

УДК 655.3:004

ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ТОНОВІДТВОРЕННЯ У МАШИНАХ ЦИФРОВОГО ДРУКУ

С. Ф. Гавенко, В. В. Бернацек, М. С. Мартинюк, Р. В. Рибка, М. Т. Лабецька

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

Поліграфічна промисловість стрімко розвивається, оскільки ринок змінюється від довгострокових та інвентаризованих продуктів до більш персоналізованих коротких прогонів із вимогами до швидкого часу виконання робіт. Цифровий друк може забезпечити найкраще рішення для цих нових запитів ринку. Зростає кількість компаній, що випускають нові моделі цифрового обладнання. Конкуренція на поліграфічному ринку стимулює виробників до подальших розробок із вдосконалення технології та устаткування цифрового друку, щоб забезпечити його відповідність трьом основним вимогам — якості, швидкості, ціні. Проведено експериментальні дослідження якості тоновідтворення машин цифрового друку шляхом порівняння кривих градацій тонового зображення, отриманого на паперах різної товщини.

Ключові слова: *якість, тоновідтворення, градаційні характеристики, машини цифрового друку, відбиток.*

Постановка проблеми. Цифровий друк є альтернативою традиційним способам репродукування. Замість виготовлення дорогих пластин для одноразових завдань цифровий друк використовує комп'ютерні файли векторного зображення, які безпосередньо імпортуються в цифрову друкарську машину, де запрограмована система може аналізувати кольори і належно подавати тонер. Машини цифрового друку забезпечують коротші терміни виконання робіт, зниження витрат, більшу автоматизацію та можливість внесення змін безпосередньо перед початком друкування. Залежно від потреб виробничої лінії та можливостей виробника цифрових систем друку, існує велика кількість варіантів обробки, які можна налаштувати та встановити згідно з цифровою системою друку [1, 2].

Значне поширення цифрового друку пояснюється його нинішньою популярністю. Як невеликі салони оперативної поліграфії, так і великі друкарні переходять на цифрове обладнання, що дає змогу надавати клієнтам всі необхідні поліграфічні послуги. Традиційні друкарські технології поступаються позиціями у тих сферах, де цифровий друк має безсумнівну перевагу — під час виготовлення малотиражної продукції, термінових і персоналізованих замовлень, друку на вимогу. Незважаючи на те, що якість цифрового друку ще не така, як в офсетного, ця технологія постійно вдосконалюється [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Ринок пропонованого поліграфічного устаткування для цифрового друку сьогодні дуже широкий (цифрові

друкарські машини і друкарські системи для промислових друкарень, принтери, копіри, різнографи). Кількість виробників теж велика. Найбільш популярні такі відомі бренди, як: DUPLO, EPSON, INDIGO, VUTEK, RISO, XEROX, Ricoh, HP і багато інших. Принтери Kodak Nexpress, Fuji Xerox, Ricoh, Canon, Lanier, Konica Minolta друкують сухими порошковими тонерами (Dry Toner). Цифрові машини HP Indigo використовують рідкі електростатичні чорнила (зокрема, моделі 3550, 5600, 7600 і 10000). Деякі цифрові машини, такі як HP Indigo, мають змогу друкувати спеціальні ефекти (білі чорнила, спеціальні кольори Pantone PMS, червоні невидимі чорнила, які флуоресціюють під ультрафіолетовим світлом, прозорі лакові та блискучі ефекти, а також ефект рельєфності) [4–7].

У міру вдосконалення устаткування знижуються капітальні та експлуатаційні витрати, що завдяки чому цифровий друк стає ще більш рентабельною і привабливою технологією для замовників.

Мета статті — дослідити якість тоновідтворення машин цифрового друку шляхом порівняння градаційної передачі тонерного зображення, отриманого на задруковуваних матеріалах різної товщини, встановити стабільність передачі кольору на конкретних цифрових пристроях за заданих умов друкування.

