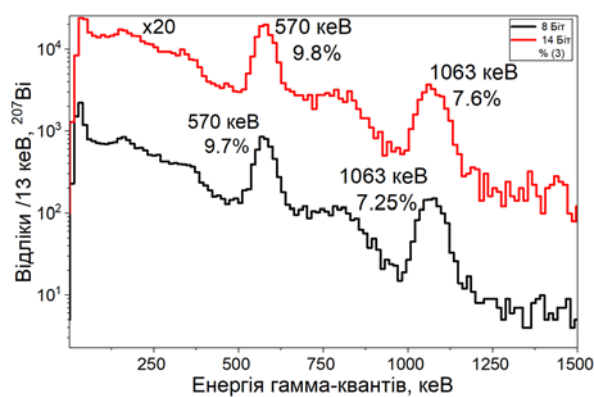


Рис. 5. Спектр з мінімальним значення ПШПВ для піка 570 кеВ.

За результатами дослідження встановлено, що за заданих умов експерименту збільшення розрядності АЦП з 8 до 14 біт не забезпечує суттєвого покращення енергетичної роздільної здатності. Отриманий висновок має практичне значення, оскільки свідчить про доцільність використання більш простих і дешевших 8-бітних АЦП у подібних вимірювальних системах. Це, зокрема, є важливим для розробки компактних і портативних гамма-спектрометрів, у тому числі для застосувань на безпілотних літальних апаратах.[1, 2]

1. J. MacFarlane et al. Journal of Environmental Radioactivity, 2014, Vol. 136, pp. 127–130.
2. R. Yu. Chaplynskyi et al. Nuclear Physics and Atomic Energy, 2026 (accepted).