

УДК 655.3.066.364

**МЕТОДОЛОГІЯ ВІЗУАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ СТІЙКОСТІ
ФАРБОВОГО ШАРУ ІНТАГЛІОДРУКУ
ДО ІМІТАЦІЇ ЗНОШУВАННЯ**

© Т. Ю. Киричок, к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

The method for visual estimation of samples was worked out. This method is based on rating and paired comparison and included expert evaluation of sets with one or two variable factors.

Разработана научно обоснованная методика визуального оценивания образцов, которая основывается на методе балльного оценивания и методе попарных сравнений и включает в себя экспертное оценивание различных выборок с одним и двумя переменными факторами.

Постановка проблеми

У теорії та практиці оцінювання якості як друкованих, так і цифрових зображень, відсутній єдиний підхід [1, 2]. Для оцінки друкованих зображень використовують дві групи методів:

— об'єктивні, або метрологічні, методи, котрі визначають якість фізичними методами [1] (вимірювальним, реєстраційним, розрахунковим);

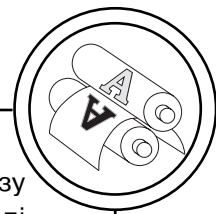
— суб'єктивні (візуальні, суб'єктивно-статистичні, (психометричні [1]) методи (експертні, соціологічні, органолептичні), які визначають якість зображення за суб'єктивними оцінками експертів чи споживачів.

Саме на суб'єктивних (візуальних) методах оцінювання зображень ґрунтуються підходи, пов'язані з порівнянням, класифікацією, ранжируванням,

присвоєнням певних градацій. Це, зокрема, і методи бального оцінювання, коли оцінюваним зображенням надаються певні бали за попередньо розробленою шкалою. Методи візуального оцінювання є достатньо трудомісткими [1], особливо для великих вибірок, коли до того ж зростає ймовірність помилкового оцінювання через нечіткість критеріїв (використання шкал типу 5 — відмінно, 4 — добре, 3 — задовільно, 2 — погано, 1 — незадовільно). Тому такі методи потребують модифікації.

Мета роботи

Метою даного дослідження було розробити методологію візуального оцінювання зображень на прикладі експертного оцінювання експериментальних зразків банкнот, віддрукованих інтагліо друком.



Результати проведених досліджень

Модифікацію метода візуального оцінювання зображень доцільно здійснити, залучивши підходи методу парних порівнянь, виділяючи зразки-еталони, котрі відповідають шкалі бального оцінювання, та надаючи оцінки зразкам вибірки шляхом їх порівняння із еталонами.

Методика проведення суб'єктивних експертиз з оцінки якості друкованого зображення повинна включати підготовчий етап та етап оцінювання. На підготовчому етапі відбувається формування переліку завдань та цілей експертизи; формування вимог до організації та умов проведення експертиз, розробка правил формування групи експертів та методів оцінки їх компетентності; розробка методів аналізу точності проведеної експертизи та розрахунку статистичних характеристик отриманих резуль-

татів; розробка методів аналізу отриманих даних. На етапі оцінювання експертами сформованої групи проводиться суб'єктивне шкалювання оцінюваних характеристик.

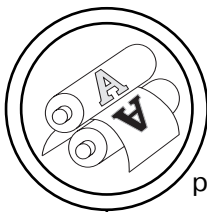
Відповідно до такої методики здійснено візуальне оцінювання стійкості фарбового шару для експериментальних зразків банкнот української гривні, відрукованих інтагліо друком та офсетним і інтагліо друком на трьох видах паперу шістьма різними фарбами (табл. 1). Всі зразки були піддані штучному сухому (без додавання забруднювальної суміші) зношенню в імітаторі [3].

Оцінювання здійснювали три незалежних групи, кожна в складі двох експертів, котрі працювали спільно, формуючи узгоджену оцінку групи. Перед групами було поставлено завдання оцінити вибірки зразків з точки зору зношеності (збе-

Таблиця 1

Кількість зразків для комплексної візуальної оцінки, шт.

