

УДК 655.3.062

КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ЦИФРОВОГО ДРУКУ

О. В. Воржева

*Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

Сьогодні не існує єдиних стандартів, що дають змогу об'єктивно оцінювати якість відбитків цифрового друку, що стає дедалі серйознішою проблемою для ринку цифрових технологій. Для організації й впровадження державної системи керування якістю необхідні об'єктивні методи оцінки якості. Комплексна оцінка якості передбачає не тільки системне вивчення об'єкта, але й відстеження взаємозв'язків між стадіями процесу та учасниками виробничого циклу. У цьому важливу роль відіграє калібрування всіх стадій процесу. Під час комплексної оцінки якості цифрового друку серед показників повинні бути такі, які дають змогу судити про якість друку за отриманим відбитком. Оцінка показників повинна бути простою і зрозумілою широкому колу фахівців. Проведене експертне опитування дає змогу визначити вагомість основних показників цифрового друку для визначення комплексного показника якості цифрового друку.

Ключові слова: *цифровий друк, стандарти, якість друкованої продукції, показники якості відбитків, комплексний показник якості.*

Постановка проблеми. Цифровий друк відрізняється від традиційних способів друку, а його специфіка не дає можливості використовувати для оцінки якості цифрового друку характеристики, рекомендовані для офсетного.

Сьогодні експерти пропонують різні підходи до оцінки роботи цифрових комплексів. Переважно методики ґрунтуються на суб'єктивній оцінці придатності цього устаткування для виконання замовлення без його комплексної оцінки (обліку вартісних і експлуатаційних параметрів, оцінки якості та споживчих властивостей). І тільки знаючи основні показники якості цифрового друку, можна перейти до оцінки роботи цифрових комплексів разом з економічними та ергономічними показниками, а потім і до питань стандартизації виробництва устаткування і видаткових матеріалів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Інженерну оцінку якості друку офісного монохромного устаткування можна виконувати за допомогою міжнародного стандарту ISO 13660:2001 [1]. Стандарт описує тест-об'єкти, за якими контролюються ці параметри. Перевагою стандарту є можливість не тільки виконати об'єктивну оцінку якості друку, але й встановити взаємозв'язок між оцінкою спостерігача і якістю віддрукованого зображення, що особливо важливо під час створення автоматизованих систем оцінки якості друку. Однак ISO 13660:2001 не описує кількісні значення, у межах яких може змінюватися той або інший показник, що не дає змоги отримати комплексну оцінку.

Фахівці Інженерної асоціації якості (Quality Engineeri Associates, Inc., QEA) запропонували автоматизовану систему аналізу якості цифрового (струменевого й електрографічного) друку, що дає змогу аналізувати структурні елементи відбитку. Ця система IAS-1000 ґрунтується на оцінці параметрів (крапка, лінія, плашка), рекомендованих ISO 13660. Запропонована система призначена для вхідного і вихідного контролю якості роботи устаткування та видаткових матеріалів, але не дозволяє комплексно оцінити якість кольорового цифрового друку, а також провести порівняння якості отриманих відбитків загалом і якості друку різних цифрових друкарських комплексів.

Основні підходи в оцінці якості цифрового друку

У галузі існують публікації, що описують дефекти цифрового друку і шляхи їхнього усунення. Так, В. Янг [2] виділяє такі групи дефектів електрографічного друку: параметри рівномірності друку; порушення приводки; стабільність передачі кольору в часі, контрольовану за значенням оптичної щільності зображення та градаційної передачі.

Такі публікації аналізують параметри друку з метою усунення дефектів, спричинених неправильною роботою вузлів друкарського устаткування або застосуванням неякісних видаткових матеріалів. Потрібна методика, що дасть змогу оцінити якість друкування на різному устаткуванні з можливістю проведення як об'єктивних вимірів, так і візуальної оцінки відбитків.

Для організації й впровадження державної системи керування якістю необхідні об'єктивні методи оцінки якості. А для керування процесом потрібно вміти вимірювати її параметри.

