

КОЛЬОРОВІДТВОРЕННЯ ВІДБИТКІВ ЦИФРОВОГО
ТА ОФСЕТНОГО ДРУКУ

Н. Д. Лотошинська¹, Л. Я. Маїк², М. А. Назаркевич¹

¹Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна

²Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна

Досліджено та проаналізовано колірні характеристики відбитків цифрової системи друку Xerox Color C70 порівняно з відбитками плоского офсетного друку. Описано проблему комплексної об'єктивної оцінки якості цифрового друку та порівняння його із офсетним, підкреслено значний вплив витратних матеріалів, що застосовуються під час друку, на якісні показники оптичних властивостей відбитків цифрового та офсетного друку, що виявляється у забезпеченні як достатнього рівня оптичної густини, так і репродукційної точності відтворення колірного тону.

Ключові слова: цифровий друк, офсетний друк, оптична щільність, різниця кольорів ΔE , колірне охоплення системи CIE Lab.

Постановка проблеми. Сьогодні цифровий друк посів визначне місце на ринку оперативної поліграфії. Швидкими темпами зростає частка замовлень цифрового друку серед замовлень інших видів друкованої продукції. І пов'язано це насамперед з тим, що якість друку сучасних цифрових друкарських машин можна порівняти з якістю плоского офсетного друку.

У зв'язку з широким впровадженням цифрових технологій друку постало питання про оцінку якості цифрового друку. Зважаючи на відсутність вітчизняних стандартів для цифрового друку, аналіз його якості сьогодні часто має суб'єктивний характер, стає складним. Тому проведення досліджень оптичних властивостей відбитків та встановлення характеру зміни оптичних властивостей відбитків залежно від застосованого виду паперу та методів друку є завданням актуальним для поліграфії.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Варто зазначити, що українські фахівці проводили дослідження у цьому напрямі, а саме: проводилось дослідження колірних характеристик відбитків струменевого друку, отриманих на паперових та невсотувальних матеріалах [1], також проводилось дослідження колірних характеристик на репродукціях, отриманих цифровим та офсетним способом [2].

У працях [3–5] наведено результати досліджень з відтворення текстово-ілюстраційної інформації на додрукарській стадії у фотоскладальних апаратах

та StP-пристроях, зазначено оптичні та колірні характеристики відбитків, віддрукованих на струменевому принтері, та відбитків, отриманих на аркушевій офсетній машині.

Сучасне поліграфічне виробництво потребує мінімальних відхилень від кольоро- та тонопередачі зображень [6]. Саме тому актуальним є оцінювання цих характеристик як в офсетному, так і в цифровому способах друку.

Мета статті — експериментальне дослідження колірних характеристик відбитків, отриманих на сучасному цифровому друкувальному пристрої на різних видах паперу та картону, та порівняння отриманих результатів із даними офсетного друку для визначення точності відтворення кольору.

Виклад основного матеріалу дослідження. Більшість досліджень з поліграфії зосереджені на офсетному друці, тому що він є домінуючим способом відтворення кольорових відбитків у сучасному світі. У статті проводиться дослідження якості відтворення колірних відбитків, надрукованих офсетним та цифровим способами друку. Для проведення дослідження було обрано офсетну двофарбову друкарську машину Heidelberg Speedmaster SM 52 та лазерний багатофункціональний пристрій Xerox Color C70. А для вимірювання оптичних властивостей використовувався спектрофотометр GretagMachbeth SpectroEye.

Відбитки, які обрали для дослідження, були віддруковані на чотирьох видах паперу (крейдований матовий Arctic volume white, 90 г/м²; крейдований глянцевої G-Print, 90 г/м²; офсетний, 150 г/м²; Holmen book cream, 70 г/м²) та двох видах картону (Arktika GC1, 230 г/м²; хром-ерзац, 215 г/м²) із різними характеристиками поверхні та властивостями.