№ інтагліо фарби	Друк	Папір		
		Т	С	Д
№ 1	інтагліо	20	0	20
	офсет+інтагліо	20	0	0
№ 2	інтагліо	0	0	20
	офсет+інтагліо	0	0	0
№ 3	інтагліо	20	20	0
	офсет+інтагліо	20	20	0
№ 4	інтагліо	20	20	20
	офсет+інтагліо	20	20	0
№ 5	інтагліо	20	20	20
	офсет+інтагліо	20	20	20
№ 6	інтагліо	20	20	20
	офсет+інтагліо	20	20	20



реження контрастності та яскравості) зображення, отриманого інтагліо друком (портрет), після штучної деградації в імітаторі шляхом сухого зношування.

Зразки було розподілено на вибірки, кожна з яких оцінювалася окремо кожною з груп експертів.

Для зразків, задрукованих тільки інтагліо друком, оцінювалися такі вибірки:

— вибірка № 1. Всі зразки, виконані на одному виді паперу (всі фарби) — три вибірки. Обсяг вибірок 100 (папір Т), 80 (папір С) та 100 (папір Д) зразків;

— вибірка № 2. Всі зразки, виконані однією фарбою (всі види паперу) — шість вибірок. Обсяг вибірок 40 (фарби № 1 і 3), 20 (фарба № 2) та 60 (фарби № 4, 5 і 6) зразків;

— вибірка № 3. Всі зразки (загальна вибірка — всі фарби, всі види паперу) — одна вибірка обсягом 280 зразків.

Для зразків, задрукованих офсетним та інтагліо друком, оцінювалися такі вибірки:

— вибірка № 4. Всі зразки, виконані на одному виді паперу (всі фарби) — три вибірки. Обсяг вибірок 80 (папір Т і С) та 40 (папір Д) зразків;

— вибірка № 5. Всі зразки, виконані однією фарбою (всі види паперу) — шість вибірок. Обсяг вибірок 20 (фарба № 1), 40 (фарби № 3, 4 і 5) та 60 (фарба № 6) зразків;

— вибірка № 6. Всі зразки (всі фарби, всі види паперу) — одна вибірка обсягом 200 зразків.

Оцінювання здійснювалося за таким алгоритмом:

1. Відбір зі зношених банкнот 5 банкнот-еталонів відповідно до якості (5 клас — найвища якість, 1 клас — найнижча). Еталони формуються тільки із банкнот досліджуваної вибірки. Оцінка 5 — 5 клас якості, оцінка 1 — 1 клас якості.

2. Розподіл зношених банкнот вибірки на класи якості шляхом порівняння з еталонами.

3. Фіксація оцінок a_{ij}^{lms} банкнот в матрицях оцінювання

$$A^{lms} \equiv [a_{ij}^{lms}], i = \overline{1, k}, j = \overline{1, p},$$

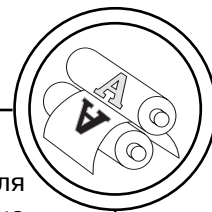
$l = \overline{1, r}, m = \overline{1, q}, s = \overline{1, t}$, де i — рядковий номер паперу, $i = \overline{1, 3}$ (1 — тиражний, 2 — серійний, 3 — Diamon), j — порядковий номер фарби, $j = \overline{1, 6}$, l — номер зразка певної групи (за папером і фарбою) в групі, m — порядковий номер експерта (експертної групи), s — порядковий номер вибірки. Отримання матриці середньої оцінки груп зразків в межах вибірок за кожною експертною групою:

$$A^{ms} \equiv [a_{ij}^{ms}], i = \overline{1, k}, \quad (1)$$
$$j = \overline{1, p}, m = \overline{1, q}, s = \overline{1, t},$$

$$\text{де } a_{ij}^{ms} = \frac{1}{l} \sum_l a_{ij}^{lms}.$$

4. Отримання матриці середньої оцінки груп зразків в межах вибірок за всіма експертними групами:

$$A^s \equiv [a_{ij}^s], i = \overline{1, k}, \quad (2)$$
$$j = \overline{1, p}, s = \overline{1, t},$$



де $a_{ij}^s = \frac{1}{m} \sum_m a_{ij}^{ms}$.

5. Отримання комплексної оцінки груп зразків за всіма вибірками та експертами:

$$\bar{A} \equiv \left[\bar{a}_{ij} \right], i = \overline{1, k}, \quad (3)$$

$$j = \overline{1, p},$$

де $\bar{a}_{ij} = \frac{1}{s} \sum_s a_{ij}^s$.

Комплексна оцінка зразків наведена в табл. 2, 3.

