

СИСТЕМИ ТА МЕТОДИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

УДК 621. 3

О.В. Рибальський,

доктор технічних наук, професор,

В.І. Соловійов,

кандидат технічних наук, доцент,

Є.В. Белозьоров,

кандидат технічних наук, доцент

МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБКИ МЕТОДИКИ ТА ПРОГРАМИ ПРОВЕДЕННЯ ІДЕНТИФІКАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЦИФРОВОЇ АПАРАТУРИ ЗАПИСУ ЗОБРАЖЕНЬ

Розглянуто особливості методології, використаної при створенні методики, методу й засобу ідентифікаційних досліджень цифрової апаратури фото- й відеозапису зображень. Показано, що створені засоби забезпечують надійність проведення експертизи.

Ключові слова: цифрова апаратура запису зображень, ідентифікація, теорія криміналістичної ідентифікації.

В статье рассмотрены особенности методологии, использованной при создании методики, метода и средства идентификационных исследований цифровой аппаратуры фото- и видеозаписи изображений. Показано, что созданные средства обеспечивают надежность проведения экспертизы.

Ключевые слова: цифровая аппаратура записи изображений, идентификация, теория криминалистической идентификации.

Features of the methodology, used for the creation of methodology, method and means of identification researches of digital apparatus of photo- and videotape recording of images, are considered in the paper. It is shown that the created facilities provide the reliability of examining.

Keywords: digital apparatus of images recording, authentication, theory of criminalistics authentication.

Цифрові фотоапарати і цифровий відеозапис набули широкого застосування у досудовому слідстві. Для використання отриманих з їх допомогою цифрових зображень як речових доказів вони, як правило, мають пройти експертну перевірку. При цьому перед експертами обов'язково ставиться питання відносно оригінальності цифрових зображень, що надаються на експертизу. Але до останнього часу не існувало методики та засобу перевірки оригінальності таких зображень.

У той же час були окремі спроби створення таких методик, методів і засобів, проте практичної реалізації вони не отримали [1]. І це попри те, що теоретично були зрозумілі джерела появи ідентифікаційних ознак, що можна було б використати при

ідентифікації такої апаратури [2]. Ймовірно, ці невдачі зумовлювалися або небажанням, або невмінням авторів деяких програм, що розроблялися, виходити з конструктивних і технологічних особливостей цифрової фото- і відеоапаратури та фізичних процесів, що відбуваються при цьому.

Мета цієї статті – показати, як правильний фізико-теоретичний, методологічний, методичний і математичний підходи до рішення поставленої задачі забезпечили її успішне рішення.

Спочатку, відповідно до методології розробки методик, методів і засобів експертизи, запропонованої авторами, були розглянуті варіанти конструктивного виконання цифрової апаратури запису зображень і проведений їх системний мікроаналіз [3]. В результаті вдалося виявити загальні вузли і блоки, які завжди присутні у такій апаратурі, а серед них виявити ті, що є джерелами ідентифікаційних ознак. При цьому ці ознаки мають відповідати вимогам теорії криміналістичної ідентифікації [3]. Проведений аналіз показав, що до таких вузлів і блоків відносяться, по-перше, фотоелектричні матриці (ФЕМ) і, по-друге, аналогово-цифрові перетворювачі (АЦП). Пояснюється це тим, що в цих вузлах і блоках завжди є погрішності, зумовлені технологічними особливостями їх виготовлення, які призводять до виникнення відхилень від ідеалу. При цьому погрішності кожного окремого вузла носять суто індивідуальний характер, і, отже, виникаючі спотворення ідеального зображення також будуть суто індивідуальні, повторювані і стійкі. Іншими словами, виникаючі спотворення можуть служити ідентифікаційними ознаками, що відповідають вимогам теорії криміналістичної ідентифікації.