Під час відтворення кольорових репродукцій найбільшу увагу звертають на колір і наскільки він ідентичний на відбитку та на оригіналі.

Для того щоб визначити якість відтворення кольору, було обрано показники, які найкраще характеризують передачу кольору. Першим показником є оптична щільність фарбового шару. Різницю між двома кольорами оцінювали показником ΔE . А оцінка колірного охоплення у системі CIE Lab подана у вигляді графіків та діаграм для кращого візуального сприйняття.

При налаштуванні друкарської машини і у процесі друку тиражу необхідно контролювати товщину фарбового шару, яка визначає колір елемента зображення.

За допомогою спектрофотометра було визначено показники оптичної густини фарбового шару чотирьох зразків кольору на різних видах паперу та картону. На рис. 1–4 зображено результати вимірювання.

На рис. 1 можна помітити, що найбільша різниця оптичної щільності шару між відбитками на картоні Arktika GC1 та на папері Holmen book cream становить 0,6 D. Нижчим показником оптичної щільності характеризується відбиток, отриманий цифровим способом друку на крейдованому глянцевої папері G-Print, масою 90 г/м². Від відбитка на тому ж папері, отриманим офсетним способом друку, різниця становить 0,2 D.

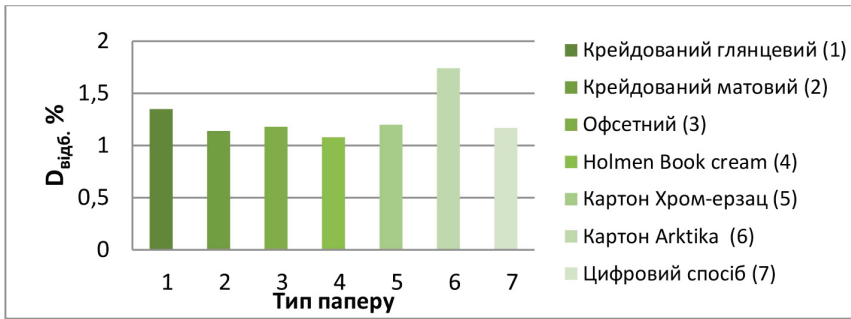


Рис. 1. Оптична густина фарбового покриття кольору № 1

На наступному зразку кольору (рис. 2) уже найбільша оптична щільність відбитка на крейдованому глянцевому паперу. Найнижчі показники має знову-таки екземпляр, надрукований цифровим способом друку. Різниця між ними — 0,9 D.

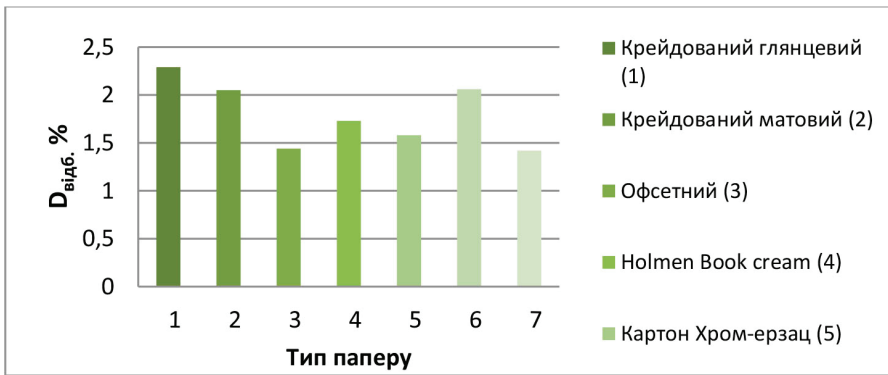


Рис. 2. Оптична густина фарбового покриття кольору № 2

На рис. 3 можна помітити, що показник оптичної щільності на картоні Arktika GC1 найвищий. Різниця між відбитками на крейдованому глянцевому папері цифрового та офсетного друку становить 0,3 D.