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єктами досліджень вибрано популярні папери, які використовуються під час виготовлення паковань, флаєрів, буклетів та ін., а саме крейдований папір фінської фірми UPM DIGI COLOR з різною граматурою: взірець № 1 — 120 г/м²; взірець № 2 — 300 г/м². Друк оригінал-макета, на якому зображено широкий спектр і велику гаму кольорів, провели на цифрових друкарських машинах (табл. 1):

Таблиця 1

Технічні характеристики цифрових машин

Макс. формат		323×480	A3	A3
Авт. двосторонній друк		Так	Так	Так
Макс. роздільна здатність ч/б		2400×2400 dpi	600×600 dpi	600×600 dpi
Макс. роздільна здатність к/д		2400×2400dpi	1200×1200 dpi	2400×2400 dpi
Швидкість друку	A4	70 с/хв, некр. 64–176 г/м ² 51 с/хв, некр. 177–256 г/м ² 51 с/хв, кр. 106–176 г/м ² 35 с/хв, некр. 257–300 г/м ² 35 с/хв, кр. 177–300 г/м ²	60 с/хв (A4), 34 с/хв (A3),	35 с/хв (ч/б), 35 с/хв (к/д)
	A3	35 с/хв, некр. 64–176 г/м ² 25 с/хв, некр. 177–256 г/м ² 25 с/хв, кр. 106–176 г/м ² 17 с/хв, некр. 257–300 г/м ² 35 с/хв, кр. 177–300 г/м ²		

Продовження табл. 1

Час виходу першого відбитка	4,9 с (ч/б), 8 с (к/д)	4,9 с (ч/б), 8 с (к/д)	4,9 с (ч/б), 8 с (к/д)
Щільність паперу, г/м ²	60–350	60–257	60–257
Кількість картриджів	4	4	4
Інтерфейс	Ethernet (RJ-45), USB 2,0	Ethernet (10/100/1000-Base-T)	Ethernet (RJ-45), USB 2,0
Габарити, мм	1372×171460×777	760×992×1076	630×760×677
Вага, кг	306	356	130

1 — XEROX 700i Digital Color Press.

2 — KONICA MINOLTA BIZHUB PRO COLOR C 6000.

3 — RICON MPC 3500.

Дослідження градаційних характеристик проводили на спектроколориметрі GRETAG SPM 50.

На основі статистичної обробки масиву даних, отриманих унаслідок проведених експериментальних досліджень, побудовано графічні залежності градаційної передачі тонерного зображення отриманих цифрових відбитків (рис. 1–3).

Аналізуючи отримані графічні залежності градаційної передачі тонерного зображення досліджуваних зрізів № 1 і № 2, віддрукованих на цифровій машині XEROX 700i Digital Color Press, можна сказати, що градаційні криві голубого тонерного зображення (рис. 1а) здебільшого збігаються в світлих ділянках, а починаючи з півтіней, щільність зростає у зрізця № 1, і це продовжується в темних ділянках. Для пурпурного тонера спостерігається зростання оптичної щільності зрізця № 1 на всіх ділянках градацій відносно зрізця № 2 (рис. 1б). Градаційна передача жовтого тонерного зображення досліджуваних зрізів (рис. 1в) засвідчує аналогічне зростання оптичної щільності зрізця № 1. На рис. 1г наведено залежності оптичної щільності для чорного тонера, де графічні залежності щільностей зрізів № 1 і № 2 доволі стабільно збігаються на світлих і ділянках півтіней, і лише на темних ділянках спостерігається ріст градацій у зрізця № 1.

