

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДРУКУ ІЗ ЗАХИСНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ НА ВИДАХ ПАПЕРУ ВІДОМИХ БРЕНДІВ

© Назаркевич М., Сидоренко Є., 2016

Проаналізовано вплив друку захисних елементів на різних видах паперу відомих брендів, які нині успішно конкурують на ринку. Надруковано латентні елементи та мікрографічне зображення. Досліджено друк на п'ятнадцяти видах паперу. Захисні елементи надруковано на машині офсетного друку “Гейдельберг” та цифровій друкарській машині Xerox. З надрукованих відбитків зроблено копії, які порівнювали з оригіналами, використовуючи метод піксельного порівняння співвідношення сигналу до шуму. Результати порівняння подано у статті.

Ключові слова: вид паперу, захист друкованих документів, амплітудна модуляція.

This study analyzed the effect of printing paper security elements known brands that are now being successfully implemented in the market. Were analyzed and published in protective elements micrography fifteen types of securities. Micrography printed on a Heidelberg offset presses and digital printing machine at Xerox. From the original copy is made, which were compared with the originals and the originals were compared with each other by using full pixel by pixel comparison, the comparison results are presented in this study.

Key words: pattern paper, protection of printed documents, amplitude modulation.

Вступ

У практиці поширена загальноприйнята класифікація паперу для друку – газетний, книжково-журнальний, спеціальний. Додатково виділяють в окрему групу крейдований папір [1]. Ця група виділена за наявністю покриття: натуральне (без покриття), із поверхневим покриттям (пігментоване, крейдоване) і спеціальне – металізоване, лаковане, ламіноване, парафінове тощо). Папір із поверхневим покриттям, як правило, має значну питому вагу. Поверхнєве покриття можна наносити або на один бік паперу – основи, тобто однобічне покриття, або на два боки основи.

1. Технологія створення захисних елементів

На різних сортах паперу виведено два захисні елементи. Перший захисний елемент наносили, створюючи тонкі паралельні лінії, з шириною 0,25 мм та такою самою частотою повторення. Створювався напис, який у місцях перетину паралельних ліній перетворювався на інверсний елемент, а на світлих ділянках – чорний елемент (рис. 1). Для підвищення ступеня захищеності між видозміненим написом на чорних ділянках та білих ділянках було розроблено фрактальні криві. Як доповнювальний компонент змодельовано прозору плівку із тонкими паралельними лініями із такою ж частотою, як в оригіналі документа.

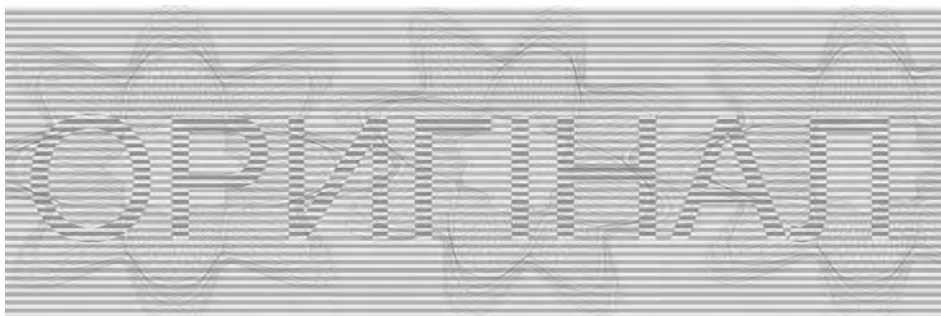


Рис. 1. Створення захисного елемента

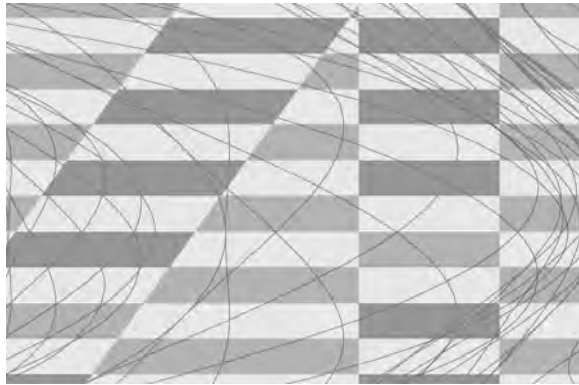


Рис. 2. Збільшений фрагмент елемента захисту

Напис було розроблено у векторному форматі із дотриманням усіх правил додрукарської підготовки. Невелике зміщення плівки над друківаним оригіналом дасть змогу побачити захищений напис чітко білим або чорним. Цей захисний елемент названо “захисний елемент 1”.

