

## **ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА ОРИГІНАЛЬНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ФІКСАЦІЇ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ**

**Рибальський О.В.<sup>1</sup>, д.т.н., професор, Фразе-Фразенко О.О.<sup>2</sup>**  
**1 – Національний університет внутрішніх справ України, м. Київ,**  
**2 – Одеський національний економічний університет, м. Одеса**

На поточний момент цифрові фотоапарати та цифровий відеозапис широко застосовуються при проведенні слідчих дій у досудових розслідуваннях. Для використання отриманих з їх допомогою цифрових зображень як речовинних доказів, вони повинні пройти експертну перевірку. При цьому перед експертами обов'язково ставиться питання щодо оригінальності цифрових зображень, запропонованих на експертизу. Але до останнього часу не існувало діючої методики, методу та засобу перевірки оригінальності таких зображень. У той же час були окремі спроби створення таких методик, методів та засобів, однак практичної реалізації вони не отримали [1]. І це незважаючи на те, що теоретично були відомі джерела появи ідентифікаційних ознак, використовуваних при ідентифікації такої апаратури [2]. Імовірно, ці невдачі обумовлювалися або небажанням, або невмінням авторів розроблювальних програм опертися на конструктивні та технологічні особливості цифрової фото- та відеоапаратури, та тих фізичних процесів, які при цьому відбуваються.

Мета доповіді – показ правильних фізико-теоретичного, методологічного, методичного та математичного підходів до розв'язку поставленого завдання з забезпеченням його успішного розв'язку.

Спочатку, відповідно до методології розробки методик, методів та засобів експертизи, запропованої доповідачами у процесі доповіді, розглянуті варіанти конструктивного виконання цифрової апаратури записи зображень і проведений їх системний мікроаналіз (див. також [3]). У результаті вдалося виявити загальні вузли й блоки, обов'язково наявні в такій апаратурі, а серед них виявити ті, що є джерелами ідентифікаційних ознак, які відповідають вимогам теорії криміналістичної ідентифікації [3].

Проведений аналіз показав, що до таких вузлів та блоків відносяться, по-перше, фотоелектричні матриці, а по-друге – аналогово-цифрові перетворювачі. Пояснюється це тим, що в даних вузлах та блоках завжди є погрішності, обумовлені технологічними особливостями їх виготовлення, що приводять до виникнення відхилень від ідеалу. При цьому погрішності кожного окремого вузла носять строго індивідуальний характер і, отже, виникаючі спотворення ідеального зображення також будуть строго індивідуальні, повторювані та стійкі. Іншими словами, спотворення, що виникають, можуть слугувати ідентифікаційними ознаками, які відповідають вимогам теорії криміналістичної ідентифікації.

Отже, перше питання – виявлення можливих ідентифікаційних ознак, був вирішений. Наступна проблема – розв'язання питання виділення цих ознак та їх наступна обробка. Для цього проаналізована конструкція фотоелектричної матриці. Вона складається з окремих ізольованих фотоелементів. Звичайно, що матриця містить мільйони таких елементів. Величина струму, що виникає в кожному окремому елементі, пропорційна рівню світлового потоку, що падає

на цей елемент у процесі експозиції. Якщо представити, що матриця еквівалентна окремому кадрові на фотоплівці в аналоговому фотоапараті, то, фактично, в матриці відбувається дискретизація зображення в площині носія. Після закінчення експозиції амплітудно-імпульсний сигнал кожного окремого елемента матриці (пікселя) зчитується аналого-цифровим перетворювачем і перетворюється в цифровий код, що відповідає рівню освітленості цього пікселя. Спотворення в цифровому зображенні виникають через те, що світлочутливість кожного пікселя може відхилятися від відповідного номінального значення в межах поля допусків. А ці поля допусків (їх кількість залежить від класу апаратури) можуть доходити до того, що певна кількість пікселів у матриці взагалі не має світлочутливості (так звані “дірки”). Розташування та кількість цих “дірок” для кожної матриці носять строго індивідуальний характер. Це було встановлено в процесі експериментальних досліджень, проведених на великому обсязі фактичного матеріалу. При цьому також було встановлено, що найбільш підходящим математичним апаратом для виділення та обробки таких спотворень є вейвлет-перетворення з наступним мультимасштабним аналізом, як похідному від вейвлет-перетворень.

