

УДК 655.3.062

© О. І. Лотоцька, к.т.н., доцент, А. В. Несхозієвський, к.т.н., доцент, Т. М. Несхозієвська, к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

### ВПЛИВ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИФРОВИХ ДРУКАРСЬКИХ МАШИН І ПАПЕРУ НА ЯКІСТЬ ВІДБИТКІВ

У статті представлені результати експериментального дослідження оптичної густини, градаційної передачі, рівномірності друку, адгезії тонера до паперу на відбитках, виготовлених на цифрових друкарських машинах Xerox iGen3, Konica Minolta bizhub PRESS C7000, Canon CLC 5151 з використанням різних видів паперу: матового DNS Color Print 150 г/м<sup>2</sup>, DNS Premium, 300 г/м<sup>2</sup>, глянцевого UPM Finesse 130 г/м<sup>2</sup>, UPM Finesse 170 г/м<sup>2</sup>, UPM Finesse, 250 г/м<sup>2</sup>, дизайнерського Keyacolor Reindeer Snow 300 г/м<sup>2</sup>, Rives pale cream Linear 250 г/м<sup>2</sup>.

**Ключові слова:** цифровий друк; контроль якості; оцінка якості; оптична густина; кольорове охоплення; градаційна точність.

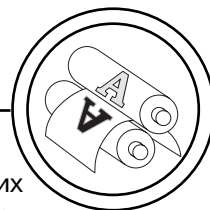
#### Постановка проблеми

Сьогодні цифровий друк є одним з найбільш затребуваних видів для виготовлення оперативної поліграфії невеликими накладками. Цей спосіб друку дозволяє забезпечити мінімальні терміни виконання замовлень будь-якої складності, можливість друку змінних даних, рентабельність друку малих тиражів [1]. Отже, у зв'язку зі стрімким покращенням якості цифрового друку та широким впровадженням цифрових технологій на світовий ринок поліграфії, доцільним буде проведення об'єктивного оцінювання продукції, надрукованої цифровим способом друку. Беручи до уваги те, що на сьогоднішній

день, поки ще не створено єдиної системи стандартизації та сертифікації для цифрового друку, питання аналізу якості віддрукованої продукції залишається відкритим.

#### Аналіз попередніх досліджень

У наукових працях П. А. Зуєва та І. А. Сисуєва [2–4] розглянуто проблеми кольоровідтворення, які найчастіше зустрічаються в електрографії, та запропоновані шляхи їх вирішення. Так, автори зазначають, що такі проблеми, як невідповідність кольору на відбитку, нестабільність кольоропередачі можна вирішити за рахунок систем друку «прикладна програма—кольоровий ла-



зерний принтер». Описаний в статті спосіб проведення порівняльного аналізу лазерних принтерів, спрямований на підбір кольорового профілю для конкретного типу зображень. Адже зміна програмного профілю, впливає на кольорове охоплення відбитку, однак значення таких технологічних параметрів, як оптична щільність та рівномірність друку, за умов зміни програмного профілю, не піддаються значним змінам. З іншого боку, при друкуванні відбитків різними за показниками лазерними принтерами, значення оптичної щільності та рівномірності друку варіюються у значно більших діапазонах, тобто технічні характеристики друкарського обладнання впливають на показники якості цифрового друку. Отже, для проведення комплексної оцінки якості, доцільно буде провести порівняльний аналіз цифрового друкарського обладнання, за умов використання програмного профілю, спеціально підбраного фірмою-виробником для кожної цифрової друкарської машини.