Розроблено другий захисний елемент, у якому зображення формувалося амплітудно-модульованим растром [2]. Його названо “захисний елемент 2”. Ці два захисні елементи надруковано на 15 видах паперу.

2. Дослідження друку захисних елементів на видах паперу

Досліджувалися такі зразки паперу (табл. 1):

1. CANSON калька Tracing Paper, 90g, Франція

Напівпрозора калька на основі целюлози і синтетичних смол. Фірма Canson випускає кальки, які є еталоном якості для інших виробників однотипної продукції. Рекомендується для виведення оригінал-макетів документів на лазерному принтері, а також використовується у поліграфії для офсетного друку, лакування, конгреву і ламінування.

2. Папір фірми 4CC з шовковими волокнами

Високоякісний сорт паперу для цифрового друку документів виробництва фінської компанії Stora Enso. Цей сорт паперу виробляється таких видів: каландрований, некрейдований папір 4CC; високоглянцевий 4CC, мистецький і папір 4CC шовковий з шовковим матовим покриттям. Усі види паперів випускаються із щільністю від 90 до 270 г/м². Папір типу 4CC відрізняється гладкою поверхнею, яка гарантує високу якість друку. Кольори на ньому виходять максимально наближеними до реальних, а зображення мають високі показники чіткості, контрастності та чистоти. Цей папір за характеристиками найкраще пристосований для створення елітної продукції – його шовкове крейдоване покриття надає надрукованим виробам особливої вишуканості.

3. Папір фірми 4CC каландрований

Високоглянсовий папір двостороннього крейдування 4CC спеціально розроблений для друку високохудожніх зображень. За параметрами папір має оптимальну комбінацію високої пухкості, непрозорості й гладкості, що досягається за допомогою певної технології виготовлення паперу та крейдування. Це також забезпечує виняткову стабільність характеристик цього типу паперу. 4CC шовковий папір є папером з двостороннім матовим крейдованим покриттям. Поєднання високої пухкості, непрозорості й гладкості забезпечує високоякісне відтворення зображень.

4. Sirio pearl oyster shell

Для друку на папері Sirio Pearl можна застосовувати всі основні способи друку: високий, офсетний, термодрук і трафаретний. Папір дає чудові результати у разі використання таких оздоблювальних процесів: тиснення фольгою, конгревне тиснення, лакування. Також можна використовувати сикативи і противідмарювальні порошки. Слід працювати з невеликими кількостями паперу.

5. Самоклејка Optima

Самоклејна етикетка (самоклејка) Optima – папір для струменевих і лазерних принтерів, а також копіювальних апаратів. Папір шорсткий із щільністю 70 г/м². Спеціальний термостійкий клей папір-основа забезпечує коректне і безперебійне проходження у різних друкувальних пристроях.

7. Folia 300 г Fotokarton

Папір Fotokarton ТМ Folia (Німеччина) щільністю 300 гр/м², двосторонній, гладкий, матовий повноколірний щільний картон високої якості.

8. Папір картковий російський тиснений 200 г/м акварель

Папір картковий тиснений застосовується для офсетного, трафаретного друку, безкольорового тиснення і тиснення фольгою. Цей вид паперу добре піддається різанню, фальцюванню, проклеюванню, а також характеризується високими показниками білизни. Папір відрізняється хорошою жорсткістю, стійкістю до фізичних дій.

9. Калька 200 г/м² Canson

Калька є різновидом прозорого паперу. Калька для копіювання креслення тушшю і для отримання світлокопій – це каландрований папір, оброблений плівкоутворювальними речовинами. Ефект прозорості досягається застосуванням мілко подрібненої целюлози із різними смолами. Тому калька відрізняється кращими, ніж звичайний папір, ізоморфними структурами та щільністю. Матова калька для електрографічних пристроїв використовується для виведення на лазерних принтерах поліграфічних оригінал-макетів, з яких згодом методом копіювання отримують друкарські форми. Калька у декілька разів дешевша від плівки, тому використовується для випуску чорно-білих книг, без високих вимог щодо якості репродукування. Температура закріплення тонера у копіях коливається від 180 до 200° С. Матеріали, які задруковують, після нагрівання упродовж декількох секунд зменшуються в розмірах. Загальна проблема під час виведення макетів на лазерних принтерах (як на кальку, так і на плівку) – недостатньо висока оптична щільність плашок (близько 2 D).