Така науково обґрунтована методика візуального оцінювання зразків дозволила сформулювати оцінку стійкості фарбового шару інтагліодруку до чинників штучного зношування.

З'ясовано, що для паперу Д найкращу стійкість до зношування мають зразки, віддруковані фарбою № 5, як тільки інтагліо друком, так і офсетним та інтагліо друком.

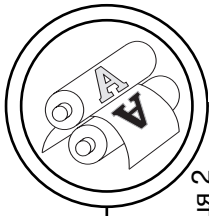
Під час обробки результатів оцінювання з'ясовано, що найбільш наближеними до усереднених результатів оцінювання, визначених за рівнянням (3) як усереднений результат оцінок за всіма групами експертів та всіма вибірками, є результат усередненої оцінки за вибірками № 1 та № 2 для інтагліо друку та № 4 і № 5 для офсетного і інтагліо друку (рис. 1–7). При цьому, результат оцінювання за вибіркою № 3 та № 6 (всі зразки, віддруковані інтагліо друком та офсетним і інтагліо друком, відповідно)

відрізняється більш суттєво для всіх видів друку. Це має місце не тільки для усередненої оцінки за всіма експертними групами для всіх вибірок, але й для оцінок вибірок для кожної групи експертів (рис. 4–7).

Така методика візуального оцінювання зразків дозволила сформулювати оцінку стійкості фарбового шару інтагліодруку до чинників штучного зношування.

З'ясовано, що для паперу Д найкращу стійкість до зношування мають зразки, віддруковані фарбою № 5, як тільки інтагліо друком, так і офсетним та інтагліо друком.

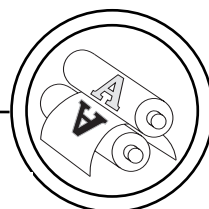
Під час обробки результатів оцінювання з'ясовано, що найбільш наближеними до усереднених результатів оцінювання, визначених за рівнянням (3) як усереднений результат оцінок за всіма групами експертів та всіма вибірками, є результат усередненої оцінки за вибірками № 1 та № 2 для інтагліо друку та № 4 і № 5 для офсетного і інтагліо друку (рис. 1–7). При цьому, результат оцінювання за вибіркою № 3 та № 6 (всі зразки, віддруковані інтагліо друком та офсетним і інтагліо друком, відповідно) відрізняється більше більш суттєво для всіх видів друку. Це має місце не тільки для усередненої оцінки за всіма експертними групами для всіх вибірок, але й для оцінок вибірок для кожної групи експертів (рис. 4–7).



Таблиця 2

Візуальна оцінка зразків банкнот, віддрукованих інтагліо друком, різними групами експертів