У наукових роботах Хомякової Х. В. [5–7] розглянуто спосіб розрахунку комплексного показника якості (враховуючи такі показники як оптична густина фону, роздільна здатність, рівномірність друку, градаційна передача, оптична густина зображення, колірне охоплення, відтворення пам'ятних кольорів (тілесний колір, колір зелені, неба та ін.), фактура поверхні відбитка, глянець відбитка, адгезія тонера до паперу), за допомогою якого, можливо з великою точністю проводити

порівняльний аналіз витратних матеріалів, цифрових друкарських машин тощо. В її роботах [5–7] також проведено порівняльний аналіз цифрових друкарських машин (ЦДМ), однак в умовах його проведення для кожної друкарської машини було використано по одному, максимум по два види паперу, причому папір для кожної ЦДМ відрізнявся як фірмою виробником, так і своїми характеристиками. За таких умов дуже важко говорити про об'єктивність проведеного порівняльного аналізу, а отже недоцільним буде порівняння отриманих зразків.

На сьогоднішній день акцентується увага на науководослідні проекти, метою яких є розробка і вдосконалення методів оцінки якості продукції цифрового друку, однак відсутність єдиної системи стандартів якості все ще є однією із основних факторів, які стримують розвиток цифрового друку.

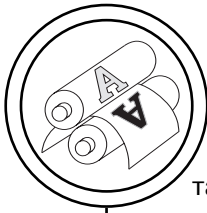
Отже, порівняльний аналіз та комплексна оцінка якості будуть проведені з урахуванням зазначених вище проблем.

### **Мета роботи**

Метою дослідження є визначення впливу характеристик цифрових друкарських машин та паперу на якість цифрового друку.

### **Результати проведених досліджень**

Розглянемо параметри якості друку, характерні для цифрового електрографічного друку. До показників фотографічних властивостей, що характеризують відтворення де-



талей зображення, відносяться неоднорідність друку, градаційна точність. Неоднорідність друку зазвичай пов'язують з рівномірністю продрукування плашки (рівномірність друку) і наявністю сателітів і марашок, що в електрографічному друці визначається за значенням оптичної густини фону. Градаційна точність визначається за характером передачі півтонів (градація зображення) і рівнем оптичної щільності зображення. У електрографічному друці особлива увага приділяється показниками специфічних властивостей, характерних для даної технології, або станом поверхні відбитка: наявності глянцю, адгезії тонера до паперу, можливості прощупування фактури поверхні (визначається візуально за текстовими елементами тестового відбитка) [5].

Виходячи з аналізу літературних джерел [7–9], оцінку якості цифрового друку проводили за такими параметрами: оптична густина, градаційна передача, рівномірність друку, адгезія тонера до паперу. За цими основними показниками якості відбитка проведено подальші дослідження. Для цього було розроблено тестовий зразок, який містить усі необхідні елементи для оцінки якості цифрового друку, а саме: контрольні елементи для визначення оптичної густини зображення з відносною площею растрової крапки 100 %, контрольні елементи для визначення градаційної точності зображення з відносною площею розтискування від 2 до 100 %, рівномірність друку контролювалась по однакових розта-

шованих квадратах (100 % чорного) по довжині (30 елементів) та ширині (20 елементів), для візуального контролю кольоровідтворення та баланс кольору на тестовому зразку було розміщено три зображення (штрихове чорно-біле і два напівтонових зображення), для якості відтворення тексту розроблено тестові елементи на білому фоні — чорний текст, а на чорному — білий з кеглем від 2 до 16 п.

Для дослідження впливу витратних матеріалів на якість цифрового друку було обрано 7 видів паперу різних фірм-виробників з різними характеристиками, які сертифіковані для кожної з трьох обраних ЦДМ. Папір було обрано за рекомендаціями операторів ЦДМ.

Для проведення об'єктивного аналізу залежності оптичної густини від задрукованого матеріалу та ЦДМ, отримані значення оптичної густини приведені до еталонного та розраховані середні арифметичні значення:

$$D_{\text{опт}} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{D_c}{2}}{n}, \quad (1)$$

де  $D_c$  — значення оптичної густини досліджуваного відбитку,  $n$  — кількість досліджуваних відбитків.

