

DOI: <https://doi.org/10.32353/khrife.2.2019.19>
УДК 343.982.32

С. В. Чорний,

кандидат технічних наук, доцент, провідний науковий співробітник
Харківського НДІСЕ, м. Харків, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0445-2886>
e-mail: svch1mail@yahoo.com

О. І. Брендель,

завідувач сектору
Харківського НДІСЕ, м. Харків, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1723-0203>
e-mail: olgabrenda@ukr.net

А. І. Роман,

старший науковий співробітник
Харківського НДІСЕ, м. Харків, Україна,
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8406-7979>
e-mail: anna_roman@ukr.net

ВИЯВЛЕННЯ ОЗНАК РЕДАГУВАННЯ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДУ СТЕГАНОГРАФІЧНОГО АНАЛІЗУ ШУМІВ

Сьогодні питання визначення автентичності та дослідження монтажу цифрових зображень є нагальним для фототехнічної експертизи.

Основна мета дослідження з використанням методики стеганографічного аналізу шумів зображення — визначення автентичності цифрових фотографій, виявлення ознак зміни «змісту» у зображеннях. Розглянуті можливості та запропоновано новий методичний підхід щодо підвищення ефективності, якості та доказової значимості таких експертиз.

Розроблене у межах цієї методики програмне забезпечення проводить дослідження на основі аналізу ентропії шумів і дисперсії зображення для визначення автентичності та виявлення ознак монтажу цифрових зображень.

Ключові слова: судова фототехнічна експертиза, цифрові зображення, метод стеганографічного аналізу шумів, ентропія шумів.

Постановка наукової проблеми. Традиційно предметом судової експертизи відео-, звукозапису були позитиви, негативи, різноманітні технічні засоби для їх виготовлення, які в процесуальному порядку були закріплені в матеріалах справи. У сучасному світі цифрові технології майже витіснили аналогові, і в матеріалах досудових та судових проваджень використовуються речові докази у вигляді електронних документів чи їх зображень, фотозображень, відеозаписів, сканованих копій, що мають цифрову природу утворення. З огляду на відносну легкість створення, модифікування, розповсюдження цифрових зображень, логічно виникають питання їх достовірності (автентичності), а саме виявлення ознак зміни «змісту» таких зображень.

Знімки, отримані за допомогою цифрових фотоапаратів, а також відеозаписи, отримані за допомогою цифрових відеокамер, є додатками до протоколів слідчих дій, оглядів місць подій, а також обшуків, слідчих експериментів, перевірки показань на місці тощо. Цифрові зображення в даний час широко використовуються при провадженні слідчих дій, експертних досліджень, проведених оперативнорозшукових заходів тощо. Так, за допомогою камер відеоспостережень, фотозйомки та відеозаписів з мобільних пристроїв громадян тощо слідчі органи мають змогу більш повно сприймати та відображати події, проводити процесуальні дії, що мають значення у кримінальних провадженнях.

Значний прогрес технічних засобів фотозйомки, відеозапису, телекомунікаційних технологій розширює як можливості традиційних засобів фіксації фото-, відеоданих, так і нових (мобільних, мережевих, спеціалізованих, космічних), із новими форматами даних, вимагає постійного оновлення спеціальних експертних знань у галузі дослідження цифрових фотозображень.

Аналіз основних досліджень і публікацій. За останні 30 років з розвитком цифрових систем передачі даних з'явилось багато досліджень в області цифрової стеганографії. Під цифровою стеганографією розуміють приховування інформації у потоках даних (цифрових сигналах).

Незважаючи на розробку нових алгоритмів і методів приховування даних, комерційно успішних виключно стеганографічних програмних продуктів немає. Тому у технологіях захисту інформації стеганографія є допоміжним, другорядним засобом, що рідко використовується. Активно розвиваються також похідні від стеганографії методи приховування даних: цифрові водяні знаки, маркування, у меншій мірі проекти протоколи прихованої передачі даних на базі обміну мультимедійними носіями, найчастіше фотографіями. Характерно, що кількість наукових робіт, присвячених стеганоаналізу, суттєво менша за кількість робіт, присвячених стеганографічним алгоритмам приховування.