Вибірки	Вибірка № 1 (всі види паперу)			Вибірка № 2 (всі види фарб)			Вибірка № 3 (всі зразки, інтагліо друку)			Всі вибірки разом			Вибірка № 1 + № 2 (всі види паперу + всі види фарб)		Оцінка групи експертів	
	Т	С	Д	Т	С	Д	Т	С	Д	Т	С	Т	С	Т		С
1	5	—	2,35	4,45	—	1,95	4,4	—	2	4,62	—	2,10	4,73	—	2,15	G1
	5	—	1,65	4,55	—	2,15	4,45	—	1,3	4,67	—	1,70	4,78	—	1,90	G2
	5	—	1	4,35	—	1,5	4,1	—	1,4	4,48	—	1,30	4,68	—	1,25	B1
2	5	—	1,67	4,45	—	1,87	4,32	—	1,57	4,59	—	1,70	4,73	—	1,77	Середня
	—	—	1,65	—	—	2,5	—	—	1,35	—	—	1,83	—	—	2,08	G1
	—	—	2,65	—	—	2,7	—	—	1,85	—	—	2,40	—	—	2,68	G2
3	—	—	1,15	—	—	2,2	—	—	1,05	—	—	1,47	—	—	1,68	B1
	—	—	1,82	—	—	2,47	—	—	1,42	—	—	1,90	—	—	2,14	Середня
	5	5	—	3,7	3,3	—	4,55	4,4	—	4,42	4,23	—	4,35	4,15	—	G1
4	5	5	—	3,45	3,55	—	4,4	4,25	—	4,28	4,27	—	4,23	4,28	—	G2
	5	5	—	3,3	3,75	—	4	3,95	—	4,10	4,23	—	4,15	4,38	—	B1
	5	5	—	3,48	3,53	—	4,32	4,2	—	4,27	4,24	—	4,24	4,27	—	Середня
5	5	5	2,1	4,45	4,4	1,9	4,35	4,45	2,05	4,60	4,62	2,02	4,73	4,70	—	
	5	5	3,85	4,6	4,15	1,8	4,5	4,5	3,1	4,70	4,55	2,92	4,80	4,58	—	
	5	5	1,1	4,35	4,2	1,5	4,5	4,25	1,9	4,62	4,48	1,50	4,68	4,60	—	
6	5	5	2,35	4,47	4,25	1,73	4,45	4,4	2,35	4,64	4,55	2,14	4,73	4,63	—	
	5	5	4,7	4,1	3,8	3,2	4,75	4,6	4,4	4,62	4,47	4,10	4,55	4,40	—	
	5	5	4,85	4,2	3,35	1,95	4,45	4,5	4,35	4,55	4,28	3,72	4,60	4,18	—	
Фарба	5	5	3,85	4,05	4,15	3,35	4,35	4,3	3,85	4,47	4,48	3,68	4,53	4,58	—	
	5	5	4,47	4,12	3,77	2,83	4,52	4,47	4,2	4,54	4,41	3,83	4,56	4,38	—	
	5	5	4,25	4,3	4	2,85	4,45	4,35	3,95	4,58	4,45	3,68	4,65	4,50	—	
Фактори	5	5	4,75	3,05	3,8	2,05	4,45	4,3	4,3	4,17	4,37	3,70	4,03	4,40	—	
	5	5	3,45	3,6	3,75	2,45	4	3,8	3,5	4,20	4,18	3,13	4,30	4,38	—	
	5	5	4,15	3,65	3,85	2,45	4,3	4,15	3,92	4,32	4,33	3,51	4,33	4,43	—	



Таблиця 3

Візуальна оцінка зразків банкнот, віддрукованих офсетним і інтагліо друком, різними групами експертів

Вибірки	Вибірка № 4 (всі види паперу)			Вибірка № 5 (всі види фарб)			Вибірка № 6 (всі зрааки, інтагліо друк)			Всі вибірки разом			Вибірка № 4 + № 5 (всі види паперу + всі види фарб)		Оцінка групи експертів	
	Т	С	Д	Т	С	Д	Т	С	Д	Т	С	Т	С	Т		С
1	3,2	—	—	3,05	—	—	3,35	—	—	3,35	—	3,35	—	3,13	—	G1
	2,55	—	—	2,75	—	—	2,93	—	—	2,93	—	2,93	—	2,65	—	G2
	3,3	—	—	2,9	—	—	3,22	—	—	3,22	—	3,22	—	3,10	—	B1
	3,02	—	—	2,90	—	—	3,17	—	—	3,17	—	3,17	—	2,96	—	
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	G1
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	G2
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	B1
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Середня
3	2,1	1,55	—	2,65	3,5	—	2,62	2,82	—	2,62	2,82	2,62	2,82	2,38	2,53	G1
	3,3	2,5	—	3,35	2,9	—	3,52	2,82	—	3,52	2,82	3,52	2,82	3,33	2,70	G2
	1,7	2,1	—	2,5	3,1	—	2,28	2,67	—	2,28	2,67	2,28	2,67	2,10	2,60	B1
	2,37	2,05	—	2,83	3,17	—	2,81	2,77	—	2,81	2,77	2,81	2,77	2,60	2,61	Середня
4	3,5	2,65	—	3	2,55	—	3,40	2,98	—	3,40	2,98	3,40	2,98	3,25	2,60	G1
	2,85	1,95	—	4,05	2,5	—	3,42	2,70	—	3,42	2,70	3,42	2,70	3,45	2,23	G2
	3,05	2,8	—	3,4	3,05	—	3,25	3,07	—	3,25	3,07	3,25	3,07	3,23	2,93	B1
	3,13	2,47	—	3,48	2,70	—	3,36	2,92	—	3,36	2,92	3,36	2,92	3,31	2,58	Середня
5	—	4,1	4,4	—	3,7	3,35	—	4,43	3,98	—	4,43	3,98	—	—	3,90	G1
	—	2,85	3,45	—	4,55	2,85	—	3,52	3,63	—	3,52	3,63	—	—	3,70	G2
	—	4,1	4,1	—	3,9	3,65	—	3,80	3,83	—	3,80	3,83	—	—	4,00	B1
	—	3,68	3,98	—	4,23	3,25	—	3,92	3,82	—	3,92	3,82	—	—	3,95	Середня
6	4,6	4,6	2,5	4,5	4,75	2	4,62	4,75	2,33	4,62	4,75	4,62	4,75	4,55	4,6	G1
	3,45	2,45	1,75	4	4,6	1,8	3,82	3,77	1,90	3,82	3,77	3,82	3,77	3,73	3,5	G2
	3,8	4,25	2,15	3,95	4,6	1,65	3,97	4,02	1,82	3,97	4,02	3,97	4,02	3,88	4,4	B1
	3,95	3,77	2,13	4,15	4,65	1,82	4,13	4,18	2,02	4,13	4,18	4,13	4,18	4,05	4,2	Середня