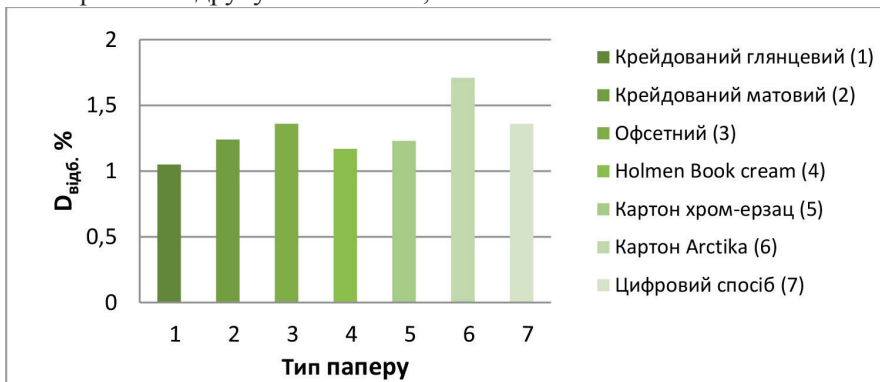


Рис. 3. Оптична густина фарбового покриття кольору № 3

Як і в попередньому варіанті, для кольору № 4 (рис. 4) найвищі показники значень має відбиток на картоні Arktika GC1, а найнижчі — на крейдованому глянцевому (цифровий друк). Їх різниця становить 0,8 D.

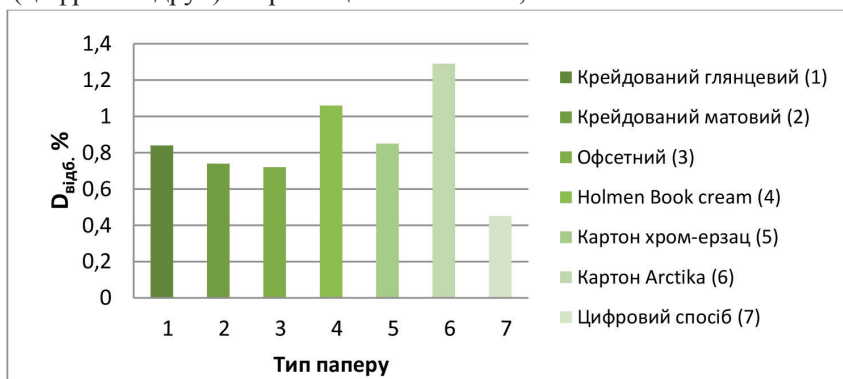


Рис. 4. Оптична густина фарбового покриття кольору № 4

Із дослідження можна зробити висновок, що найкращі показники оптичної щільності у відбитків на крейдованому глянцевому папері та на картоні Arktika. Саме ці матеріали мають найбільший показник гладкості та мають крейдовану поверхню, що суттєво впливає на якість накладання фарбового шару. Найнижчі показники оптичної щільності на відбитку, одержаному цифровим способом друку.

Для дослідження кольорів на відбитках і визначення координат кольору в системі CIE Lab було обрано 4 зразки різних кольорів. Отримані відбитки мають високу насиченість, однорідність тону, чіткість. Однак візуально спостерігається відмінність кольорів одного зразка від іншого. Колірні характеристики відбитків, які отримані цифровим друком, дещо відрізняються від значень відбитків, які отримані на офсетній друкарській машині. Результати вимірювання наведені на рис. 5–8.