У розвиток стеганографії значний внесок зробили в своїх працях В. О. Хорошко, Г. Ф. Конахович, М. Є. Шелест, В. К. Задірака, Н. В. Кошкіна, А. В. Аграновський, В. Г. Грібунін, І. В. Бабич, С. А. Паламарчук, Н. А. Паламарчук, В. В. Овсянніков та інші.¹ Внесок

¹ *Хорошко В. А.* Методы и средства защиты информации. Киев : Юниор, 2003. 504 с.; *Конахович Г. Ф., Пузыренко А. Ю.* Компьютерная стеганография. Теория и практика. Киев : МК-Пресс, 2006. 288 с.; *Хорошко В. О., Азаров В. О., Шелест М. Є.* Основы компьютерной стеганографии : навч. посіб. Вінниця : ВДТУ, 2003. 142 с.; *Задірака В. К., Кошкіна Н. В., Олексюк О. С.* Аналіз стійкості стеганографічних систем в моделі пасивного противника. Київ, 2004. С. 801–805; *Аграновский А. В., Девянин П. Н.* Основы компьютерной стеганографии. Москва : Радио и связь, 2003. 151 с.; *Грибунин В. Г.* Теория и

зазначених досліджень полягає в розробленні та вдосконаленні методів приховування даних у зображеннях, але в цих роботах розробка авторами методів стеганографічного захисту інформації відбувалася без урахування взаємозв'язку між вимогами таємності та робастності. Проблеми робастності та таємності присвячена робота Р. М. Штонди, Ю. О. Процюка, О. М. Маковецького, І. Р. Мальцевої¹. Праця І. В. Швідченко присвячена проблемі виявлення стеганографічного приховування у файлах форматів BMP і JPEG.

Метою статті є огляд методу стеганографічного аналізу шумів для визначення автентичності та виявлення ознак редагування цифрових зображень. В Україні із зареєстрованих методик судових експертиз найбільш близькою до досліджень цифрових фотозображень на сьогодні є «Методика досліджень цифрових фотозображень та технічних засобів їх виготовлення» (реєстраційний код 6.1.05). У цій роботі² закладено загальні основи методичного підходу до судової експертизи цифрових фотозображень і технічних засобів їх виготовлення, наведено шляхи, за якими можна проводити окремі дослідження. У цілому методика відповідає завданням судової експертизи цифрових зображень. В ній докладно висвітлено загальну схему досліджень, порядок дій експерта при попередньому дослідженні, дії під час здійснення візуального аналізу та аналізу метаданих у межах аналітичного дослідження.

У зв'язку з тим, що більшість з існуючих зареєстрованих методик фототехнічної експертизи, які створені більше 27 років тому, не враховують сучасні можливості засобів створення та оброблення цифрових зображень, співробітниками Харківського науково-дослідного інституту судових експертиз ім. Засл. проф. М. С. Бокаріуса розроблено методику дослідження ознак монтажу цифрових зображень

практика вейвлет-преобразованія. URL : <http://autex.spb.ru/wavelet/books/wtp.htm> (режим доступа 2.03.2019); *Бабич І. В., Паламарчук С. А., Паламарчук Н. А., Овсянніков В. В.* Огляд стеганографічних методів перетворення інформації в зображеннях. Київ : НАУ, 2012. С. 29– 36.

¹ *Штонда Р. М., Процюк Ю. О., Маковецький О. М., Мальцева І. Р.* Аналіз методів цифрової стеганографії зображень. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони* № 3(21)/2014. Київ : Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації Державного університету телекомунікацій. С. 78–81; *Швідченко І. В.* Методи стеганоаналізу для графічних файлів. Київ, 2010. № 4; *Тимко Є. В.* Розробка методики досліджень цифрових фотозображень та технічних засобів їх виготовлення. Звіт про НДР : КНДІСЕ, 2013. 121 с.; *Чорний С. В. та ін.* Розробка методики дослідження ознак монтажу цифрових зображень на основі аналізу ентропії шумів. Звіт про НДР : ХНДІСЕ, 2017. 110 с.

² *Тимко Є. В. та ін.* Розробка методики досліджень цифрових фотозображень та технічних засобів їх виготовлення: звіт про НДР. Київ: КНДІСЕ, 2013. 121 с.

на основі аналізу ентропії шумів¹. На наш погляд, основна увага науковців має бути приділена розробкам методів та спеціалізованого програмного забезпечення для розширеного аналізу зображень із використанням сучасних методів обробки зображень.