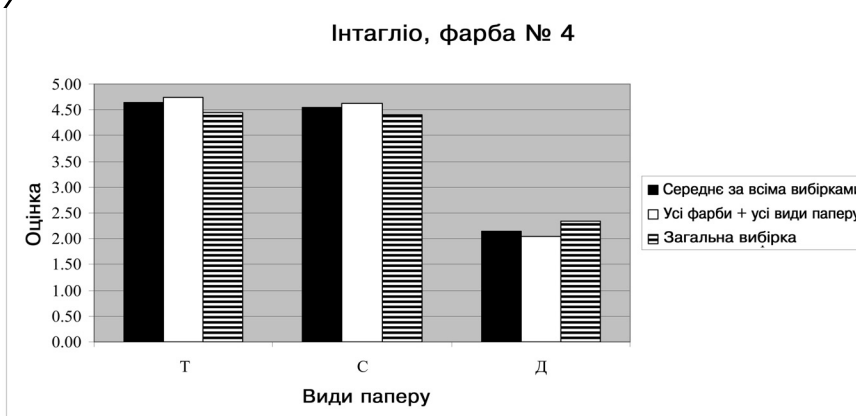
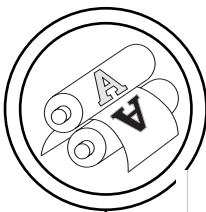


Рис. 1. Усереднена оцінка всіх груп експертів зразків, видрукованих інтагліо друком на різних видах паперу. Фарба № 4

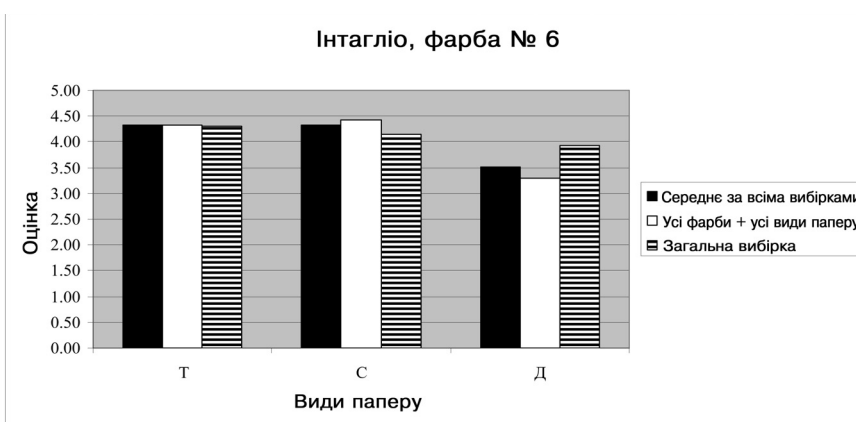


Рис. 2. Усереднена оцінка всіх груп експертів зразків, видрукованих інтагліо друком на різних видах паперу. Фарба № 6