Градаційна передача голубого тонерного зображення, отриманого на цифровій машині KONICA MINOLTA Bizhub PRO Color C 6000 (рис. 2а), здебільшого збігається в світлих ділянках градацій і півтоновому діапазоні досліджуваних зрізів, а починаючи з ділянок півтіней, щільність зростає у зрізця № 1, і така тенденція продовжується в темних ділянках. На рис. 2б для пурпурного тонерного зображення оптична щільність зрізця № 1 дещо нижча у світах і напівтінях, а починаючи з темних ділянок, спостерігається зростання градації зрізця № 2. Градаційна передача жовтого тонера на цифровій машині KONICA MINOLTA Bizhub PRO Color C 6000 досліджуваних зрізів (рис. 2в) засвідчує зростання оптичної щільності зрізця № 2 з перетином у півтінях і значним ростом у темних ділянках порівняно з показниками

взірця № 1. На рис. 2г наведено графічні залежності оптичної щільності для чорного тонерного зображення досліджуваних зразків, де крива градацій взірця № 2 засвідчує результат зменшення площі друкарських елементів відносно взірця № 1.

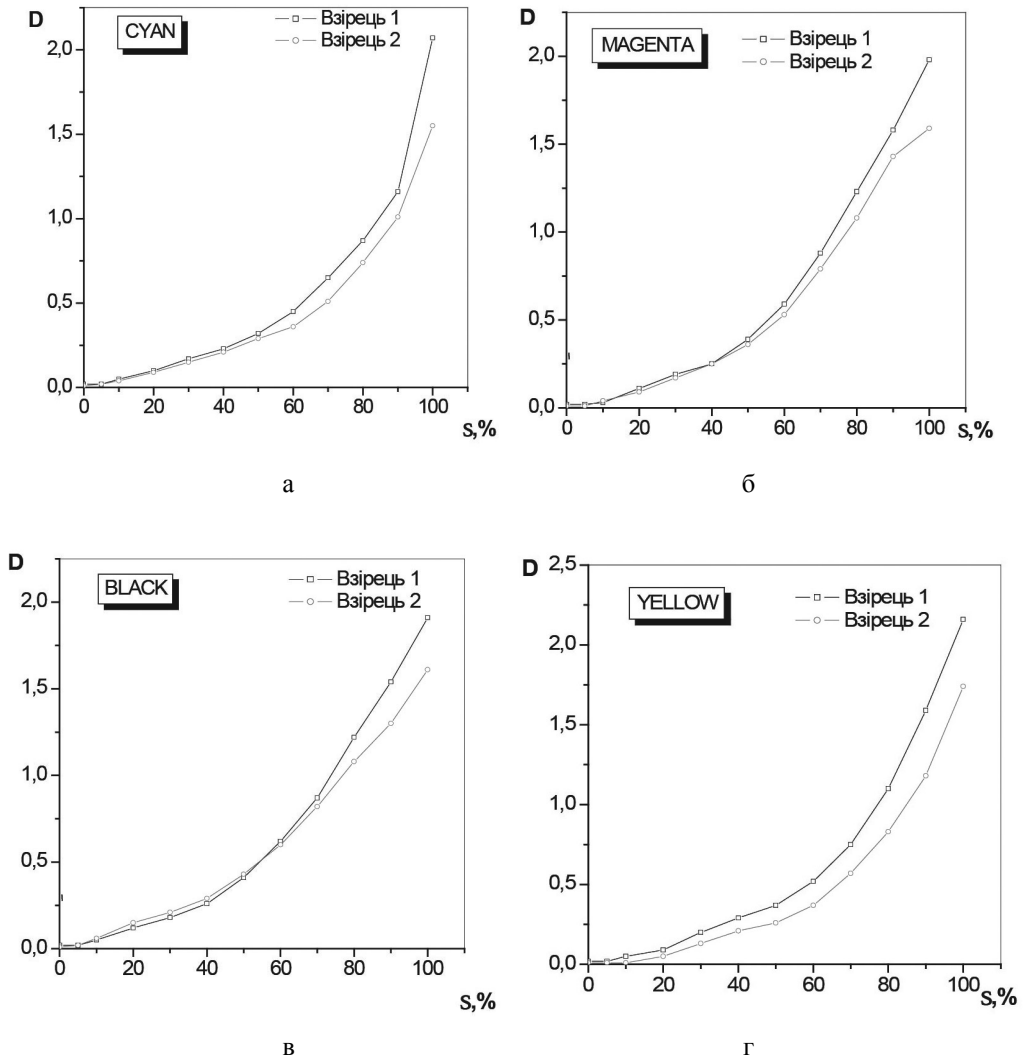


Рис. 1. Градаційна передача тонерного зображення досліджуваних взірців № 1, № 2, віддрукованих на машині Xerox 700i Digital Color Press:

а — голубого CYAN; б — пурпурного MAGENTA;
в — жовтого YELLOW; г — чорного BLACK

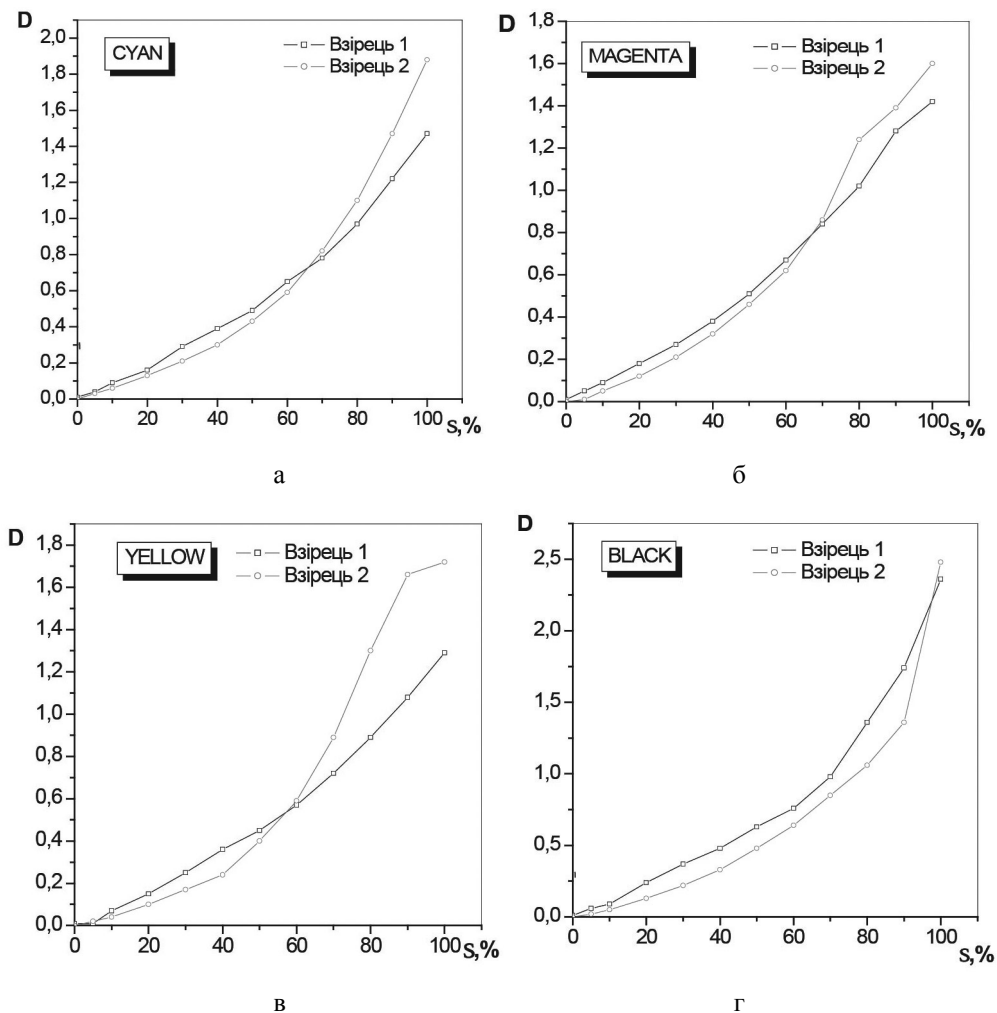


Рис. 2. Градаційна передача тонерного зображення досліджуваних візців № 1, № 2, віддрукованих на машині MINOLTA Bizhub PRO Color C6000:

а — голубого CYAN; б — пурпурного MAGENTA;

в — жовтого YELLOW; г — чорного BLACK

Щільність голубого тонера, віддрукованого на цифровій машині RICON MPC 3500 (рис. 3а), досліджуваних візців збігається в світлих ділянках і різко зростає, починаючи з пів тіней, та в темних ділянках. На рис. 3б для пурпурного тонерного зображення оптична щільність візця № 2 засвідчує стабільний ріст на всіх ділянках відносно візця № 1. Схожі результати ми бачимо для градаційної передачі жовтого тонера на цифровій машині RICON MPC 3500 досліджуваних візців (рис. 3в), що відтворює зростання оптичних щільностей візця № 2. На рис. 3г наведено криві градацій чорного тонерного зображення, де показники оптичних щільностей візців № 1 і № 2 практично збігаються на всіх ділянках графіка.

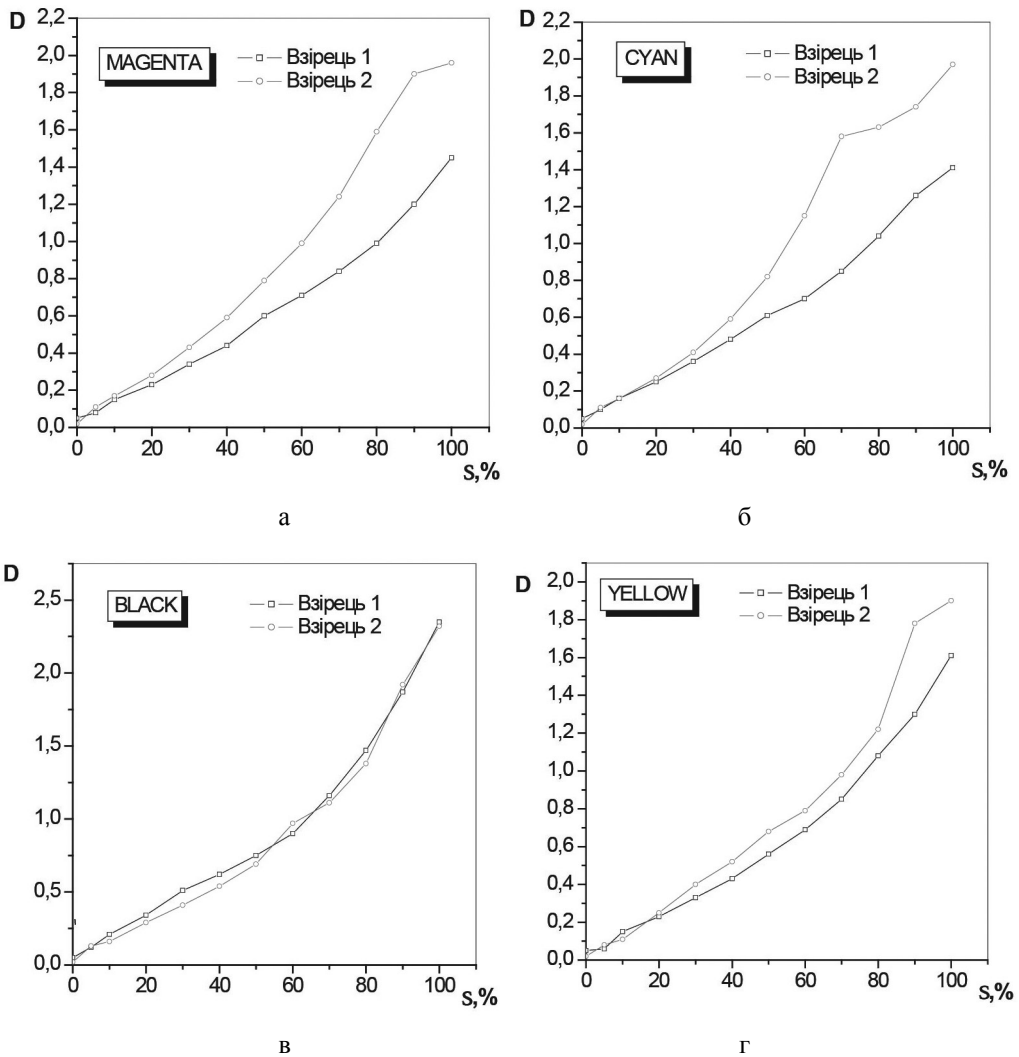


Рис. 3. Градаційна передача тонерного зображення досліджуваних зрізків № 1, № 2, віддрукованих на машині RICON MPC 3500:
 а — голубого CYAN; б — пурпурного MAGENTA;
 в — жовтого YELLOW; г — чорного BLACK

Висновки. Великі можливості розвитку цифрового друку відкривають нові горизонти у поліграфічній галузі. Здорова конкуренція серед виробників та постачальників цифрових пристроїв призвела до створення продуктів, які мають низьку вартість і високу якість та універсальність.

Проведені експериментальні дослідження якості тоновідтворення машин цифрового друку на популярних марках паперу дали змогу стабілізувати передачу кольору на конкретних цифрових пристроях за заданих умов друкування.

Аналізуючи отримані графічні залежності градаційної передачі тонерного зображення СМΥК досліджуваних зрізів на різних цифрових машинах, можна зробити висновок, що найбільш стабільно передає кольори цифрова друкарська машина XEROX 700 і Digital Color Press без різких стрибків щільностей на всій лінійці відтворення. Зниження оптичної щільності зі збільшенням граматури крейдованого паперу (DIGI COLOR 120 г/м² — зріця № 1 відносно DIGI COLOR 300 г/м² — зріця № 2) пояснюється особливістю роботи машини, в якій контролер запікання тонера працює доволі нестабільно, тобто не забезпечує допікання тонера за збільшення товщини паперу однієї марки одного виробника.