Виклад основного матеріалу. Для початку розглянемо цифрове зображення (графічний файл) як об'єкт дослідження у відношенні його метаданих. В загальному вигляді метадані можна розділити на відомості про файл (ім'я, розмір, тип, дата створення та останнього змінення тощо) та відомості про рисунок (формат, ширина, висота, кількість пікселів на дюйм, кількість біт на піксель, кольорова модель та інші характеристики і коментарі). Крім того, цифрове зображення як об'єкт, можна досліджувати методом оцінки змінення шумового фону саме зображення.

Реальні фотографії сповнені шуму, який виникає як від матриці камери або фотосканеру, від алгоритмів стиснення, так і внаслідок звичайних природних причин. Графічні редактори цей шум не створюють, їх інструменти найчастіше «розмазують» шум оригінального зображення. Крім того, два зображення найчастіше мають різні ступені зашумленості. Ретушування зображення набуло значного поширення у практиці обробки зображення. Ретушування здебільшого спотворює шумовий фон зображення і тому може бути виявлене шляхом аналізу шумів. Враховуючи цей факт, в основу методики дослідження зображень щодо встановлення ознак зміни змісту фотозображень засобами редагування покладено явище пошкодження (спотворення) природного шумового фону зображення, притаманного йому внаслідок наявності шуму чутливих елементів цифрових фотокамер. Спотворення шумового фону виникає в певних випадках (фотомонтаж, ретушування тощо), у відповідних зонах зображення в разі застосування до нього засобів цифрового редагування. У багатьох випадках шумова складова зображення може бути використана як джерело інформації редагування зображення, оскільки зазвичай оригінальні зображення мають однорідний шумовий фон, що може порушуватись у разі монтажу².

Авторами розробленої методики проведено дослідження залежності шуму від яскравості фону на прикладі камери Canon-A400 шляхом фотографування однорідних зразків із різними градаціями сірого в діапазоні від чорного до білого. Кількість зразків складала 13. Рівень шуму обчислювався як середнє квадратичне відхилення яскравості від середнього значення яскравості зображення зразка (див. рисунок 1).

¹ Чорний С. В. та ін. Розробка методики дослідження ознак монтажу цифрових зображень на основі аналізу ентропії шумів: Звіт про НДР. Харків : ХНДІСЕ, 2017. 110 с.

² Бобрицкий С. М., Черный С. В. Методические аспекты комплексного исследования с целью выявления признаков монтажа в цифровой фотографии. Теория та практика судової експертизи і криміналістики. 2010. Вип. 10. С. 633–639.

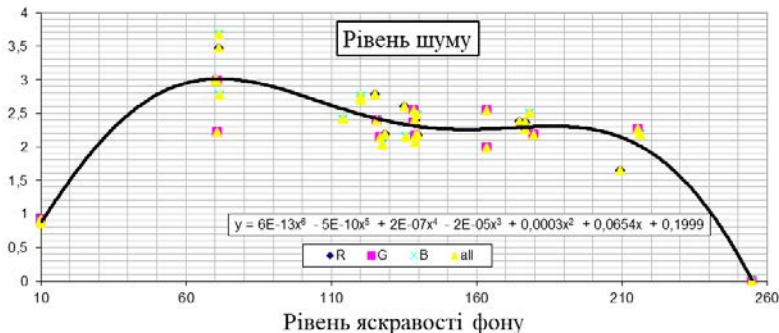


Рис. 1. Залежність шуму від яскравості фону для камери Canon — 400 та його апроксимація

Виділення шуму із сигналу зображення у загальному випадку є некоректним завданням, оскільки необхідно розділити сумарний сигнал на дві складові, жодна з яких точно невідома. Існуючі методи вирішення цього завдання використовують різну апріорну інформацію про ці складові.

Дослідження (рис. 1) показує, що шумова картина не є однорідною. Приблизно однаковий рівень шуму спостерігається у діапазоні 60 — 220 градацій яскравості. Найменші рівні шумів притаманні діапазнам 0 — 60 та 220 — 250 градацій яскравості. Отже, аналіз картини шумів можна проводити лише у певних діапазонах яскравості зображення, які залежать від характеристик фотокамери та характеру зображення і потребують обов'язкового дослідження експертом.