Отже, перше питання – виявлення можливих ідентифікаційних ознак, був вирішений. Слід було вирішити питання виділення цих ознак і їх подальшої обробки. Для цього розглянемо конструкцію ФЕМ. Вона складається з окремих ізольованих один від одного фотоелементів. Зазвичай матриця містить мільйони таких елементів. Величина струму, що виникає в кожному окремому елементі, пропорційна рівню світлового потоку, що падає на цей елемент в процесі експозиції. Якщо уявити, що матриця еквівалентна окремому кадру 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) прочитується АЦП і перетворюється в цифровий код, що відповідає рівню освітленості цього пікселя. Спотворення в цифровому зображенні виникають через те, що світлочутливість кожного пікселя може відхилитися від відповідного номінального значення в межах поля допусків. А ці поля допусків (їх значення залежить від класу апаратури) можуть доходити до того, що певна кількість пікселів в матриці взагалі не має світлочутливості (т.з. “дірки”). Розташування і кількість цих “дірок” для кожної матриці також суто індивідуальні. Це було встановлено в процесі експериментальних досліджень, проведених на великому обсязі фактичного матеріалу. При цьому також було встановлено, що найбільш відповідним математичним апаратом для виділення і обробки цих спотворень є вейвлет-перетворення з подальшим мультимасштабним аналізом, як похідному від вейвлет-перетворень. Опис проведених експериментів, отримані результати і висновки, як і питання вибору і застосування математичного апарату, зокрема, конкретних типів вейвлетів і розроблених для цього алгоритмів обробки, є предметом окремих статей і тут не розглядаються.

Що стосується погрішностей, які вносяться АЦП, то нами раніше було показано у ряді робіт, що і для їх виділення і обробки найбільш прийнятним є

той же математичний апарат [4]. Так було вирішене і друге питання – методів виділення і обробки ідентифікаційних ознак.

Третім питанням була розробка методів і засобів представлення результатів вимірів у формі, що задовольняє вимогам адекватності, наочності і простоти їх сприйняття. Тут автори скористалися вже відпрацьованими методами, використаними в програмі ідентифікації цифрової апаратури звукозапису (ЦАЗЗ) “Фрактал”, впровадженій у практику експертних установ нашої країни [5].

Залишалось ще одне питання – методики проведення експертних досліджень. Особливих затруднень воно не викликало, оскільки усі основні рішення вже були знайдені в процесі відпрацювання і впровадження в експертну практику все тієї ж програми “Фрактал”. Практично автори скористалися наявними напрацюваннями, ввівши, на відміну від ідентифікації ЦАЗЗ, автоматичний вибір програмою оптимального значення фрактального масштабу. Ця можливість з’явилася у зв’язку з тим, що на відміну від ЦАЗЗ, у цифровій фотоапаратурі (ЦФА) значно більша кількість індивідуальних особливостей, зумовлених наявністю ФЕМ, яка містить мільйони елементів, із суто індивідуальним розташуванням у ній елементів з “дірками”. Для ідентифікаційних досліджень на експертизу необхідно представити ЦФА, на якій робився запис досліджуваних зображень. Експерт має зробити експериментальний (зразковий) запис (чи записи) і порівняти їх з досліджуваними записами. Зрозуміло, що порівнюються записи, збережені на носіях або в пам’яті апаратури в електронному вигляді.

Основна відмінність методики проведення експертизи ЦФА полягає в тому, що при проведенні експертизи цифрових фотоапаратів необхідно зробити не менше 15 зразкових знімків, тоді як при експертизі ЦАЗЗ досить зробити дві або три зразкові фонограми. На зразкових фотознімках програма в автоматичному режимі за мінімумом помилки I роду знаходить оптимальне значення коефіцієнта фрактального масштабу, а потім порівнює з досліджуваним зображенням. Якщо запис кольоровий, то дослідження проводяться за трьома кольорами окремо (червоний, зелений, синій) за максимумом і мінімумом вейвлет-екстремумів. Таким чином, кожний кольоровий кадр може піддаватися 6 видам різних перевірок. При відеозапису кожен кадр є окремим фотознімком, тому автоматично забезпечується достатня кількість експериментального матеріалу, що забезпечує отримання коректного рішення.

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

У роботах авторів раніше було показано, що встановлення оригінальності записаної звукової (і відео) інформації робиться шляхом ідентифікації апаратури, використаної для її запису. У разі, якщо ідентифікаційні ознаки експериментального та досліджуваного записів співпадають, то досліджуваний запис оригінальний. Це пояснюється впливом характеристик апарату, використаного для обробки цифрової сигналограми на ідентифікаційні ознаки, що зберігаються в сигналограмі при її первинному запису. А оскільки для будь-якої обробки сигналограми завжди необхідно використовувати два різні цифрові апарати (наприклад, фотоапарат і комп’ютер), то оброблена (вважай, підроблена) сигналограма завжди міститиме сліди спотворень, внесених обома приладами.