10. Fedrigoni constellation jade riccio

Білий некрейдований папір і картон з різноманітними одно- і двосторонніми тисненнями і високими показниками міцності. Застосовується для різних видів тиснень, використовується практично для будь-яких роботах: папки, меню, обкладинки, вітальні листівки, календарі. Цей папір можна використовувати для друку офсетним, лазерним та струменевим способами. На цьому виді паперу можна застосовувати висічку, біговку, ламінування, шовкотрафарет, термографію, фольгування, УФ-лакування, сліпе тиснення, поліламінацію. За параметрами цей вид паперу добре піддається різанню, фальцюванню, склеюванню. За високої щільності задруковування рекомендується мінімізувати подавання фарби, щоб прискорити сушіння й уникнути відмарювання. За традиційного лакування зображення найчастіше неефективне, оскільки некрейдована поверхня вбирає лак.

11. Constellation ivory / snow. Виробник: Fedrigoni. Паморозь

Білий та бежевий некрейдований папір з різноманітним одно- і двостороннім тисненням і високими показниками міцності виробляються з вибіленої целюлози. Різноманіття тиснень дає змогу використовувати ці папери і картони для виготовлення папок, меню, обкладинок, вітальних листівок, візитних карток тощо. Цей вид паперу застосовується в офсетному, лазерному та струменевому друці, висічці, біговці, ламінуванні, високому друці, шовкотрафареті, термографії, фольгуванні, УФ-лакуванні, сліпому тисненні, поліламінації. Цей вид паперу добре піддається різанню, фальцюванню, склеюванню.

12. Папір двостороннього крейдування Art-Tech Gold East Paper (Китай)

Матовий крейдований папір Art-Tech виробництва Gold East Paper(Jiangsu) має голубувато-білий відтінок з високим ступенем білизни. У матовому виконанні блиск поверхні не перевищує 35 %. Володіє високою міцністю та має відмінні друкарські властивості. Папір характеризується низьким вмістом вуглецю та є екологічно чистим.

13. Stardream peridot

Дизайнерський картон Stardream peridot щільністю 120–285 г/м². Колір дизайнерського картону – сирій-зелений, фактура гладка металізована.

14. Canon Plus Glossy II PP-201

Глянсовий покращений фотопапір компанії Canon – ідеальний вибір для глянцевого друку найвищої якості. Він надає професійним фотографіям та іншим відбиткам досконалого блиску. Переваги цієї марки паперу: ультраглянсова поверхня, друк фотографій найвищої якості, реалістичне відтворення фарб і насиченість чорного, ідеально підходить для чорнила Canon Lucia та ChromaLife100+.

15. Star Dream Moon Stoo

Тонований папір з перламутровим і металізованим покриттям. Щільність паперу 285 г/м² дає можливість використовувати його для виробництва листівок, папок, обкладинок, пакетів та іншої упаковки.

Таблиця 1

Параметри досліджуваних паперів

	Назва	Граматура, г/м ²	Товщина, мм	Прозорість ISO 2469	Абсолютна вологість, humidity, %
1	CANSON калька Tracing Paper,	90	0.4	75	7,5
2	4CC з шовковими волокнами	160	0.4	61	8
3	4CC каландрований	90	0.4	75	7,5
4	Sirio Pearl oyster shell	125	0.4	69	8
5	Самоклейка Optima	70	0.4	75	7,5
6	Самоклейка Optima	70	0.4	45	8
7	Folia 300 г Fotokarton	300	0.6	53	8
8	Папір картковий російський тиснений	200	0.5	53	8
9	Калька, Canson	200	0.5	50	8
10	Fedrigoni constellation jade riccio	215	0.5	47	8
11	Constellation ivory.	246	0.5	47	8
12	Папір двостороннього крейдування Art-Tech Gold East Paper (Китай)	250	0.6	48	8
13	Stardream peridot	240	0.5	47	8
14	Canon Plus Glossy II PP-201	275	0.6	47	8
15	Star Dream Moon Stoo	285	0.6	47	8

3. Експериментальні дослідження надрукованих захисних елементів

Експеримент проводили так. Було розроблено захисні елементи зображення методом тонкої графіки та методом амплітудно-модульованого растрівання. Ці елементи були поміщені на форму А3 формату та виведені на фотонабірному автоматі Dolev 800V+ з растровим процесором PS/M. Далі з плівок було надруковано відбитки на 14 зразках паперу, опис яких наведено нижче. Із оригіналів відбитків зроблено копії на папері друкарському завтовшки 80 г/м², які називатимемо підрубкою. Копії були оцифровані та поміщені у розряд контрольованих зображень, а оригінали – у розряд еталонів.