Методи виявлення втручання в контекст цифрової фотографії поділяють на активні (вбудовування певної службової інформації в зображення при його створенні, зокрема «водяних знаків») і пасивні, із виділенням та аналізом природних шумових складових. У останньому випадку, найбільш характерною для судово-експертного аналізу, можна виділити такі існуючі підходи та технології:

- піксель-орієнтовані (клонування, ресемплінг, сплайсинг та статистичні);
- формат-орієнтовані (JPEG-квантування та JPEG-блокування);
- камера-орієнтовані (виділення артефактів сенсорів, лінз, електронних елементів, кольорові аберації);
- виявлення фізичних невідповідностей зображення (порушення перспективи та геометрії об'єктів).

Підходи до оцінювання рівня шуму поділяються на три основні категорії: оцінювання шуму на основі блоків, оцінювання шуму на основі градієнтів та оцінювання шуму на основі згладжування¹. Аналіз відомих методів виявлення підробок на основі виділення шумів і їх особливостей наведено в таблиці 1.

¹ Fan J., Cao H., Kot A. C. Estimating EXIF Parameters Based on Noise Features for Image Manipulation Detection. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*. 2013. Vol. 8. Issue 4. P. 608–618.

Таблиця 1.

Аналіз методів виявлення підробок на основі виділення шумів		
Джерело	Методологія	Особливості
1 ¹	Метод аналізу кольорових цифрових зображень на основі аналізу ентропії шумів	Не дозволяє проводити аналіз зображень у відтинках сірого
2 ²	Метод для стеганографічного аналізу цифрових зображень за трьома наборами шумів	Не дає точного обсягу і місця розташування зміненого фрагмента
3 ³	Метод виявлення невідповідності шумів на основі оцінювання варіації шуму в блоках із перекриттям	Недоліком методу є передбачення, що оригінальне зображення відомо, та на практиці це не відповідає дійсності
4 ⁴	Метод виявлення підробок на основі кластеризації блоків із різними варіаціями шумів	Недоліком є використання відомих властивостей оригіналу
5 ⁵	Метод виявлення співвідношень між шумовими характеристиками зображення та EXIF-даними	Непрацездатний для форматів з відсутніми EXIF-даними
6 ⁶	Метод виявлення фотомонтажу, який застосовувався під час різних операцій, таких як слайсинг, ретушування, рекомпресія, зміна розміру тощо	Не є селективним, бо не націлений на жодну конкретну операцію
7 ⁷	Розбиває зображення на різні однорідні сегменти за рівнем шуму на підставі вейвлет-перетворення, є різновидом градієнтного методу	Не здатен до виявлення порушених ділянок у разі малих змін, потребує візуальної інтерпретації
8 ⁸	Метод оцінювання шуму в кольоровому просторі HSV	Для покращення необхідно використовувати розмиття

¹ Savita Walia et al. International Journal of Computer Science and Information Technologies (IJCSIT). 2014. Vol. 5 (6). P. 7618–7622.

² Gou H., Swaminathan A., Wu M. Noise Features for Image Tampering Detection and Steganalysis. *Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing*. 2007. P. 2893–2896.

³ Popescu A. C. Statistical Tools for Digital Image Forensics. *Proceedings of the 6th International Workshop on Information Hiding & LNCS*. 2004. P. 128–147.

⁴ Pan X., Zhang X., Lyu S. Exposing Image Forgery with Blind Noise Estimation. *Proceedings of the Thirteenth ACM Multimedia Workshop on Multimedia and Security*. 2011. P. 15–20.

⁵ Fan J., Cao H., Kot A. C. Estimating EXIF Parameters Based on Noise Features for Image Manipulation Detection. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*. 2013. Vol. 8. Issue 4. P. 608–618.

⁶ Emir D. A., Memon N. Image Tamper Detection Based on Demosaicing Artifacts. *Proceedings of the 16th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*. 2009. P. 1497–1500.

⁷ Brice C., Fennema C. Scene analysis using regions. *Computer Methods in Images Analysis*. 1970. Vol. 1. Issue 3–4. P. 205–226.

⁸ Kei Y., Zhang Q., Min W., Zhang S. Detecting Image Forgery Based on Noise Estimation. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*. 2014. Vol. 9. Issue 1. P. 325–336.

Метод виділення шумів зображення на основі аналізу ентропії, метод класифікації шумів, метод оцінки неоднорідності шумового фону (реалізовані у програмі IFG_1.0. exe), застосовуються лише до кольорових цифрових зображень.