Комплексна оцінка якості передбачає не тільки системне вивчення об'єкта, а й відстежування взаємозв'язків між стадіями процесу й учасниками виробничого циклу. Водночас важливу роль відіграє калібрування всіх стадій процесу.

Комплексна оцінка якості зображення зв'яже візуальну оцінку споживача, інструментальну оцінку та фізичні показники якості відбитка, отриманого за допомогою цифрового друкарського устаткування. З огляду на це розрахунок комплексного показника зведеться до такої формули [4]:

$$K = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{q_i^{et}} \cdot G_i,$$

де K — комплексний показник досліджуваного відбитка; Q_i — абсолютне значення i -го показника властивості; q_i^{et} — еталонне значення i -го показника властивості; G_i — вагомість i -го показника властивості; n — кількість показників властивостей.

Однією з проблем у комплексній методиці оцінки якості продукції є розрахунок вагомості показників. Існують аналітичні та експертні методи розрахунку вагомості показників якості.

Аналітичні методи не підходять для оцінки вагомості властивостей цифрового друку через неможливість одночасного дотримання умов аналітичного методу: наявність достатньої вибірки та дані еталонних значень показників якості. Щоб надати достатню і необхідну кількість зразків цифрового друку, потрібно використовувати

стандартизовану тестову смугу для оцінки якості та мати доступ до достатньої кількості цифрових друкарських машин. Перша умова нездійсненна через відсутність чинних стандартів якості на кольоровий цифровий друк. Друга умова також нездійсненна, оскільки наш ринок цифрового друку перебуває в стадії розвитку, що спричиняється наявністю невеликої кількості цифрових друкарських машин, із яких можливо одержати тестові відбитки.

Апріорне знання еталонних значень показників якості цифрового друку також не є можливим, оскільки сьогодні не існує обґрунтованої думки про те, які показники якості цифрового друку варто вважати еталонними.

Отже, на цьому етапі розвитку цифрового друку для визначення вагомості показників якості доцільно використовувати експертний метод, що дає змогу приймати обґрунтовані рішення, «опираючись на досвід, знання та інтуїцію фахівців».

Мета статті — проведення експертного опитування для визначення групових коефіцієнтів вагомості показників якості цифрового друку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Відповідно до перерахованих вимог і аналізу літератури з оцінки якості цифрового друку пропонуються такі показники: оптична щільність фону і зображення, рівномірність друку, градаційна передача, колірне охоплення друку та відтворення пам'ятних кольорів, дозвіл друку, фактура поверхні і глянець відбитка, а також адгезія тонера до паперу. Члени сформованої експертної групи одержали бланк індивідуальної анкети й у встановлений термін надіслали свої відповіді. У такий спосіб були визначені значення групових ненормованих коефіцієнтів вагомості показників якості цифрового друку. Результати експертного опитування наведені в табл. 1. Розрахунки коефіцієнтів були виконані за допомогою програми Microsoft Excel, результати зведені в табл. 2.

Таблиця 1

Зведена анкета

Номер властивості	G_{ik} значення групових ненормованих i -х коефіцієнтів вагомості, отриманих у k -х експертів							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Експерти / № показника								
1	30	60	40	60	50	40	30	50
2	100	80	100	80	100	100	100	100
3	40	100	60	60	50	65	50	60
4	20	35	20	30	40	30	30	35
5	40	80	100	100	60	80	80	80
6	100	100	100	100	80	100	90	100
7	80	90	100	100	80	75	80	80
8	60	70	60	80	70	70	65	80
9	50	100	50	80	90	85	100	100

Продовження табл. 1

10	20	40	80	30	30	25	30	30
11	20	40	60	20	30	30	30	20
12	50	60	40	60	80	60	50	65
13	30	40	30	35	40	50	40	45
14	30	40	50	50	40	40	40	50
15	40	50	40	60	50	70	50	50
16	60	60	40	80	50	50	60	60
17	100	100	80	60	100	100	100	80
18	60	60	70	60	50	65	60	60