Опис проведених експериментів, отримані результати та висновки, як і питання вибору та застосування математичного апарата, зокрема, конкретних типів вейвлетів і застосовуваних при цьому алгоритмів обробки, є предметом окремих статей і у доповіді не розглядаються.

Що стосується погрешностей, внесених аналого-цифровими перетворювачами, то раніше в ряді робіт було показано, що й для їхнього виділення та обробки найкращим є той же математичний апарат [4]. Так було вирішено друге питання – вибір методів виділення та обробки ідентифікаційних ознак.

Третім питанням була розробка методів та засобів представлення результатів вимірів у формі, що задовольняє вимогам адекватності, наочності та простоти сприйняття. Для цього використано відпрацьовані методи та засоби, які були застосовані в програмі ідентифікації цифрової апаратури звукозапису “Фрактал”, впровадженій в практику експертних установ нашої країни [5].

Залишалося ще одне питання – методика проведення експертних досліджень. Особливих утруднень він не викликав, тому що всі основні розв’язки вже були знайдені в процесі відпрацьовування та впровадження в експертну практику все тієї ж програми “Фрактал”. Практично використано наявні наробітки. При цьому введено (на відміну від ідентифікації цифрової апаратури звукозапису) автоматичний вибір програмою оптимального значення фрактального масштабу. Ця можливість з’явилася у зв’язку з тим, що на відміну від цифрової апаратури звукозапису, у цифровій апаратурі запису зображень значно більшою є кількість індивідуальних особливостей, обумовлених наявністю фотоелектричної перетворювальної матриці, що містить мільйони елементів зі строгою індивідуальністю та наявністю елементів з “дірками”.

Для ідентифікаційних досліджень на експертизу необхідно представити апаратуру, на якій проводився запис досліджуваних зображень. Експерт повинен зробити експериментальну (зразкову) запис (або записи) та порівняти їх з досліджуваними записами. Зрозуміло, що порівнюються записи, збережені

на носіях або в пам'яті апаратури в електронному виді.

Основною відмінністю методики проведення експертизи цифрової фото- і відеоапаратури полягає в тому, що при проведенні експертизи цифрових фотоапаратів необхідно зробити не менш 15 зразкових знімків, у той час як при експертизі відеоапаратури досить зробити один або два зразкові відеозаписи. На зразкових фотознімках програма в автоматичному режимі по мінімуму помилки I роду знаходить оптимальне значення коефіцієнта фрактального масштабу, а потім порівнює з досліджуваним зображенням. Якщо запис кольоровий, то дослідження проводяться по трьох кольорах роздільно (червоний, зелений, синій), а також по максимуму та мінімуму вейвлет-екстремумів. Т. ч., кожний кадр може піддаватися 6-ти видам різних перевірок.

При відеозапису кожний кадр є окремим фотознімком, тому автоматично забезпечується достатня кількість експериментального матеріалу, що забезпечує одержання коректного розв'язку.

Викликає деяке утруднення великий обсяг досліджуваного відеоматеріалу, оскільки обчислювальні можливості навіть сучасних комп'ютерів все-таки не безмежні. Але для цього в програмі проводиться порівняння по ділянках запису фіксованої довжини. Потім можна застосувати різні статистичні критерії для перевірки приналежності величин, отриманих на різних ділянках відеограми, до одного розподілу.

У багатьох роботах докт. техн. наук, професора Рибальського О.В. та його колег раніше було показано, що встановлення оригінальності записаної звукової (та відео) інформації проводиться шляхом ідентифікації апаратури, використаної для її запису. У випадку, якщо ідентифікаційні ознаки експериментальної та досліджуваної записів збігаються, то досліджуваний запис оригінальний. Це пояснюється впливом характеристик апарата, використовуваного для обробки цифрової сигналограми на ідентифікаційні ознаки, що збігаються в сигналограмі при її первинному записі, оскільки для обробки сигналограм завжди необхідно використовувати два різні цифрові апарати (наприклад, фотоапарат та комп'ютер).

У процесі доповіді демонструються результати проведення ідентифікаційних досліджень цифрових фотоапаратів.