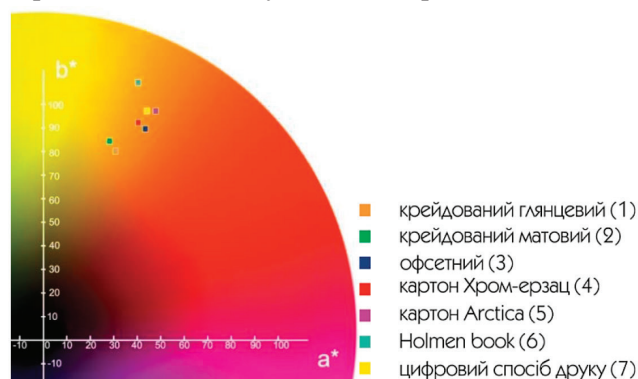


Рис. 5. Колірні характеристики для кольору № 1:

- 1 — крейдований глянцевий G-Print, 90 г/м²; 2 — крейдований матовий Arctic volume white, 90 г/м²; 3 — офсетний, 150 г/м²; 4 — картон Arktika GC1, 230 г/м²; 5 — картон Хром-ерзац, 215 г/м²; 6 — Holmen book cream, 70 г/м²; 7 — цифровий спосіб друку (крейдований глянцевий G-Print, 90 г/м²)

Оскільки досліджуваний відбиток (обкладинка журналу «Аудиторія») друкується офсетним способом друку на крейдованому глянцевому папері G-Print, масою 90 г/м², то еталонним зразком було обрано відбиток саме на цьому типі паперу.

На рис. 5 помітно, що найбільш наближеними за колірними характеристиками для зразка кольору № 1 є відбитки на крейдованому матовому папері, на офсетному папері та на картоні Хром-ерзац. Інші ж зразки мають суттєве відхилення від еталону, особливо відбиток, відтворений на папері Holmen book cream.

Розглядаючи наступне зображення (рис. 6), можна помітити, що знову-таки найбільш наближенні значення є на крейдованому матовому папері та на картоні Arktika. А відбиток на картоні Хром-ерзац, колір якого для зразка № 1 був наближений до еталону, для зразка № 2 має незначні відхилення у жовтий спектр кольорів.

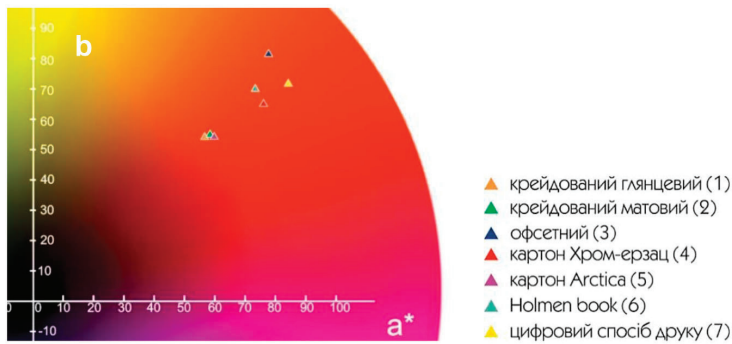


Рис. 6. Колірні характеристики для кольору № 2:

- 1 — крейдований глянцево G-Print, 90 г/м²; 2 — крейдований матовий Arctic volume white, 90 г/м²; 3 — офсетний, 150 г/м²; 4 — картон Arktika GC1, 230 г/м²; 5 — картон Хром-ерзац, 215 г/м²; 6 — Holmen book cream, 70 г/м²; 7 — цифровий спосіб друку (крейдований глянцево G-Print, 90 г/м²)

На рис. 7 помітно, що зразок кольору на крейдованому матовому папері практично ідентичний до кольору крейдованого глянцевого, що є еталонном. Та найбільше відхилення можна спостерігати на відбитку на картоні Хром-ерзац.