Таблиця 2

Значення коефіцієнтів варіації досліджуваних показників властивостей

Показник властивості	Коефіцієнт варіації V_i	Ступінь узгодженості думок експертів
1	0,25	середня
2	0,09	висока
3	0,27	нижча за середню
4	0,22	середня
5	0,23	середня
6	0,07	висока
7	0,11	висока
8	0,10	висока
9	0,24	середня
10	0,49	незадовільна
11	0,41	незадовільна
12	0,19	середня
13	0,17	середня
14	0,16	вища за середню
15	0,18	середня
16	0,19	середня
17	0,16	середня
18	0,09	висока

Обробка результатів експертного опитування починається з оцінки узгодженості думок експертів, пропонується оцінювати за величиною коефіцієнта варіації:

$$V_i = \frac{S_i}{m_i},$$

де S_i — середнє квадратичне відхилення коефіцієнтів вагомості i -го показника якості; m_i — середній коефіцієнт вагомості i -го показника якості.

Узгодженість думок експертів оцінюється величиною коефіцієнта варіації:

- узгодженість висока при $V = 0,10$;
- узгодженість вища за середню при $V = 0,11 - 0,15$;
- узгодженість середня при $V = 0,16 - 0,25$;
- узгодженість нижча за середню при $V = 0,26 - 0,35$;
- узгодженість низька при $V = 0,35$.

Як видно з табл. 2, узгодженість думок членів експертної групи під час визначення ненормованих коефіцієнтів вагомості задовільна, а у випадку 2, 6, 7, 8 і 18 — повна.

Наступний етап розрахунків коефіцієнтів вагомості — перерахування групових ненормованих коефіцієнтів, отриманих під час експертного опитування, в ярусні. Це перерахування здійснене відповідно до рекомендацій Азгальдова Г. Г. [5]. Дані розрахунків подано в табл. 3.

Таблиця 3

**Значення коефіцієнтів вагомості досліджуваних показників властивостей
(у порядку спадання значень)**

№ показника властивості	Показник властивості	Коеф. вагомості
17	Суміщення фарб	0,1504
6	Градаційна передача	0,1247
7	Оптична щільність зображення	0,1152
3	Чіткість зображення	0,1131
9	Роздільна здатність	0,112
12	Муар	0,0928
14	Зворотний рельєф	0,0928
8	Різкість	0,0928
10	Мікронеоднорідності	0,0896
2	Механічні пошкодження	0,0875
15	Відмарювання	0,0862
18	Рівномірність друку	0,0841
16	Перетискування	0,0812

Продовження табл. 3

11	Макронеоднорідності	0,08
13	Просвічування	0,0708
5	Відтворення кольорів	0,0579
4	Глянець	0,0424
1	Фонові спотворення	0,0412

Очевидно, що для обраної групи експертів основними показниками є суміщення фарб, градаційна передача та чіткість відтворення зображення. Оптична щільність важлива, оскільки враховує суцільність задруковування плашок. Менше уваги під час оцінки якості, на думку членів експертної групи, варто приділяти перетискуванню, макронеоднорідностям, просвічуванню і наявності фону та глянцю на відбитку. Отже, з використанням методу експертного опитування були отримані коефіцієнти вагомості показників властивостей. Маючи відбиток та фізичні величини показників властивостей із врахуванням коефіцієнтів вагомості, можна розрахувати комплексний показник якості цифрового друку.

Висновки. Під час комплексної оцінки якості цифрового друку серед показників мають бути такі, які дають змогу судити про якість друку за отриманим відбитком. Оцінка показників має бути простою і зрозумілою широкому колу фахівців, тобто тестова смуга повинна містити об'єкти, вимірювані за допомогою засобів, доступних для друкарні (лупа, спектрофотометр тощо). Відповідно до перерахованих вимог і аналізу літератури з оцінки якості цифрового друку, для контролю якості за комплексною методикою пропонуються такі показники властивостей: оптична щільність фону і зображення, рівномірність друку, градаційна передача, колірне охоплення та відтворення кольорів, роздільна здатність друку, фактура поверхні і глянець відбитка, а також адгезія тонера до паперу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЖДЕРЕЛ

1. ISO/IEC 13660:2001 Information technology – Office equipment – Measurement of image quality attributes for hardcopy output – Binary monochrome text and graphic images.
2. Харин О., Сувейздис Э. Современная электрофотография [Current Electrophotography] : учеб. пособ. / Моск. гос. ун-т печати. Москва : МГУП, 2002. 316 с.
3. Гайдук А., Лотоцька О. І. Проблема стандартизації оцінки якості в цифровому друці : тези доповідей 14-ї міжнародної наук.-тех. конф. студентів і аспірантів «Друкарство молоде», книга 1. Київ : НТУУ КПІ, 2014. С. 22–23.
4. Гавриш Б. М., Тимченко О. В., Білак Ю. Ю. Комплексний показник якості поліграфічної продукції, відтвореної цифровим способом. Моделювання та інформаційні технології. 2015. Вип. 75. С. 89–97. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mtit_2015_75_15.
5. Азгальдов Г. Г., Райхман Э. П., Гличев А. В. О квалитетрии. Москва : Стандартиздат, 1973.
6. Оценка качества печати. Izoproekt. URL: http://www.izoproekt.ru/ozenka_kachestva_pechati/, вільний.

REFERENCES

1. ISO/IEC 13660:2001 Information technology – Office equipment – Measurement of image quality attributes for hardcopy output – Binary monochrome text and graphic images (in English).
2. Kharin, O., & Suveizdis, E. (2002). *Sovremennaia elektrofotografiia [Current Electrophotography]* / Mosk. gos. un-t pechati. Moskva : MGUP (in Russian).
3. Haiduk, A., & Lototska, O. I. (2014). Problema standartyzatsii otsinky yakosti v tsyfrovomu druzsi: tezy dopovidei 14-i mizhnarodnoi nauk.-tekh. konf. studentiv i aspirantiv «Drukarstvo molode», knyha 1. Kyiv : NTUU KPI, 22–23 (in Ukrainian).
4. Havrysh, B. M., Tymchenko, O. V., & Bilak, Yu. Yu. (2015). Kompleksnyi pokaznyk yakosti polihrafichnoi produktsii, vidtvorenoi tsyfrovym sposobom: Modeliuvannia ta informatsiini tekhnologii, 75, 89–97. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mtit_2015_75_15 (in Ukrainian).
5. Azgaldov, G. G., Raikhman, E. P., & Glichev, A. V. (1973). *O kvalimetrii*. Moskva : Standartizdat (in Russian).
6. Otsenka kachestva pechati: Izoproekt. Retrieved from http://www.izoproekt.ru/otsenka_kachestva_pechati/, vilnii (in Russian).

COMPLEX ASSESSMENT OF DIGITAL PRINTING QUALITY

O. V. Vorzheva

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020
olgavov516@gmail.com*

Digital printing differs from traditional printing methods, and its specificity makes it impossible to use the features recommended for offset printing to evaluate the digital printing quality.

At present, there are no common standards that allow an objective assessment of the quality of digital imprints, which is becoming a more and more serious problem for the digital market. Existing techniques are based on a subjective assessment of the suitability of this equipment for the execution of the order without its complex assessment (accounting of cost and operational parameters, assessment of quality and consumer properties). For the organization and implementation of the state system of quality management, objective methods of quality assessment are needed. Comprehensive evaluation of quality involves not only systematic study of the object, but also tracing the interrelations between the stages of the process and the participants in the production cycle. In this case, an important role is played by the calibration of all stages of the process. With a comprehensive assessment of the digital printing quality, the indicators should include the ones with which you can judge the printing quality on the received imprint. Comprehensive evaluation of image quality connects visual assessment of the consumer, instrumental evaluation and physical indicators of the quality of the imprint

received with the help of digital printing equipment. The evaluation of the indicators should be simple and understandable to a wide range of specialists. At this stage of development of digital printing, to determine the importance of quality indicators, it is expedient to use an expert method that allows to make informed decisions, «drawing on the experience, knowledge and intuition of specialists.»

The survey allows determining the importance of the key indicators of digital printing to determine the complex digital quality index.

Keywords: *digital printing, standards, quality of printed materials, indexes of imprint quality, complex quality index.*

Стаття надійшла до редакції 05.04.2018.

Received 05.04.2018.