Проведено експерименти з визначення достовірності документів методом повного піксельного порівняння еталонного та контрольованого зображень на основі використання програмного продукту, описаного в [2]. Результати експериментів наведено в табл. 2–6. В експериментах аналізувалися оригінали та їх копії. Як видно з таблиці, усі копії було виявлено як підрублений документ, що показано у п'ятому стовпці таблиці. Це можна пояснити тим, що оригінали та копії документів надруковано на різних сортах паперу, які мають різну білизну, щільність, білила, гладкість, фактуру. Відповідно і різний ступінь закріплення фарбового шару на оригінали та копії. На різних видах паперу підрубки виявляються розробленим програмним продуктом. Адже у графі “Вибірка PSNR, dB” отримуємо результат – “Велике взаємне зміщення зображень”, “Кореляція зображень мала”. Отже, наявність певного виду паперу, який відрізняється від офісного паперу, із якого робимо копію, тобто підрубку, уже є захистом.

**4. Експериментальні дослідження надрукованих захисних елементів
офсетним способом друку**

Таблиця 2

**Результати методу повного попиксельного порівняння на зразках паперу
(офсетний відбиток – еталон, контрольоване зображення – його копія). Захисний елемент 1**

№	Назва	Base Points Delta, pixels	Correlation 1	Rotation	Вибірка PSNR	Max
	Еталон з еталоном	502	X: 0, Y: 0, C:1.00000	32.5, 35.1	200.1	100.1
1	Еталон картковий тиснений палевий	511	X: 60, Y: 36, C:0.96948	-	BB33*	-
2	4CC	400	X: -2, Y: 24, C:0.93971	-1.43, 1.71	Кореляція зображень мала	-
3	4CC № 2	606	X: 45, Y: 47, C:0.92948	-8.53, -4.75	Кореляція зображень мала	-
4	Sirio pearl oyster shell	572	X: -8, Y: 31, C:0.91765	-5.01, -4.83	Зміщення зображень не скомпенсовано	-
5	Самоклейка optima1	531	X: 26, Y: -15, C:0.96851	-	BB33	-
6	Самоклейка optima2	372	X: 1, Y: 0, C:0.92680	6.17, 11.41	Кореляція зображень мала	-
7	Folia Fotokarton	672	X: -4, Y: -45, C:0.95338	-	BB33	-
8	Картковий акварель палевий	698	X: 25, Y: 23, C:0.97841	-9.06, -7.06	BB33	-
9	Калька Canson	702	X: -1, Y: -12, C:0.99563	-	BB33	-
10	fedrigoni constellation jade riccio	685	X: 1, Y: -15, C:0.95904	-	BB33	-
11	Паморозь 246 г/м	373	X: -55, Y: -60, C:0.94018	-	BB33	-
12	Art-Tech Gold East Paper	584	X: 2, Y: -15, C:0.94375	-	BB33	-
13	A Peridot S	502	X: 30, Y: -33, C:0.93353	-	BB33	-
14	Canon Plus Glossy II PP-201	693	X: -60, Y: -59, C:0.90535	-	BB33	-
15	Star Dream Moon Stoo	662	X: 6, Y: -26, C:0.93547	-5.19, -8.44	Кореляція зображень мала	-

BB33* – Велике взаємне зміщення зображень

Таблиця 3

**Результати методу повного попиксельного порівняння на зразках паперу
(офсетний відбиток – еталон, контрольоване зображення – його копія
на одноколірному ксероксі). Захисний елемент 2**

	Назва	Base Points Delta, pixels	Correlation 1	Rotation	Вибірка PSNR, dB	Max, dB
1	2	3	4	5	6	7
	Еталон з еталоном	559	X: 0, Y: 0, C:1.00000	24.27, 24.27	202.37	102.37
1	Еталон картковий тиснений палевий	555	X: -16, Y: -33, C:0.98058	23.33, 25.90	BB33	-
2	Еталон 4CC	608	X: -46, Y: 3, C:0.98265	-43.67, -45.48	Зміщення зображень не скомпенсовано	-