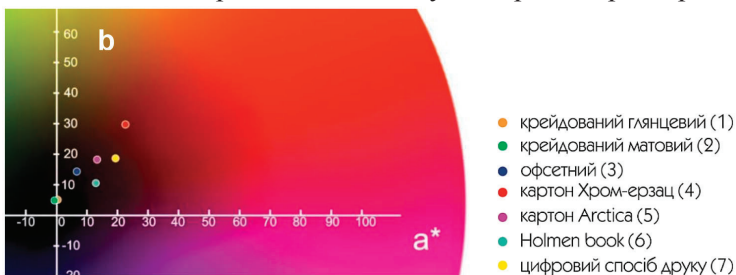


Рис. 7. Колірні характеристики для кольору № 3:

- 1 — крейдований глянцево G-Print, 90 г/м²; 2 — крейдований матовий Arctic volume white, 90 г/м²; 3 — офсетний, 150 г/м²; 4 — картон Arktika GC1, 230 г/м²; 5 — картон Хром-ерзац, 215 г/м²; 6 — Holmen book cream, 70 г/м²; 7 — цифровий спосіб друку (крейдований глянцево G-Print, 90 г/м²)

На рис. 8 можна помітити, що у всіх зразків є відхилення від заданого еталону. Зразок, надрукований цифровим способом друку, змістився до зеленого спектра, а всі інші зразки до пурпурового. Та все ж найближчим за кольором, як у всіх попередніх дослідженнях, є відбиток на крейдованому матовому папері.

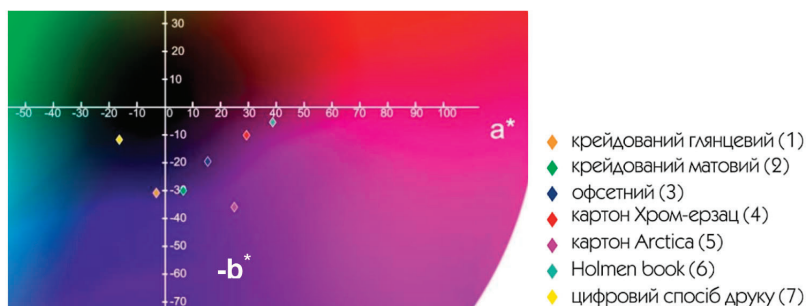


Рис. 8. Колірні характеристики для кольору № 4:

- 1 — крейдований глянцевиий G-Print, 90 г/м²; 2 — крейдований матовий Arctic volume white, 90 г/м²; 3 — офсетний, 150 г/м²; 4 — картон Arctica GC1, 230 г/м²; 5 — картон Хром-ерзац, 215 г/м²; 6 — Holmen book cream, 70 г/м²; 7 — цифровий спосіб друку (крейдований глянцевиий G-Print, 90 г/м²)

Навіть якщо два кольори виглядають однаково для однієї людини, невеликі відмінності можуть бути виявлені під час оцінки за допомогою інструмента вимірювання кольору.

Розбіжність кольорів можна визначити як чисельне порівняння кольору зразка зі стандартним. Це вказує на відмінності в абсолютних кольорних координатах і називається Delta (Δ) E. Для вимірювання ΔE як еталонний зразок було обрано крейдований глянцевиий папір, надрукований офсетним способом друку, у якого найкращі показники відтворення кольору.

Із рис. 9 видно, що усі відбитки значно перевищують стандартизоване значення. Для зразка, віддрукованого на папері Holmen book cream, різниця була найбільшою і становила 29,04. Найменшою різниця була на відбитку на крейдованому матовому — 10,49, та все одно це суттєва різниця із максимально допустимим значенням.

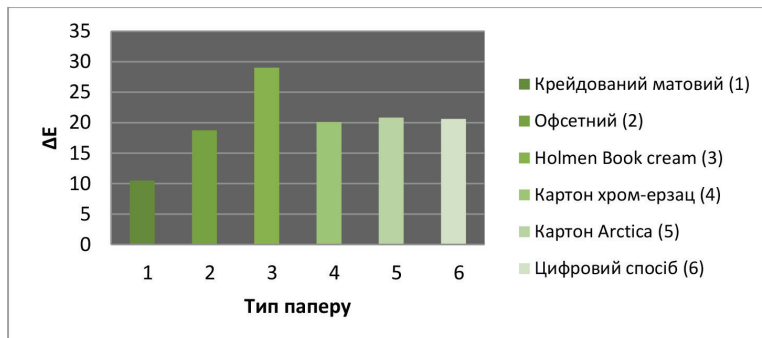


Рис. 9. Показники ΔE кольору № 1

На рис. 10 подано результати, з яких видно, що два зразки відповідають вимогам і їх значення не перевищує трьох одиниць. Це зразки, що надруковані на картоні Arktika GC1 та крейдованому матовому папері, значення яких 1,44 та 2,25 відповідно.