Загальним недоліком розглянутих методів, на погляд авторів методики, є необхідність розбиття зображення на блоки з певною кількістю пікселів, залежність результатів виділення шуму від розмірів блоків і непрацездатність у разі, коли розмір блока дорівнює пікселю. Зазначений недолік не притаманний методу стеганографічного аналізу, що орієнтований на виділення молодших бітів пікселів зображення (LSB-детектор)¹.

Цей метод дозволяє попіксельно розбити зображення на певну кількість шарів (зазвичай 8) для їх подальшого аналізу. Типово цей метод використовує лише останній цифровий шар, що може містити стеганографічне включення. Авторами методики пропонується використання такого підходу до виявлення ознак редагування зображення. Для цього доцільно використовувати декілька шарів одночасно. У цьому випадку шари 5–8 (див. рисунок 2) містять різні шумові компоненти та елементи зображення. Слід зауважити, що це поділення не є оптимальним, бо окремі шари зображення містять компоненти корисного сигналу поряд із шумом. Тим не менше, даний підхід дозволяє визначити (див. рисунок 2), що права половина зображення була ретушована, оскільки її шари 5–8 містять порушення однорідності шумового фону, що легко виявляються візуально.

Таким чином, запропонований розробниками методики метод дає змогу візуально визначити зони редагування (ретушування) зображення по зображеннях створених цифрових шарів досліджуваного зображення. Цей метод включено авторами методики у загальний програмний продукт, створений у рамках розробленої методики² та доступний для використання у вільному доступі.³

² Метод стеганографічного аналізу, що орієнтований на виділення молодших бітів пікселів зображення. URL : http://dde.binghamton.edu/download/structural_lsb_detectors/ (дата звернення 10.03.2019).

³ Чорний С. В. та ін. Розробка методики дослідження ознак монтажу цифрових зображень на основі аналізу ентропії шумів. Звіт про НДР : ХНДІСЕ, 2017. 110 с.

⁴ Програмний продукт. URL : <http://5.189.182.106/tec> (дата звернення 17.04.2019).

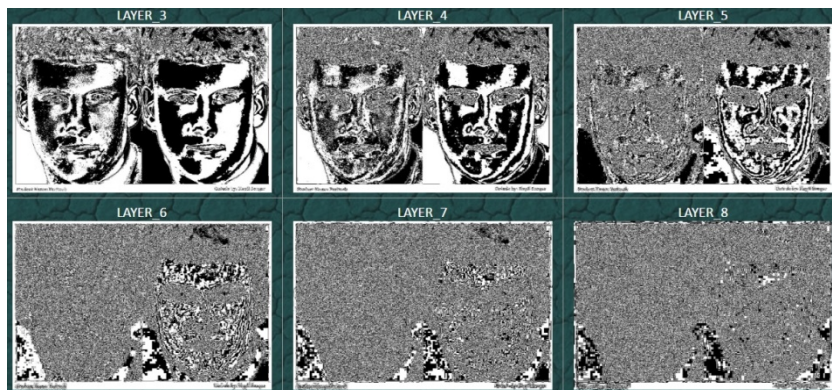


Student Name: Paritosh

Guide by: Kapil Sengar

a)

б)



в)

Рис. 2 . Результати поділення зображення на шари в площині яскравості:
а) досліджуване зображення-оригінал; б) ретушоване зображення; в) шумові шари (LAYER_3 — LAYER_8) оригіналу та ретушованого зображень у площині яскравості

Висновки. В рамках розробленої методики авторами роботи:

— розроблено метод дослідження ознак монтажу на основі аналізу ентропії шумів цифрових зображень з максимізацією комплексного критерія, що враховує ентропію та дисперсію зображення;

— розроблено методику дослідження ознак монтажу на основі запропонованого методу;

— розроблено програмне забезпечення для реалізації комп'ютерної обробки зображень за запропонованим методом та методикою;

— проведено дослідження та надано приклади використання методики та розробленого програмного забезпечення для типових фотопідробок — ретушування та фотомонтажу;

— розроблено програмне забезпечення для комп'ютерної реалізації порівняльних досліджень відомими та модифікованими авторами методами оцінки якості зображень (локальної якості фокусування — 33 методи, характеристик шумів — 17, аналізу за методами DCT/CFA — 15 методів, аналізу ентропії зображення — 14 методів);

— розроблено приклад діалогового веб-інтерфейсу для реалізації методів порівнювального дослідження на сервері у режимі віддаленого доступу.