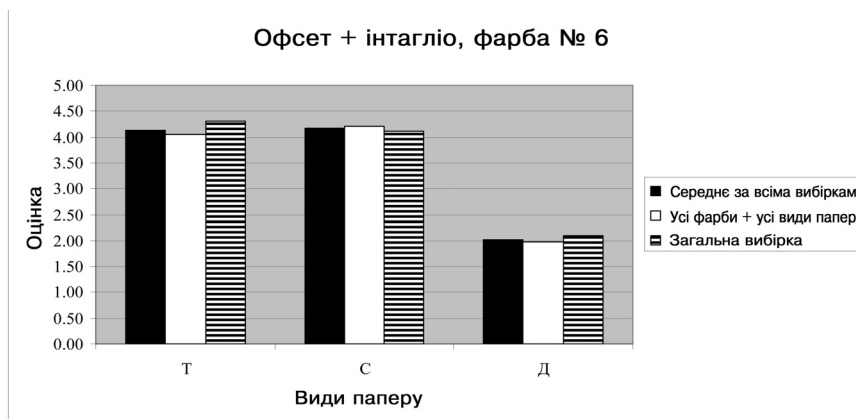


Рис. 3. Усереднена оцінка всіх груп експертів зразків, видрукованих офсетним та інтагліо друком на різних видах паперу. Фарба № 6

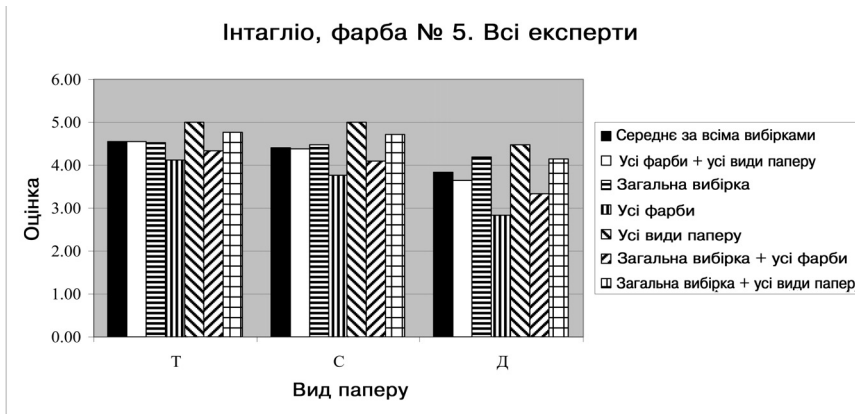
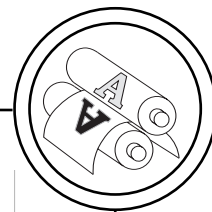


Рис. 4. Усереднена оцінка всіх груп експертів зразків, видрукованих інтагліо друком на різних видах паперу. Фарба № 5

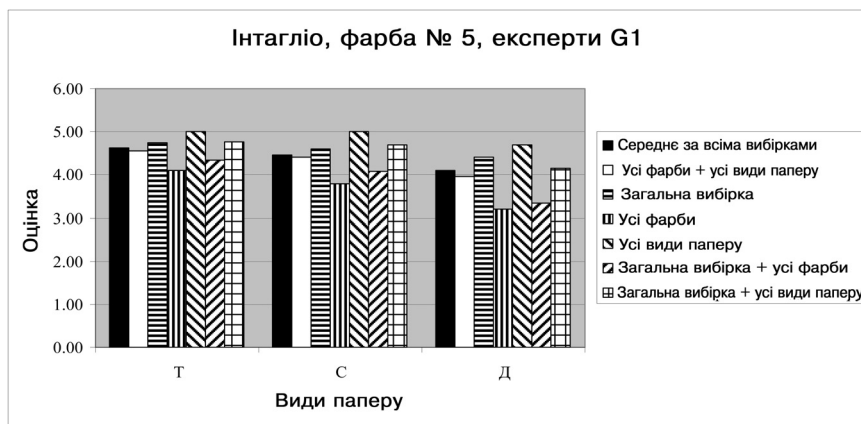


Рис. 5. Усереднена оцінка груп експертів G1 зразків, видрукованих інтагліо друком на різних видах паперу. Фарба № 5