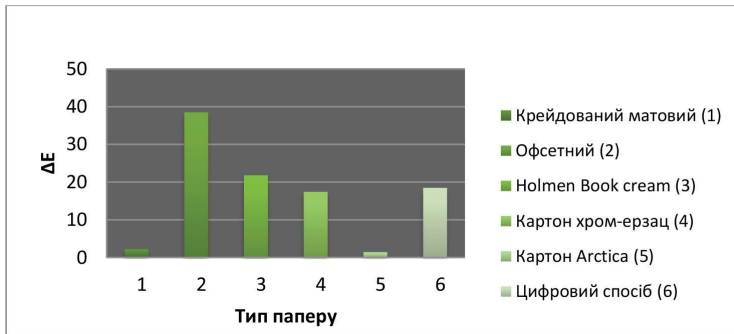


Рис. 10. Показники ΔE кольору № 2

Із рис. 11 видно, що усі відбитки знову не відповідають стандарту. Найменше значення серед усіх відбитків на відбитку на крейдованому матовому папері.

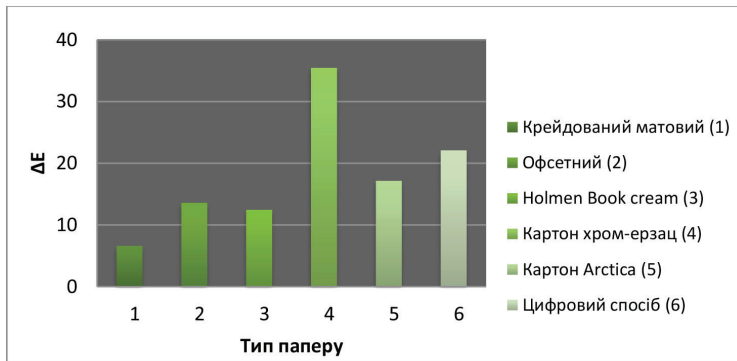


Рис. 11. Показники ΔE кольору № 3

Дослідження показало, що для кольору № 4 (рис. 12) різниця кольорів була найбільшою. Найгірший показник у відбитка, надрукованого на офсетному папері.

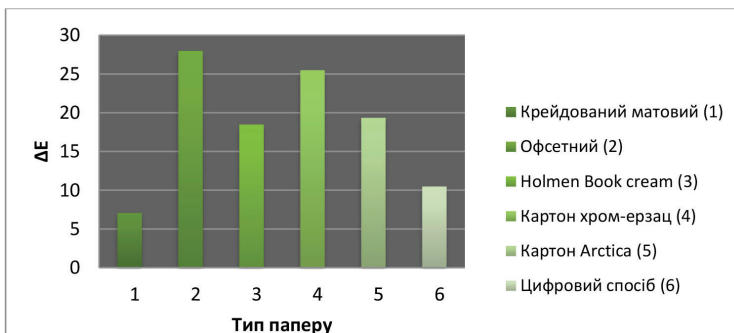


Рис. 12. Показники ΔE кольору № 4

Якість надрукованого зображення залежить від такої характеристики паперу як гладкість. Фарба на поверхні паперового аркуша має вигляд плівки, яка повинна бути гладкою і однорідною, що досягається тільки тоді, коли товщина плівки перевищує шорсткість поверхні паперу. Недостатня гладкість паперу може призвести до ослаблення кольору фарби на відбитку, сприяє погіршенню контрастності і чистоти зображення та щільності колірному тону.