1	2	3	4	5	6	7
3	Еталон 4CC №2	637	X: 48, Y: -10, C:0.97936	-41.19, -41.89	BB33	–
4	Еталон Sirio pearl oyster shell	559	X: -10, Y: -57, C:0.97297	24.27, 16.35	8.02	102.42
5	Еталон Самоклеїка optima 1	557	X: -23, Y: 7, C:0.98416	32.55, 41.14	BB33	–
6	Еталон Самоклеїка optima 2	550	X: -21, Y: -53, C:0.98206	27.03, 32.04	Кореляція зображень мала	–
7	Еталон Folia Fotokarton	559	X: 3, Y: -47, C:0.98140	26.57, 31.73	BB33	–
8	Еталон картковий “акварель” палевий	559	X: -58, Y: 46, C:0.98154	26.57, 27.17	Зміщення зображень не скомпенсовано	–
9	Еталон “Калька” Sanson з підрубкою на одноколірному ксероксі	538	X: -58, Y: 16, C:0.98858	–	BB33	–
10	Еталон fedrigoni constellation jade riccio	674	X: 0, Y: -3, C:0.97280	35.34, 29.58	Зміщення зображень не скомпенсовано	–
11	Еталон “Паморозь 246”, г/м	555	X: -16, Y: -50, C:0.98372	23.33, 28.48	BB33	–
12	Еталон Art-Tech Gold East Paper	557	X: 52, Y: -41, C:0.97599,	32.55, 33.75	BB33	–
13	Еталон A Peridot S	567	X: 18, Y: -18, C:0.98426	26.11, 32.46	BB33	–
14	Еталон Canon Plus Glossy II PP-201	586	X: -57, Y: -5, C:0.97897	-45.69, -51.24	BB33	–
15	Еталон Star Dream Moon Stoo	573	X: 51, Y: -15, C:0.97611	-47.12, -44.39	BB33	–

Таблиця 4

Результати методу повного піксельного порівняння оригіналу документа, надрукованого на офсеті, з його копією. Захисний елемент 1

Зразок паперу, №	Порівняння оригіналу з оригіналом	Порівняння оригіналу з копією
1	214.60 dB / Max: 114.60 dB	15.75 dB / Max: 114.60 dB
7	214.60 dB / Max: 114.60 dB	15.17 dB / Max: 114.60 dB
8	214.60 dB / Max: 114.60 dB	15.88 dB / Max: 114.60 dB
10	214.60 dB / Max: 114.60 dB	12.93 dB / Max: 114.60 dB
15	214.40 dB / Max: 114.40 dB	11.50 dB / Max: 114.40 dB
16	214.40 dB / Max: 114.40 dB	10.74 dB / Max: 114.40 dB
17	214.40 dB / Max: 114.40 dB	11.62 dB / Max: 114.40 dB

Таблиця 5

**Результати методу повного попиксельного порівняння оригіналу документа з оригіналом,
все надруковано на офсеті. Захисний елемент 1**

Зразок паперу, №	1	7	8	10	15	16	17
1		18.27 dB Max: 114.60 dB	18.48 dB Max: 114.60 dB	16.14 dB Max: 114.60 dB	15.55 dB Max: 114.60 dB	14.14 dB Max: 114.60 dB	15.68 dB Max: 114.60
7			21.17 dB Max: 114.60 dB	14.53 dB Max: 114.60 dB	14.14 dB Max: 114.60 dB	12.71 dB Max: 114.40 dB	14.08 dB Max: 114.40 dB
8				14.62 dB Max: 114.60 dB	14.20 dB Max: 114.40 dB	12.87 dB Max: 114.40 dB	13.88 dB Max: 114.60 dB
10					14.66 dB Max: 114.60 dB	13.96 dB Max: 114.60 dB	14.71 dB Max: 114.60 dB
15						18.11 dB Max: 114.40 dB	13.27 dB Max: 114.40 dB
16							17.37 dB Max: 114.40 dB
17							

**5. Експериментальні дослідження захисних елементів, надрукованих
на машині цифрового друку Xerox Color 550/560**

Отримано такі результати експериментальних досліджень.