Висновок. Застосування відпрацьованої методології створення експертних методик та засобів експертизи складних технічних об'єктів, дозволяє в короткий термін розробити методику, методи та засоби проведення ідентифікаційних досліджень цифрової апаратури запису зображень, і, як наслідок, перевірки оригінальності цифрових фото- і відеозображень.

#### Література

1. Казакова Н. Ф. Дослідження та застосування в системах захисту інформації кореляційного критерію подібності графічних структур [Текст] / Н. Ф. Казакова, О. О. Фразе-Фразенко // Системи обробки інформації. – 2014. – № 2(118). – Т. 2. – С. 246.
2. Казакова Н. Ф. Синтез методу виділення контурів у системах ідентифікації на основі усереднення перепадів яскравості [Текст] / Н. Ф. Казакова, О. О. Фразе-Фразенко // Інформаційна безпека. – 2013. – № 2(10). – С. 48-57.
3. Рибальський О. В. Застосування вейвлет-аналізу для виявлення слідів

- цифрової обробки аналогових і цифрових фонограм у судово-акустичній експертизі : монографія. – К. : НАВСУ, 2004. – 167 с.
4. Рыбальский О. В., Жариков Ю. Ф. Современные методы проверки аутентичности магнитных фонограмм в судебно-акустической экспертизе : монография. – К. : НАВСУ, 2003. – 300 с.
  5. Рыбальский О. В. Анализ возможных цифровых и аналоговых способов подделки фонограмм и требований к анализаторам для выявления их следов [Текст] / О. В. Рыбальский // Захист інформації. – 2004. – Спеціальний випуск. – С. 44-48.
  6. Рыбальский О. В. К вопросу о фрактальности аналоговых сигналов, подвергнутых цифровой обработке [Текст] / О. В. Рыбальский // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2006. – № 9. – Ч. 1. – С. 21-25.
  7. Рыбальский О. В. Некоторые проблемы современной фonoскопической экспертизы [Текст] / О. В. Рыбальский // Спеціальна техніка у правоохоронній діяльності : IV міжнар. наук.-практ. конф., 26-27 листопада 2009 р. : матер. конф. – Київ, КНУВС. – 3 с.
  8. Рыбальский О. В. Основные положения теории выявления следов цифровой обработки фонограмм и особенности ее программной и методической реализации в экспертизе материалов и средств видеозаписи. Часть 1 [Текст] / О. В. Рыбальский // Захист інформації. – 2006. – № 1. – С. 71-76.
  9. Рыбальский О. В. Программа идентификации цифровой фото- и видеоаппаратуры и проверки оригинальности цифровых изображений [Текст] / О. В. Рыбальский, В. И. Соловьев, Е. В. Белозеров // Вісник Київського національного університету ім. Т. Шевченко. Військово-спеціальні науки. – 2013. – Спеціальний випуск. – С. 77-80.
  10. Скопа О. О. Анизотропна фільтрація зображень у системах аутентифікації [Текст] / О. О. Скопа, О. О. Фразе-Фразенко // Захист інформації і безпека інформаційних систем : II міжнар. наук.-техн. конф., 30 травня – 01 червня 2013 р. – НУ «Львівська політехніка», Львів. – С. 156-158.
  11. Соловьев В. И. Система идентификации аппаратуры аудиозаписи на основе мультифрактального подхода [Текст] / В. И. Соловьев, О. В. Рыбальский // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – 2010. – № 9(151). – Ч. 1. – С. 58-63.
  12. Фразе-Фразенко О. О. Исследование и применение в системах защиты информации корреляционного критерия сходства графических структур : монография // Информационные системы в управлении, образовании, промышленности [Текст] / Н. Ф. Казакова, О. О. Фразе-Фразенко [и др.] ; под ред. В. С. Пономаренко. – Х. : ТОВ «Щедра садиба плюс», 2014. – 498 с.
  13. Фразе-Фразенко А. А. Система текстурных признаков, основанных на измерении пространственных частот [Текст] / А. А. Фразе-Фразенко // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2013. – № 5/5(13).
  14. Фразе-Фразенко О. О. Спосіб регуляризації некоректно поставленої задачі розпізнавання у системах телебачення замкнутого контуру [Текст] / О. О. Фразе-Фразенко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2012. – № 6/4(8). – С. 19-20.