Підсумовуючи, можна зробити висновки, що якраз саме відбитки на матеріалах із високими показниками гладкості мали найбільш наближений колір до еталону. Це були відбитки на крейдованому матовому, крейдованому глянцевому паперах та на картоні Arktika, показники гладкості яких 2,8 μm , 4,4 μm , 2,3 μm відповідно.

Максимальні відхилення колірних характеристик спостерігалися на картоні Хром-ерзац та папері Holmen book cream, оскільки саме ці матеріали мають найменші показники білизни та гладкості, що суттєво вплинуло на якість відтворення відбитків.

Встановлено, що відбиток, надрукований цифровим способом друку на крейдованому глянцевому папері, мав середні показники оптичної щільності та показники різниці кольору ΔE , що суттєво перевищують допустимі значення відхилення.

Висновки

1. Як показали результати дослідження чотирьох зразків кольору на різних матеріалах, показники оптичної щільності у відбитків на крейдованому глянцевому папері та на картоні Arktika мають зазвичай найвищі показники оптичної густини. Нижчим показником оптичної щільності характеризується відбиток на офсетному папері та відбиток, що отриманий цифровим способом друку. ΔD в середньому становить для кольору № 1 — 1,24 D, для кольору № 2 — 1,96 D, для кольору № 3 — 1,48 D та для кольору № 4 — 0,95 D.

2. Результати дослідження ще раз підтвердили, що найважливішим чинником, що впливає на передачу кольору у друці є тип і властивості поверхневого шару матеріалу. На гладкому папері, що погано всмоктує фарбу, може бути отриманий більш товстий і рівний поверхневий шар фарби, а отже, і більша оптична щільність зображення. Як видно із отриманих результатів дослідження, саме ці матеріали, що мають найбільший показник гладкості та мають крейдовану поверхню, показали краще відтворення кольору, яке максимально наближене до обраного еталона.

3. Встановлено, що білизна паперу не тільки розширює різноманіття відтворених кольорів, а й збільшує різкість і контраст зображення. Вимірювання колірних характеристик відбитків показали, що максимальні відхилення колірних характеристик спостерігалися на картоні Хром-ерзац та папері Holmen book cream, оскільки саме ці матеріали мають найменші показники білизни та гладкості, що суттєво вплинуло на якість відтворення відбитків. Також зразок, надрукований цифровим способом друку, мав зміщення по окремих кольорах спектра.

4. Результати проведеного дослідження показали значний вплив властивостей матеріалів на якісні показники оптичних властивостей цифрового та офсетного друку, що виявляється у забезпеченні на відбитку як достатнього рівня оптичної

густини, так і репродукційної точності відтворення основних відтінків колірному тону. Більшість досліджуваних відбитків цифрового друку не забезпечують репродукційної точності відтворення оптичних властивостей оригіналу, яка властива для офсетного друку. Частково цю проблему пропонується вирішувати завдяки технології калібрування та профілювання друкарського обладнання із побудовою колірних ІСС-профілів для витратних матеріалів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Савченко К. І. Колірне охоплення відбитків струминного друку. Поліграфія і видавнича справа. 2012. № 2. С. 113–118. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pivs_2012_2_19.
2. Величко О., Скиба М. Відтворення кольору у репродукції. Digital Publishing Printing. 2006. № 1. С. 28–34.
3. Величко О., Зоренко Я., Скиба В. Відтворення тонового градієнта засобами репродукування : монографія. Київ : ВПЦ «Київський ун-т», 2011. 240 с.
4. Величко О., Скиба В., Зоренко Я. Дослідження технології CtP. Digital Publishing Printing. 2004. № 4. С. 34–40.
5. Величко О., Сичугов О. Експериментальне тестування ФСА. Digital Publishing Printing. 2003. № 4. С. 32–36.
6. An approach towards an efficient encryption-decryption of grayscale and color images / Kovalchuk A., Lotoshynska N., Izonin I., Berezko L., Greguš M. Procedia Computer Science. 2019. Vol. 155 : 16th International conference on mobile systems and pervasive computing, MobiSPC 2019, 14th International conference on future networks and communications, FNC 2019, 9th International conference on sustainable energy information technology, SEIT 2019, Halifax, Canada, 19–21 August 2019. Pp. 630–635.
7. Лотошинська Н. Д., Івахів О. В. Теорія кольору та кольороутворення : навч. посіб. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2014. 204 с.