Таблиця 6

**Результати методу повного попиксельного порівняння оригіналу документа,
надрукованого на машині цифрового друку Xerox Color 550/560, з підбіркою
на одноколірному ксероксі. Захисний елемент 1**

Ідентифікація документа	Base Points Delta, pixels	Correlation 1	Rotation	Вибірка PSNR, dB	Max, dB
Еталон з еталоном	883	X: 0, Y: 0, C:1.00000	2.66, 2.66	197.77	97.77
Еталон картковий тиснений палевий з підбіркою на одноколірному ксероксі	440	X: -39, Y: 45, C:0.97829	0.00, 4.86	BB33	–
Еталон Folia Fotokarton палевий з підбіркою на одноколірному ксероксі	470	X: -58, Y: 35, C:0.99164	0.00, -0.52	зміщення зображень не скомпенсовано	–
Еталон картковий “акварель” палевий з підбіркою на одноколірному ксероксі	394	X: 22, Y: -25, C:0.99211	–	BB33	–
Еталон fedrigoni constellation jade riccio палевий з підбіркою на одноколірному ксероксі	623	X: -60, Y: -59, C:0.98721	–	BB33	–
Еталон Star Dream Moon Stoo палевий з підбіркою на одноколірному ксероксі	470	X: 59, Y: -7, C:0.94825	–	BB33	–
Еталон Canon Plus Glossy II PP-201 палевий з підбіркою на одноколірному ксероксі	614	X: 56, Y: -49, C:0.87509	–	Кореляція зображень мала	–
Еталон Art-Tech Gold East Paper палевий з підбіркою на одноколірному ксероксі	460	X: -51, Y: -3, C:0.92015	–	BB33	–

**Результати методу повного попиксельного порівняння оригіналу документа,
надрукованого на машині цифрового друку Xerox Color 550/560,
з підбіркою на одноколірному ксероксі. Захисний елемент 2**

Ідентифікація документа	Base Points Delta, pixels	Correlation 1	Rotation	Вибірка PSNR, dB	Max, dB
Еталон з еталоном	531	X: 0, Y: 0, C:1.00000	-41.19, -41.19	202.41	102.41
Еталон картковий тиснений палевий з підбіркою на одноколірному ксероксі	531	1: X: 1, Y: 1, C:0.99398,	41.19, -40.68	12.18	102.41
Еталон Folia Fotokarton палевий з підбіркою на одноколірному ксероксі	545	X: -16, Y: 34, C:0.98919,	26.10, 29.52	BB33	–
Еталон картковий “акварель” палевий з підбіркою на одноколірному ксероксі	538	X: 27, Y: 3, C:0.99383	-41.99, -41.55	12.82	102.06
Еталон fedrigoni constellation jade riccio палевий з підбіркою на одноколірному ксероксі	549	X: -29, Y: -34, C:0.98430	33.11, 35.11	BB33	–
Еталон Star Dream Moon Stoo палевий з підбіркою на одноколірному ксероксі	557	X: -30, Y: -49, C:0.96891	32.55, 35.21	Зміщення зображень не скомпенсовано	–
Еталон Canon Plus Glossy II PP-201 палевий з підбіркою на одноколірному ксероксі	559	X: -60, Y: -41, C:0.97489,	–	BB33	
Еталон Art-Tech Gold East Paper палевий з підбіркою на одноколірному ксероксі	555	X: -54, Y: -34, C:0.97031	23.33, 28.97	BB33	

Висновки

Досліджено друк захисних елементів, які виконані офсетом та машиною цифрового друку, та їх підбірок, виконаних засобами ксерокопіювальної техніки на п'ятнадцяти зразках паперу відомих брендів, які вже успішно реалізовані на ринку. Проаналізовано й опубліковано захисні латентні елементи та захисні елементи, виконані амплітудно-модульованим растріванням. Захисні елементи надруковані на машині офсетного друку Heidelberg та цифровій друкарській машині Xerox. На основі алгоритму суміщення зображень оцифрованого оригіналу документа і його копії та попиксельного порівняння цих зображень реалізовано метод визначення достовірності друкованого документа. Критерієм порівняння вибрано обчислений для всіх пікселів оригіналу та копії коефіцієнт відношення сигналу до шуму PSNR. Результати порівняння подано в статті.

1. Глушкова Т. Класифікація паперу для друку / Т. Глушкова // Товари і ринки. – 2011. – № 1. – С. 91–98. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/tovary_2011_1_13. 2. Дронюк І. Визначення достовірності друкованих документів методом попиксельного порівняння / Іванна Дронюк, Марія Назаркевич, Юрій Опотяк // Безпека інформації. – 2013. – Т. 19, № 1 (2013). – С. 29–33. 3. Nazarkevych M. Development method of protecting images using Ateb-functions // Вісник Нац. ун-ту «Львівська політехніка». «Комп'ютерні науки та інформаційні технології». – 2015. – № 826. – С. 101–109.