

МОДЕЛЮВАННЯ СПЕКТРІВ ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ ГАММА-ЛАБОРАТОРІЇ GAMMALAB У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

В. В. Курятников, А. М. Кільян, А. Я. Співак

Одеський державний екологічний університет, м.Одеса, Україна
kuryatnikov1@ukr.net

Лабораторний комплекс ГАММАЛАБ виконує навчальні задачі моделювання спектрального розподілу джерел довільного радіонуклідного складу, дозволяє удосконалити та розвинути методи дистанційної форми навчання при придбанні практичних вмінь та навичок роботи із лабораторними приладами.

Ключові слова: моделювання, спектр, радіонукліди, гамма-випромінювання, лабораторний практикум.

УДК 539.1(076.5)

В останній час в Україні все більша увага приділяється задачам удосконалення системи контролю радіоактивних матеріалів, основні з яких:

- удосконалення гамма-спектрометричних методів контролю і аналізу речовини по радіонуклідному складу, які використовуються у таких галузях, як екологія та охорона навколишнього середовища, митний контроль, сертифікація продукції та т.і.;
- повчання персоналу сучасним методам роботи із гамма-спектроскопічним обладнанням;
- моделювання спектрального розподілу джерел довільного радіонуклідного складу, трансформація спектра при взаємодії іонізуючого випромінювання з речовиною, перетворення спектра в апаратурний при реєстрації детектором.

Потужним методом у навчанні радіоекологів на будь-якому етапі їх підготовки в ОДЕКУ є лабораторний практикум на комп'ютерній основі GAMMALAB, призначений для моделювання в реальному часі апаратурних гамма-спектрів напівпровідникових та сцинтиляційних детекторів під час вимірювань джерел довільного радіонуклідного складу. Комплекс інтегровано до спектрометричного програмного забезпечення, яке постачається під маркою «ЛСРМ» - відомого виробника програмних продуктів у галузі спектрометрії [1]. GAMMALAB уявляє собою:

- гамма-спектрометричну лабораторію на комп'ютерній основі із віртуальними детекторами та джерелами;
- інтегрований у спектрометричне програмне забезпечення «ЛСРМ»;

- може використовуватися при повчанні роботі із спектрометричними пристроями та програмним забезпеченням;
- може використовуватися для калібрування вимірювальної апаратури, а також тестування програмного забезпечення та методик вимірювання у тих випадках, коли атестовані джерела випромінювання із заданими характеристиками відсутні.

Принципи моделювання спектрів та логіка побудови системи “ГАММАЛАБ” засновані на:

- відповідності між істинним та апаратурними спектрами, яка описується функцією відгуку $K(E, E')$, що дає імовірність того, що ядерна частинка з енергією E зареєструється приладом, як частинка з енергією E' ;
- фізичний спектр віртуального джерела заданого радіонуклідного складу є суперпозицією спектрів моноліній у відповідності з інтенсивністю ліній випромінювання;
- моделювання гамма-спектрометричних вимірювань складається у розрахунках спектра випромінювання джерела, його перетворенні з урахуванням апаратурних ефектів та передачі у зовнішню програму для відображення та подальшої обробки.

В Одеському державному екологічному університеті (ОДЕКУ) підготовка фахівців здійснюється по бакалаврському та магістерському рівнях вищої освіти. На обох рівнях особливістю навчання є наявність лабораторного практикуму, метою якого є придбання вмінь та навичок у роботі із радіоактивними ізотопами. До недавнього часу можливість непотрібного опромінювання завжди ускладнювала процес навчання студентів. Як правило, проведення лабораторних робіт має за мету – придбання вмінь та навичок у роботі із радіоактивними ізотопами при вивченні роботи радіометрів, дозиметрів та визначенні за їх допомогою радіоактивності, доз або потужності доз випромінювання. Однак у теперішній час є можливості запобігти цим труднощам шляхом використання віртуальних джерел іонізуючого випромінювання, або їх моделей.

Використання віртуальної лабораторії ГАММАЛАБ розпочинається на третьому курсі при виконанні лабораторних робіт з дисциплін «Техноекологія» та «Радіоекологія». Перш за все – це знайомство з фізичними та апаратурними спектрами випромінювання радіоізотопів. При цьому вирішуються задачі:

- вивчення експериментальних методів визначення спектрів гамма-випромінювання та інтерпретація спектрів;
- знайомство з роботою детекторів іонізуючого випромінювання, принципом роботи аналізатора імпульсів та правилами проведення вимірювань спектрів випромінювання при перегляданні відеофільмів реальної роботи з джерелами;

- вивчення загальної схеми і принципу роботи гамма-спектрометра.

На 4-му курсі в дисципліні спеціальності «Радіоекологія» «Фізичні основи радіометрії та дозиметрії» при виконанні лабораторних і практичних робіт та навчальної практики розглядаються питання:

- ознайомлення із структурою програмного навчального комплексу ГАММАЛАБ та його можливостями;
- вивчення послідовності проведення його енергетичного калібрування;
- вивчення принципів визначення радіоактивності ізотопів по спектру випромінювання;
- вивчення процесу вимірювань гамма-фону;
- переглядання відеофільмів та виконання завдань із переліку програмного пакету ГАММАЛАБ.

Дисципліна спеціальності Радіоекологія «Спектроскопія іонізуючого випромінювання» на 5-му курсі спеціалістів та навчальна практика на 1-му курсі магістрів:

- калібрування гамма-спектрометра по ефективності реєстрації;
- створення шаблонів джерел випромінювання у програмному комплексі ГАММАЛАБ;
- визначення для них геометричного фактора;
- емуляція дій персоналу на робочому місці – переміщення детектора та джерела, керування параметрами спектрометра (вмикання, вимикання, подача високої напруги та ін.), робота із штатною програмою спектрометра;
- набір спектрів у режимі реального часу, їх обробка та аналіз;
- визначення фізичних характеристик джерела випромінювання – ідентифікація джерела, визначення радіоактивності, ізотопного складу, ступеня збагачування урану та ін.

Використання віртуальної гамма-лабораторії GAMMALAB у дистанційній формі навчання передбачає створення та використання віртуальних джерел іонізуючого випромінювання, дозволяє удосконалити та розвинути методи дистанційної форми навчання, коли студенту поза межами навчального закладу потрібно отримати та засвоїти практичні знання та вміння при роботі із лабораторними приладами.

Перспективи використання лабораторії ГАММАЛАБ у навчальному процесі

- Підготовка дипломних проєктів – наповнення програмного комплексу ГАММАЛАБ зовнішніми програмами (задачі дозиметрії, питання міграції радіонуклідів та ін.).
- Використання у навчальній практиці фахівців (бакалаврів та магістрів), які спеціалізуються у напрямку захисту навколишнього середовища та вивчають радіоекологію.

- Навчання слухачів факультету післявузівської освіти у рамках підвищення кваліфікації, наприклад по митному радіоекологічному контролю.
- Використання у задачах тестування програмного забезпечення та методик вимірювання у всіх випадках, коли атестовані джерела випромінювання із заданими властивостями (фізико-хімічними характеристиками, радіонуклідним складом, розмірами та ін.) відсутні.

Література

1. Пакет программ LSRM. Руководство пользователя.–Менделеево: ГП “ВНИИФТРИ”, ООО “ЛСРМ”, <http://www.lsrn.ru>.