Графічні залежності оптичних щільностей оригінал-макета, віддрукованого на цифрових машинах KONICA MINOLTA Bizhub PRO Color C 6000 та RICON MPC 3500, засвідчують водночас нестабільність передачі кольорів на всій лінійці градацій, що негативно впливає на процес відтворення зображення.

У результаті експерименту для якісного відтворення поліграфічної продукції найбільш стабільний результат був отриманий на цифровій друкарській машині XEROX 700і Digital Color Press на крейдованому папері DIGI COLOR різних граматур.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Top 10 Things You Should Know About Digital Printing. URL: <http://vanjessprinting.com/blog/top-10-things-you-should-know-about-digital-printing/>.
2. Толстолужский Д. Б. Как правильно выбрать технологию цифровой печати? Упаковка. 2015/1. № 1. С. 49–53.
3. Цифровая печать и оперативная полиграфия. URL: https://www.sq.com.ua/rus/news/novosti_partnerov/22.10.2018/tsifrovaya_pechat_i_operativnaya_poligrafiya/.
4. Michelson M. Digital printing technology advancements are a great reason for printers to get fired up! URL: <https://www.piworld.com/article/digital-printing-technology-advancements-great-reason-printers-get-fired-up/>.
5. What is the best printing machine for digital printing? URL: <https://www.quora.com/What-is-the-best-printing-machine-for-digital-printing>.
6. Popular 10 digital printing machine manufacturers. URL: <https://www.pressreader.com/india/stitch-world/20170815/281526521162893>.
7. Хомякова К. В. Найдите 11 отличий... Как объективно сравнить цифровые печатные машины и оценить качество отпечатка одним числом. URL: http://www.publish.ru/articles/200705_4412170.

