

Б. Є. Лук'янчиков // Вісник кримінального судочинства. – 2015. – № 4/2015. – К., С. 46–53.

8. Постанова колегії суддів Трьої судової палати Касаційного кримінального суду Верховного Суду від 7 серпня 2019 року у справі №607/14707/17. – Єдиний державний реєстр судових рішень. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://reyestr.court.gov.ua/Review/83589933>.

***Бичков Андрій Сергійович,***

заступник завідувача лабораторії криміналістичних видів досліджень та обліку Державного науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС, кандидат юридичних наук

***Гресь Олена Віталіївна,***

старший судовий експерт сектору технічного дослідження документів відділу почеркознавчих досліджень, технічних досліджень документів та обліку лабораторії криміналістичних видів досліджень та обліку Державного науково-дослідного експертно-криміналістичного центру МВС, кандидат хімічних наук

## **ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ КР-СПЕКТРОСКОПІЇ В ТЕХНІЧНІЙ ЕКСПЕРТИЗІ ДОКУМЕНТІВ**

До основних питань, які вирішуються при дослідженні паперових носіїв текстової інформації, відносять визначення давності документу та виявлення внесених змін. Не дивлячись на використання різних методів: хімічних, фізичних, фізико-хімічних, на сьогоднішній день немає єдиного підходу щодо вирішення вищезазначеної проблеми.

В останні роки значну увагу в напрямку дослідження текстових документів отримав неруйнівний метод спектроскопії комбінаційного розсіювання (КР-спектроскопії (Ramanspectroscopy)) [1, 2]. Метод спектроскопії КР не вимагає додаткової пробопідготовки досліджуваних зразків, має значний потенціал при проведенні технічної експертизи документів, а саме: виявленні групової приналежності барвників, дописок, внесених пастою кулькових ручок, визначенні послідовності нанесення окремих частин документу з використанням штрихів кулькових ручок [3, 4].

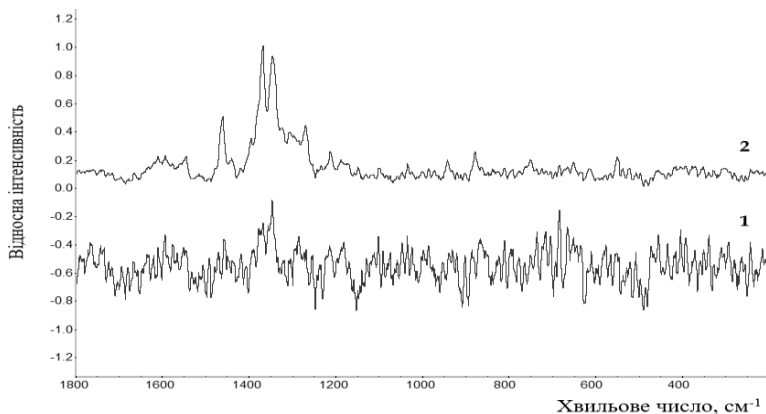
В роботі використано Раман-спектрометр Thermo Scientific DXR Raman Microscope (Thermo Fisher Scientific, USA), оздоблений двома типами збуджуючих лазерів: 532 нм та 780 нм. Діапазон зняття спектрів КР складає від 200 см<sup>-1</sup> до 1800 см<sup>-1</sup>, роздільна здатність 0,9642 см<sup>-1</sup>, дифракційна решітка 1800 смуг/мм, потужність лазера 0,1 mW. Обробка одержаних результатів проводилась за допомогою

ліцензійного програмного забезпечення «Omnis», версія 9. Для усунення флуоресценції та підсилення інтенсивності сигналу шляхом попередньої обробки досліджуваного зразка розчином колоїдного срібла застосовувався метод поверхнево-підсиленої раманівської спектроскопії SERS (Surface-Enhanced Raman Scattering).

При аналізі чорнил кулькових ручок методом КР-спектроскопії (досліджено серію зразків у вигляді 100 штрихів, нанесених різними типами кулькових ручок, в часовому проміжку 1974–2019 рр.), виявлено, що близько: 80 % чорнил містять барвник кристалічний фіолетовий, 15 % – фталоціанові барвники та 5 % – суміші, що містять вказані барвники. Ідентифікацію основних барвників в складі чорнил досліджуваних зразків кулькових ручок проводили шляхом порівняння спектрів КР зі спектрами кристалічних форм чистих речовин.

Завдяки можливості КР-спектроскопії розрізнити стуктурно-групову приналежність барвників можна виявляти елементи дописок у досліджуваному документі, якщо використовувались чорнила з різних груп барвників.

Проаналізовано метод поверхневого підсилення раманівського сигналу (SERS) [5] при аналізі фарбувальних сумішей, нанесених електрофотографічним способом друку. Ефективність методики, як такої що сприяє усуненню надлишкової флуоресценції, проілюстрована на прикладі спектрів наведених на рисунку 1.



1 – до застосування; 2 – після застосування методу SERS

Рис. 1. КР спектри фрагментів друкованого тексту, виконаного електрофотографічним способом друку

З використанням мікроскопної складової Раман-спектрометру було сфотографовано та проаналізовано ряд знімків поверхні паперового носія з послідовно нанесеними текстом (електрофотографічний спосіб друку) та підписом (рис. 2).



Фото 1

Фото 2

Фото 3

1 – штрих кулькової ручки знаходиться під друкованим текстом; 2 – штрих кулькової ручки знаходиться над друкованим текстом; 3 – поперечний переріз товщі паперу з послідовно нанесеними відбитком печатки та чорнилом кулькової ручки

Рис. 2. Мікрофотографії тонера та штриха кулькової ручки з різною послідовністю нанесення на паперовий носій

Утворення двох послідовних шарів було зафіксовано у випадку почергового нанесення чорнил з водною основою. Суміш чорнил в місцях їх перетину була зафіксована при перетині двох паст з олійною основою.

#### **Список використаних джерел:**

1. Dating the ballpoint pen inks using gas chromatography-mass spectrometry technique / M. EL-Sabbah, A.Z. Goma, D.E. El-Hefny, A.S. Al-Hawary // Egypt. J. Chem. – 2019. – V. 62, № 3. – P. 385–400.
2. Накамото К. ИК спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. М.: Мир. – 1991. – 536 с.
3. The micro Raman analysis of paint evidence in criminalistics: case studies / Patrick Buzzini, Genevieve Massonnet, Florence Monard Sermier // Journal of Raman Spectroscopy. – 2006. – V. 37. – P. 922–931.
4. Differentiation of inks used for seals by confocal Raman microscopy and fourier transform infrared microscopy / Jungang Lv, Shuo Liu, Yuanyuan Li Jimin Feng // Spectroscopy. – 2015. – V. 30. – № 4 – P. 36–43.
5. Determining Modifications to a Simulated Manuscript Using Surface-Enhanced Raman Scattering (SERS) / Timothy O. Deschaines // Thermo Fisher Scientific, Madison, USA. – 2011. – P. 1–4.