REFERENCES

1. Savchenko, K. I. (2012). Kolirne okhopennia vidbytkiv strumynnoho druku: Polihrafiia i vydavnycha sprava, 2, 113–118. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pivs_2012_2_19 (in Ukrainian).
2. Velychko, O., & Skyba, M. (2006). Vidtvorennia koloru u reproduksii: Digital Publishing Printing, 1, 28–34 (in Ukrainian).
3. Velychko, O., Zorenko, Ya., & Skyba, V. (2011). Vidtvorennia tonovoho hradiienta zasobamy reprodukovannia. Kyiv : VPTs «Kyivskiy un-t» (in Ukrainian).
4. Velychko, O., Skyba, V., & Zorenko, Ya. (2004). Doslidzhennia tekhnolohii CtP: Digital Publishing Printing, 4, 34–40 (in Ukrainian).
5. Velychko, O., & Sychuhov, O. (2003). Eksperymentalne testuvannia FSA: Digital Publishing Printing, 4, 32–36 (in Ukrainian).
6. Kovalchuk, A., Lotoshynska, N., Izonin, I., Berezko, L., & Greguš, M. (2019). An approach towards an efficient encryption-decryption of grayscale and color images. Procedia Computer Science, 155. 16th International conference on mobile systems and pervasive computing, MobiSPC 2019, 14th International conference on future networks and communications, FNC

2019, 9th International conference on sustainable energy information technology, SEIT 2019, Halifax, Canada, 19–21 August 2019, 630–635 (in English).

7. Lotoshynska, N. D., & Ivakhiv, O. V. (2014). *Teoriia koloru ta koloroutvorennia*. Lviv : Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki (in Ukrainian).

doi: 10.32403/0554-4866-2022-1-83-11-20

COLOR REPRODUCTION OF IMPRINTS OF DIGITAL AND OFFSET PRINTING

N. D. Lotoshynska¹, L. Y. Mayik², M. A. Nazarkevych¹

¹*Lviv Polytechnic National University,
12, Bandera St., Lviv, 79013, Ukraine*

²*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
natlot@ukr.net*

The article studies and analyzes color characteristics of Xerox Color C70 digital printing system compared to flat offset printing. The problem of complex objective assessment of digital printing quality and its comparison with offset printing is described, significant influence of consumables used in printing is noted, as well as the quality of the optical properties of digital and offset printing technique, which is manifested in ensuring a sufficient level of optical density and reproductive accuracy of color tone reproduction.

Digital printing technique is a very “young” printing direction, therefore, there are still no standardized data on color and optical characteristics of imprints, in contrast to offset printing one. Modern printing production requires minimal deviations from color and tone representation of images. That is why it is now important to measure color characteristics on digitally obtained reproductions and comparing them with offset imprints.

The results of the study show a significant impact of material properties on the quality of optical properties of digital and offset printing technique, which is manifested in the provision of the imprint, both a sufficient level of optical density and reproductive accuracy of reproduction of the main shades of color tone. Most of the studied digital printing imprints do not provide reproductive accuracy of optical reproduction properties of the original, which is typical for offset printing. It is proposed to solve this problem partly due to the calibration technology and profiling of printing equipment with construction of color ISS profiles for consumables.

Keywords: *digital printing technique, offset printing technique, optical density, color difference ΔE , color coverage of the CIE Lab system.*

Стаття надійшла до редакції 16.03.2022.

Received 16.03.2022.