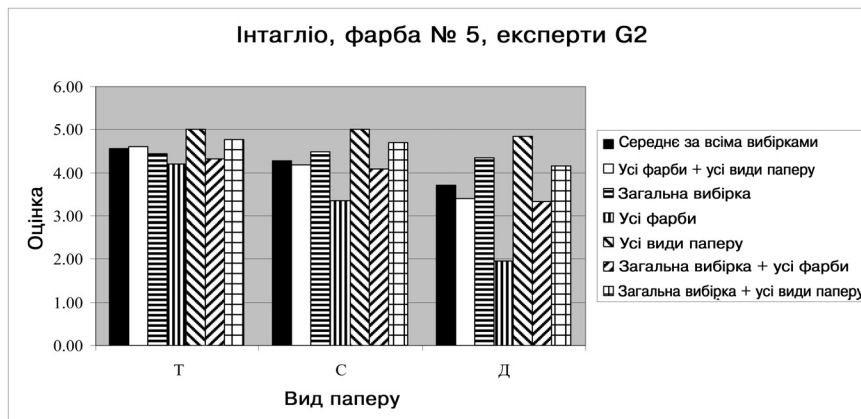


Рис. 6. Усереднена оцінка груп експертів G2 зразків, видрукованих інтагліо друком на різних видах паперу. Фарба № 5

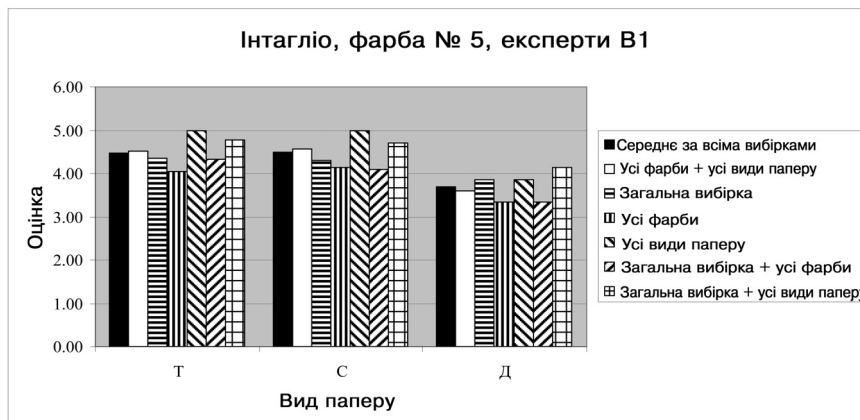
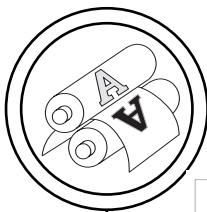


Рис. 7. Усереднена оцінка груп експертів В1 зразків, видрукованих інтагліо друком на різних видах паперу. Фарба № 5

Висновки

1. Розроблено науково обґрунтовану методику візуального оцінювання зразків, котра ґрунтується на методі бального оцінювання та методі попарних порівнянь та включає в себе експертне оцінювання різних вибірок з одним та двома змінними факторами.

2. Оцінювання зразків за одним з факторів, в той час, коли другий є незмінним, з наступним усередненням результатів дозволяє отримати оцінку, наближену до максимально достовірної, без застосування трудомісткої процедури оцінювання великої вибірки (понад 200 зразків).

1. Гавенко С. Ф. Оцінка якості поліграфічної продукції / С. Ф. Гавенко, О. В. Мельников / Навч. пос. — Львів : Афіша, 2000. — 120 с. 2. Монич Ю. И. Оценки качества для анализа цифровых изображений / Ю. И. Монич, В. В. Старовойтов // Искусственный интеллект. — 2008. — № 4. — С. 376–386. 3. Т. Kyrychok. Banknote paper deterioration factors: circulation simulator method / Tetiana Kyrychok, Anatolii Shevchuk, Victor Nesterenko, Petro Kyrychok // BioResources. — 2014. — Vol. 9(1). — PP. 710–724.

1. Havenko S. F. Otsinka yakosti polihrafichnoi produktsii / S. F. Havenko, O. V. Melnykov / Navch. pos. — Lviv : Afisha, 2000. — 120 s. 2. Monich Ju. I. Ocenki kachestva dlja analiza cifrovyyh izobrazhenij / Ju. I. Monich, V. V. Starovojtov // Iskusstvennyj intellekt. — 2008. — № 4. — S. 376–386. 3. T. Kyrychok. Banknote paper deterioration factors: circulation simulator method / Tetiana Kyrychok, Anatolii Shevchuk, Victor Nesterenko, Petro Kyrychok // BioResources. — 2014. — Vol. 9(1). — PP. 710–724.

Рецензент — В. П. Шерстюк, д.х.н.,
професор, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 13.12.13