Таким чином, розроблене в рамках методики дослідження ознак монтажу цифрових зображень на основі аналізу ентропії шумів програмне забезпечення дозволяє проводити дослідження з метою виявлення ознак монтажу на основі аналізу ентропії шумів цифрових зображень з максимізацією комплексного критерію, що враховує ентропію та дисперсію зображення. Воно може бути використано як на локальних комп'ютерах, так і з використанням потужного серверного обладнання у режимі віддаленого доступу через веб-інтерфейс, у тому числі, з використанням малопотужних мобільних терміналів користувача (смартфонів, планшетів тощо), що суттєво полегшить роботу експертів з дослідження монтажу цифрових зображень або при встановленні їх достовірності (автентичності).

References

Agranovs'kij, A. V., Devyanin, P. N. (2003). *Osnovyi komp'yuternoї steganografii*. Moskva: Radio i svyaz'. [in Russian].

Shtonda, R. M., Procyuk, Yu. O., Makovec'kij, O. M. Mal'ceva, I. R. (2014). *Analiz metodiv cifrovoi steganografii zobrazen'*. *Teoretichni osnovi stvorennya i vikoristannya informacijnih tekhnologij*. № 3(21)/2014 [in Ukrainian].

Babich, I. V., Palamarchuk, N. A. Palamarchuk, V. V. et al. (2012). *Oglyad steganografichnih metodiv peretvorennya informacii v zobrazhennyah*. NAU, 29–36 [in Ukrainian].

Bobrickij, S. M., Chernyj, S. V. (2010). *Metodicheskie aspekty kompleksnogo issledovaniya s cel'yu vyyavleniya priznakov montazha v cifrovoj fotografii. Teoriya ta praktika sudovoї ekspertizi i kriminalistiki*. Har'kov: Pravo [in Russian].

Brice, C., Fennema, C. (1970). *Scene analysis using regions. Computer Methods in Images Analysis*. Vol. 1, Issue 3–4, 205–226.

Chornij, S. V. (2017). *Rozrobka metodiki doslidzhennya oznak montazhu cifrovih zobrazen' na osnovi analizu entropii shumiv*. HNDISE [in Ukrainian].

Emir, D. A., Memon, N. (2009). *Image Tamper Detection Based on Demosaicing Artifacts. Proceedings of the 16th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*. 1497–1500.

Fan, J., Cao, H., Kot, A. C. (2013). *Estimating EXIF Parameters Based on Noise Features for Image Manipulation Detection*. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*. Vol. 8, Issue 4, 608–618.

Gou, H., Swaminathan, A., Wu, M. (2007). *Noise Features for Image Tampering Detection and Steganalysis*. *Proceedings of the IEEE International Conference on Image Processing*. 2893–2896.

Gribunin, V. G. (2019). *Teoriya i praktika vejvlet-preobrazovaniya*. URL: <http://autex.spb.ru/wavelet/books/wtp.htm> [in Ukrainian].

Horoshko, V. A., CHekato, A. A. (2003). *Metody i sredstva zashchity informacii*. Kiev: Junior [in Ukrainian].

Horoshko, V. O., Azarov, V. O., Shelest, M. E. (2003). *Osnovi kompyuternoї steganografii*. Vinnicya: VDTU [in Ukrainian].

Ke1, Y., Zhang, Q., Min, W., Zhang, S. (2014). *Detecting Image Forgery Based on Noise Estimation*. *International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering*. Vol. 9., Issue 1, 325–336.

Konahovich, G. F., Puzyrenko, A. YU. (2006). *Komp'yuternaya steganografiya. Teoriya i praktika*. Kyiv: MK-Press [in Ukrainian].

Metod steganografichnogo analizu, shcho oryentovanyj na vidilennya molodshih bitiv pikseliv zobrazhennya. (2019). URL: http://dde.binghamton.edu/download/structural_lsb_detectors/ (дата звернення: 11.04.2019) [in Ukrainian].

Pan, X., Zhang, X., Lyu, S. (2011). *Exposing Image Forgery with Blind Noise Estimation*. *Proceedings of the Thirteenth ACM Multimedia Workshop on Multimedia and Security*. 15–20.

