

Застосування програмного забезпечення *ElvaX* у рентгеноспектральному аналізі під час експертних досліджень матеріалів, речовин і виробів

Олександр Смирнов

кандидат технічних наук, старший дослідник, провідний науковий співробітник, ННЦ «ІСЕ ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса» Мін'юсту України, м. Харків, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6398-2855>, e-mail: smirnov_alexa@ukr.net

Алла Клімчук

старша судова експертка, лабораторія фізичних, хімічних, біологічних та ветеринарних досліджень, ННЦ «ІСЕ ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса» Мін'юсту України, м. Харків, Україна, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2197-7964>, e-mail: allaklymcuk@gmail.com

*Розглянуто актуальність застосування рентгеноспектрального методу під час проведення експертизи матеріалів, речовин і виробів. Особливу увагу приділено рентгенфлуоресцентному аналізу під час проведення досліджень металів і сплавів та виробів із них. Наведено можливості програмного забезпечення *ElvaX* для вирішення питань ідентифікаційного та діагностичного характеру.*

Ключові слова: криміналістична експертиза; метал; сплави; рентген-флуоресцентний аналіз.

Using *Elvax* Software for X-Ray Spectral Analysis in the Expert Examination of Materials, Substances, and Products

Oleksandr Smyrnov, Alla Klimchuk

*The paper outlines the relevance of using the X-ray spectral method in the expert examination of materials, substances, and products. Emphasis is made on X-ray fluorescence analysis in the study of metals, alloys, and products made from them. Capabilities of *ElvaX* software for solving identification and diagnostic issues are presented.*

Keywords: criminalistics examination; metal; alloys; X-ray fluorescence analysis.

Під час проведення криміналістичного дослідження матеріалів, речовин та виробів перед експертом зазвичай постають різноманітні питання іденти-

фікаційного та діагностичного характеру. Для відповіді на деякі з них експерт виконує кількісні вимірювання (визначає якісний і кількісний хімічний склад

матеріалу, визначає відповідність матеріалу нормативним документам тощо) — певні об'єктивні дії, результати яких не залежать від експерта. Розв'язуючи інші проблеми, наприклад, з'ясовуючи тотожність металевих матеріалів і металевої стружки або слідів металізації, експерт ухвалює рішення, яке ґрунтується на особистому досвіді та знаннях. Отже, такого роду дослідження є суб'єктивними і, теоретично, здобутий результат залежить саме від експерта, який виконує дослідження [1].

Останніми роками доволі швидко розробляють і впроваджують сучасні фізичні методи вимірювань та широко застосовують їх для якісного, напівкількісного й кількісного визначення елементного складу речовин. Поміж різноманіття методів рентгенофлуоресцентний аналіз (далі — РФА) відрізняють універсальність, швидкість, достовірність і низка інших унікальних споживчих якостей, які обумовлюють поширення цього методу в практиці аналітичних лабораторій [2, 3].

Головною задачею кількісного РФА є визначення вмісту виміряного елемента за інтенсивністю спектральних ліній (аналітичних сигналів) усіх елементів зразка. Ця аналітична залежність ускладнена впливом матричних ефектів, тобто поглинанням, або, навпаки, підсиленням характеристичної вторинної емісії вимірюваного елемента іншими елементами матриці. Відмінність підходів до обліку таких матричних ефектів обумовлює різноманітність теоре-

тичних моделей розрахунків концентрацій.

Завдяки застосуванню інформаційних і комп'ютерних технологій у сучасних РФА-спектрометрах удається досягти необхідної гнучкості й універсальності в налаштуванні процедури розрахунку концентрацій, яка задовольняє певного дослідника. Високий ступінь автоматизації процесу вимірювань робить обладнання зручним для експертного застосування.

В експертній практиці лабораторії фізичних, хімічних, біологічних та ветеринарних досліджень ННЦ ICE для РФА використовують програмне забезпечення *ElvaX* під час керування роботою аналітичного блока у виконанні якісного та кількісного аналізу отриманих спектрів.

Програмне забезпечення *ElvaX* спектрометра надає такі можливості:

- керувати роботою спектрометра (набір спектрів рентгенівської флуоресценції, калібрування шкали спектрометра за енергією);
- відображати на екрані спектрів досліджуваних зразків у процесі набору спектра;
- створювати та редагувати градування для кількісного аналізу;
- проводити кількісний аналіз за двома режимами (автоматичний пошук елементів присутності та розрахунок концентрацій за заданим списком елементів);
- зберігати як самі спектри, так і результати вимірювань у вигляді файлів на електронних носіях інформації, формувати

файли звітів за результатами вимірювань;

- візуалізувати та друкувати результати вимірювань і спектрів.

Також сучасні спектрометри оснащені вбудованою відеокамерою, яку можна застосовувати для точного позиціонування та локального вимірювання неоднорідних зразків.

Вікно камери постійно відображає вид зразків знизу через експозиційне вікно на предметному столику спектрометра. Рівень збільшення у вікні камери налаштовують відповідними кнопками, які змінюють відтворену у вікні область або розміри вікна камери зі збереженням видимої області.

Сучасне програмне забезпечення дає змогу визначати не тільки концентрації хімічних елементів у металевих зразках, а й марку сплава, із якого виготовлено зразок.

Визначення марки сплава відбувається після обчислення концентрацій елементів у спектрі. Програма порівнює склад кожного сплаву в обраних базах із концентраціями елементів у спектрі й обчислює міру відповідності у відсотках. Після цього визначають сплав із найбільшою мірою. Якщо найбільша міра перевищує поріг надійної відповідності, сплав вважають ідентифікованим і його назву виводять у діалозі (разом із числовим значенням міри). Якщо найбільша міра нижча за поріг, програма повідомляє, що стійкої відповідності не знайдено.

Програмний комплекс *ElvaX* дає змогу порівнювати кілька спектрів в одному вікні. Така можливість зруч-

на для якісного аналізу вимірюваних спектрів щодо спектрів стандартів або інших зразків. Метод порівняння до- речний за проведення рутинних вимірювань, де не потрібно точно оцінювати кількість вмісту проби.

Спектри для порівняння можна додавати з наявних файлів спектра або розраховувати як лінійну комбінацію інших спектрів. До того ж усі спектри, які порівнюють, відображено різними кольорами та стилями (із можливістю налаштувань), і їх можна роздрукувати. Список порівнюваних спектрів під час збереження також записують у файл спектра і під час відкриття файлу відновлюють.

Отже, зазначені можливості програмного забезпечення *ElvaX* в експертній практиці РФА дають змогу підвищити ефективність вирішення питань ідентифікаційного та діагностичного характеру.

Перелік джерел посилання

1. Куцова В. З., Федоркова Н. М. Експертиза матеріалів та металів : навч. посіб. Дніпропетровськ, 2015. 51 с.
2. Кофанова О. С., Кофанов А. В., Кобилянський О. Л. Експертиза металів, сплавів та виробів з них : метод. рек. Київ, 2010. 48 с. URL: <https://elar.naiau.kiev.ua/server/api/core/bitstreams/4eed884b-1eee-4d18-b4e8-56720c965765/content> (дата звернення: 18.10.2024).
3. Методологічні принципи криміналістики. Класифікація методів криміналістики. URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/law/10619/> (дата звернення: 18.10.2024).