REFERENCES

1. Top 10 Things You Should Know About Digital Printing. URL: <http://vanjessprinting.com/blog/top-10-things-you-should-know-about-digital-printing/> (in English).
2. Tolstoluzhskii, D. B. (2015/1). Kak pravilno vybrat tekhnologiiu tcifrovoi pechati?: Upakovka, 1, 49–53 (in Russian).
3. Tsifrovaia pechat i operativnaia poligrafiia. Retrieved from https://www.sq.com.ua/rus/news/novosti_partnerov/22.10.2018/tsifrovaya_pechat_i_operativnaya_poligrafiya/ (in Russian).

4. Michelson, M. Digital printing technology advancements are a great reason for printers to get fired up! Retrieved from <https://www.piworld.com/article/digital-printing-technology-advancements-great-reason-printers-get-fired-up/> (in English).
5. What is the best printing machine for digital printing? Retrieved from <https://www.quora.com/What-is-the-best-printing-machine-for-digital-printing> (in English).
6. Popular 10 digital printing machine manufacturers. Retrieved from <https://www.pressreader.com/india/stitch-world/20170815/281526521162893> (in English).
7. Khomiakova, K. V. Naidite 11 otlichii... Kak obektivno sravnit tcifrovye pechatnye mashiny i otchenit kachestvo otpechatka odnim chislom. Retrieved from http://www.publish.ru/articles/200705_4412170 (in Russian).

doi: 10.32403/2411-3611-2019-2-36-36-44

RESEARCH OF TONE REPRODUCTION QUALITY OF DIGITAL PRINTING PRESSES

S. Havenko, V. Bernatsek, M. Martynjuk, R. Rybka, M. Labetska

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

The printing industry is rapidly evolving, as the market varies from long-term and inventory products to more personalized short runs with demands for quick work time. Digital printing technology can provide the best solution for these new market demands. Great opportunities for developing digital printing open up new horizons for the printing industry. The number of companies producing new models of digital equipment is growing. Competition in the printing market encourages manufacturers to further develop the technology and equipment of digital printing in order to ensure its compliance with the three basic requirements – quality, speed and price. As the equipment improves, capital and operating costs are reduced, making digital printing even more cost-effective and attractive technology for customers.

The conducted experimental researches of the reproduction quality of digital printing presses on popular brands of paper allowed to establish the stability of color transfer on specific digital devices under given printing conditions. This became possible due to the statistical processing of an array of data obtained as a result of experimental studies and the construction of graphical dependencies of the graduation transfer of the toner image of the received digital imprints.

Analyzing the obtained graphical dependencies of graduation transfer of CMYK toner image of the studied models on different digital presses, we can conclude that the most consistent transmission of color is done by the digital printing press XEROX 700i Digital Color Press without sharp jumps of density on the entire line of reproduction. Decrease in optical density with the increase of coated paper gravitation (Digi color

120 g/m² - model number 1 relative to Digi color 300 g/m² - model number 2), due to the peculiarity of the press in which the toner baking controller works quite unstable, namely does not provide tinting of toner with an increase in the paper thickness of one brand and one manufacturer.

The graphical dependencies of the original layout optical densities, printed on the KONICA MINOLTA Bizhub PRO Color C 6000 and RICON MPC 3500 digital presses, show at the same time the instability of color transfer throughout the grading range, which adversely affects the image reproduction process.

As a result of the experiment for high-quality reproduction of printed matter, the most stable result has been obtained on the digital printing press XEROX 700i Digital Color Press on coated paper DIGI COLOR of different weights.

Keywords: *quality, reproduction, gradation characteristics, digital printing presses, imprint.*

Стаття надійшла до редакції 26.06.2019.

Received 26.06.2019.