Popescu, A. C. (2004). *Statistical Tools for Digital Image Forensics*. *Proceedings of the 6th International Workshop on Infomation Hiding & LNCS*. 128–147.

Programnij product. URL: <http://5.189.182.106/tec> (дата звернення 25.03.2019).

Savita, Walia et al. (2014). *International Journal of Computer Science and Information Technologies. IJCSIT*. Vol. 5(6), 7618–7622.

Shvidchenko, I. V. (2010). *Steganoanalysis Methods for Graphic Files Iskusstvenyj intellekt*, № 4 [in Russian].

Timko, E. V. (2013). *Rozrobka metodiki doslidzhen' cifrovih fotozobrazhen' ta tekhnichnih zasobiv ih vigotovlennya*. Kyiv: KNDISE [in Ukrainian].

Zadiraka, V. K., Koshkina, N. V., Oleksyuk, O. S. (2004). *Analiz stijkosti steganografichnih sistem v modeli pasivnogo protivnika*. *Iskusstvenyj intellekt*, № 3. 801–805 [in Ukrainian].

С. В. Чорный, О. И. Брендель, А. И. Роман

ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИЗНАКОВ РЕДАКТИРОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ФОТОГРАФИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА СТЕГАНОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ШУМОВ

Вопросы определения подлинности и исследования монтажа цифровых изображений — насыщенные вопросы экспертизы видео-, звукозаписи..

Основной целью исследования с использованием методики стеганографического анализа шумов изображения является определение достоверности цифровых фотографий, выявление признаков изменения «содержания» таких изображений.

Рассмотрены возможности методики исследования цифровых изображений с помощью метода стеганографического анализа шумов для

выявления признаков редактирования цифровых фотографий (изображений) с целью повышения эффективности, качества и доказательной значимости фототехнических экспертиз. Предложен новый методический подход к решению задач по исследованию монтажа цифровых изображений, а также установлению их достоверности (подлинности). Он может использоваться как на локальных компьютерах, так и с использованием мощного серверного оборудования в режиме удаленного доступа через веб-интерфейс, в том числе с использованием малоомощных мобильных терминалов пользователя (смартфонов, планшетов и пр.), что значительно облегчит работу специалистов во время исследования установки цифровых изображений и определение их достоверности.

Разработанное в рамках методики исследования признаков монтажа цифровых изображений на основе анализа энтропии шумов программное обеспечение, позволяет проводить исследования с целью выявления признаков монтажа на основе анализа энтропии шумов цифровых изображений с максимизацией комплексного критерия, учитывающего энтропию и дисперсию изображения.

Ключевые слова: судебная фототехническая экспертиза, цифровые изображения, метод стеганографического анализа шумов, энтропия шумов.

S. Chorniy, O. Brendel, A. Roman

USING THE METHOD OF STEGANOGRAPHIC NOISE ANALYSIS TO IDENTIFY SIGNS OF DIGITAL PHOTO EDITING

In today's world, digital technology has almost replaced analog, and in the materials of pre-trial and judicial proceedings used physical evidence in the form of electronic documents or their images, photographs, videos, scanned copies, having a digital nature of education. To date, the question of determining the authenticity and research installation of digital image pressing issues fototechnika examination.

The main purpose of the study using the method of steganographic analysis of image noise is to determine the authenticity of digital photos, identify signs of changes in the «content» of such images.

The possibilities of digital image research methods using the method of steganographic noise analysis to identify signs of editing digital photos (images) to improve the efficiency, quality and evidential significance of photographic examinations are considered. The proposed new methodical approach in solving problems for the study of the installation of digital images, or when establishing their veracity (authenticity).

Developed under the methodology of the study of signs installation of digital images based on the analysis of entropy noise software allows you to conduct research to identify signs of installation on the basis of the analysis of entropy noise digital images by maximization of complex criterion that takes into account the entropy and the variance of the image. It can be used both on local computers, and with use of the powerful server equipment in the mode of remote access through the web interface, including, with use of low-power mobile terminals of the user (smartphones, tablets and so forth) that will considerably facilitate work of experts on research of installation of digital images or at establishment of their reliability (authenticity).

Key words: forensic examination of graphic arts, digital images, a method of steganographic noise analysis, entropy, noise.

Надійшла до редколегії 11.07.2019