На рис. 1 і 2 показані результати проведення ідентифікаційних досліджень цифрових фотоапаратів.



Рис. 1. Результаты дослідження двох зображень з різних цифрових фотоапаратів

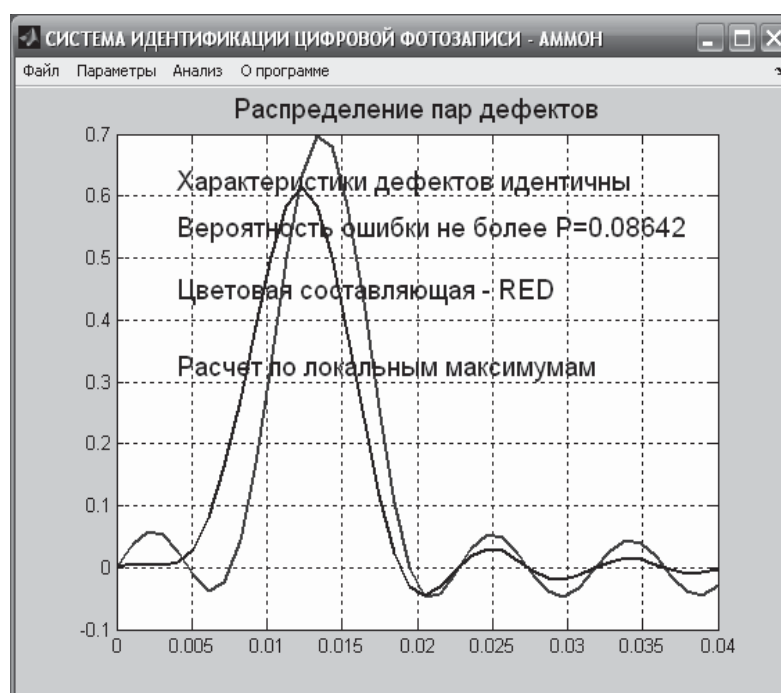


Рис. 2. Результаты дослідження двох зображень з одного цифрового фотоапарата

Висновки

Застосування відпрацьованої методології створення експертних методик і засобів експертизи складних технічних об'єктів, запропонованої авторами раніше, дозволило в короткі терміни розробити методику, методи і засоби проведення

ідентифікаційних досліджень цифрової апаратури запису зображень, і, як наслідок, перевірки оригінальності цифрових фото- і відеозображень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кобозева А.А. Общий подход к анализу состояния информационных объектов, основанный на теории возмущений / А.А. Кобозева // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2008. – № 8. – Ч. 1. – С. 72–81.
2. Рыбальский О.В. О возможности создания метода проверки подлинности неподвижных изображений, записанных на цифровых носителях / О.В. Рыбальский // Спеціальна техніка у правоохоронній діяльності : матеріали III Міжнародної конференції КНУВС, 25–26 жовтня 2007 р. – К. : КНУВС. – С. 13–14.
3. Рыбальский О.В. Применение системного анализа для разработки методик и средств экспертизы технических объектов / О.В. Рыбальский, В.И. Соловьев, Т.А. Татарникова // Теорія та практика судової експертизи і криміналістики: збірник наукових праць. Вип. 11. – Х. : Право, 2011. – С. 348–353.
4. Рыбальский О.В. Общие подходы к экспертизе оригинальности и подлинности материалов цифровой и аналоговой звукозаписи / О.В. Рыбальский, В.И. Соловьев, Т.В. Командина, Т.А. Татарникова // Науковий вісник НАВС. – 2011. – № 4. – С. 183–191.
5. Рыбальский О.В. Надежность идентификационных исследований аппаратуры звукозаписи с применением программы “Фрактал” / О.В. Рыбальский, В.И. Соловьев, А.Н. Шабля, В.В. Журавель, Л.Н. Тимошенко // Вісник Східноукр. нац. унів. ім. В. Даля. – Луганськ. – 2012. – № 8 (179). – Ч. 1. – С. 79–84.

Отримано 21.03.2013