Для об'єктивної оцінки впливу характеристик паперу на значення оптичної густини, за формулою (1) було розраховано, приведені до еталонного, середнє арифметичне значення оптичної густини зразків, отриманих на одному виді паперу,

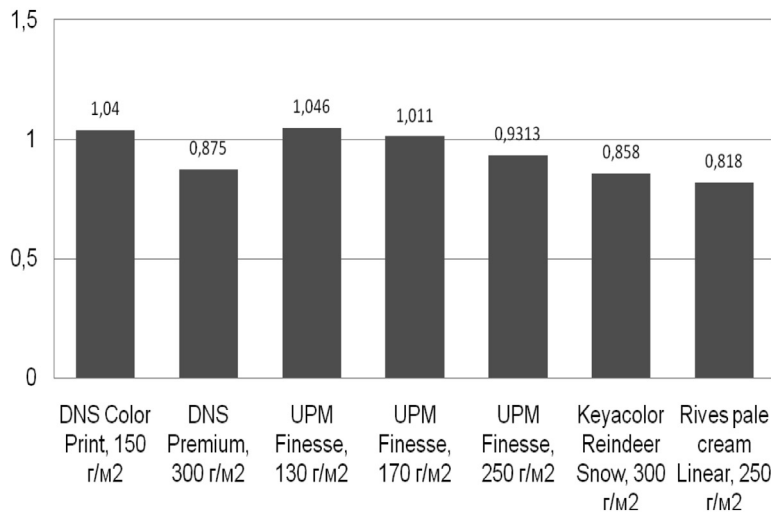
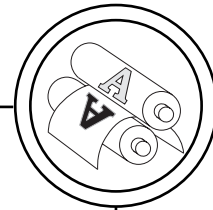


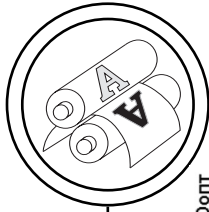
Рис. 1. Залежність оптичної густини від задрукованого матеріалу

але на різних друкарських машинах, та побудовано графічну залежність оптичної густини від виду паперу (рис. 1).

Як видно з рис. 1 глянцевого папіру UPM Finesse 170 г/м<sup>2</sup> має приведені значення оптичної густини максимально наближені до 1 (за еталонне значення прийнято 1). Дизайнерський папір Rives pale cream Linear 250 г/м<sup>2</sup> має значення оптичної густини, найбільш віддалене від еталонного. Отриманий результат підтверджує вплив шорсткості паперу на значення оптичної густини, адже папір UPM Finesse 170 г/м<sup>2</sup> має найменшу шорсткість, а от дизайнерський папір Rives pale cream Linear 250 г/м<sup>2</sup> має найбільше значення шорсткості, що й обумовило низьку оптичну густину зразків.

Для порівняльного аналізу ЦДМ було побудовано графічну залежність оптичної густини зразків від ЦДМ (рис. 2).

Серед зразків, надрукованих на Xerox iGen3, результат найближчий до еталонного показав зразок, надрукований на глянцевому папері UPM Finesse 170 г/м<sup>2</sup>, найгірший результат — дизайнерський картон Rives pale cream Linear 250 г/м<sup>2</sup>. Зразки, надруковані на цифровій друкарській машині Konica Minolta bizhub PRESS C7000 мають найбільший діапазон значень оптичної густини, від 1,57 до 2,53. Найкращий показник оптичної густини має глянцевого папіру UPM Finesse 250 г/м<sup>2</sup>, найгірший — папір UPM Finesse 130 г/м<sup>2</sup>, оскільки значення оптичної густини відбитку значно перевищує еталонне значення. Якщо аналізувати відбитки, отримані за допомогою друкарської машини Canon CLC 5151, то слід зазначити, що жоден зі зразків не наблизився до еталонного значення оптичної густини, однак найближчим до нього став відбиток, надрукова-



## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

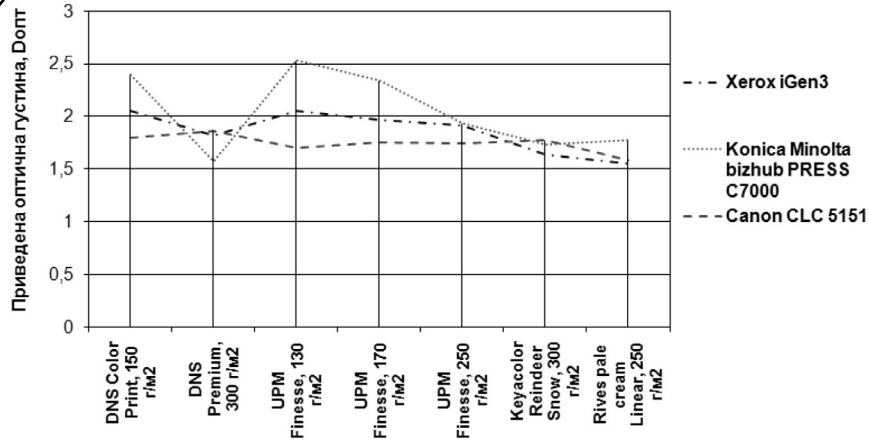


Рис. 2. Залежність оптичної густини від виду задрукованого матеріалу і ЦДМ

ний на матовому папері DNS Premium 300 г/м<sup>2</sup>, найгірший результат — дизайнерський папір Rives pale cream Linear 250 г/м<sup>2</sup>.

Градаційна передача є однією з найважливіших показників якості багатофарбового друку. Виходячи з отриманих результатів вимірювань проводимо порівняння градаційних кри-

вих для досліджуваних зразків: 1.1 — DNS Color Print, 150 г/м<sup>2</sup>, 1.2 — DNS Premium, 300 г/м<sup>2</sup>, 1.3 — UPM Finesse, 130 г/м<sup>2</sup>, 1.4 — UPM Finesse, 170 г/м<sup>2</sup>, 1.5 — UPM Finesse, 250 г/м<sup>2</sup>, 1.6 — Keyacolor Reindeer Snow, 300 г/м<sup>2</sup>, 1.7 — Rives pale cream Linear, 250 г/м<sup>2</sup> надрукованих на цифровій друкарській машині

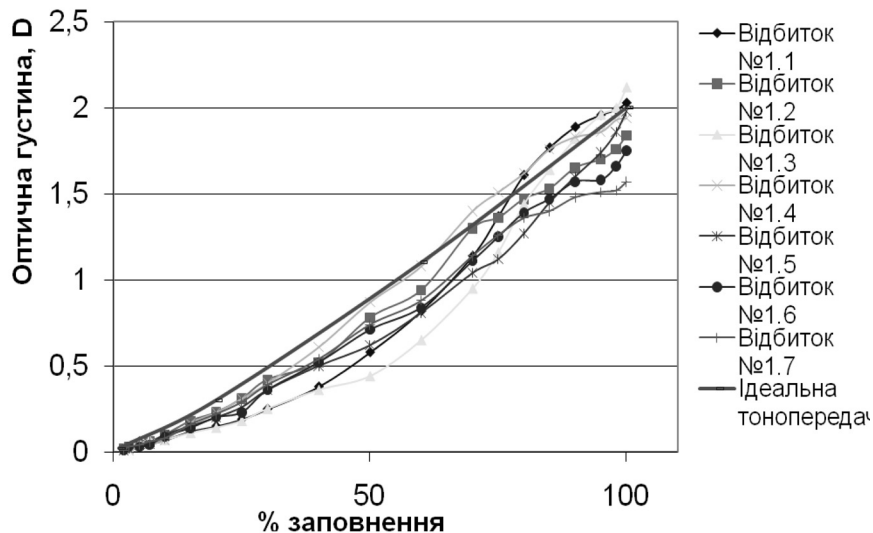


Рис. 3. Дослідження оптичної густини для аналізу градаційної точності на Xerox iGen3

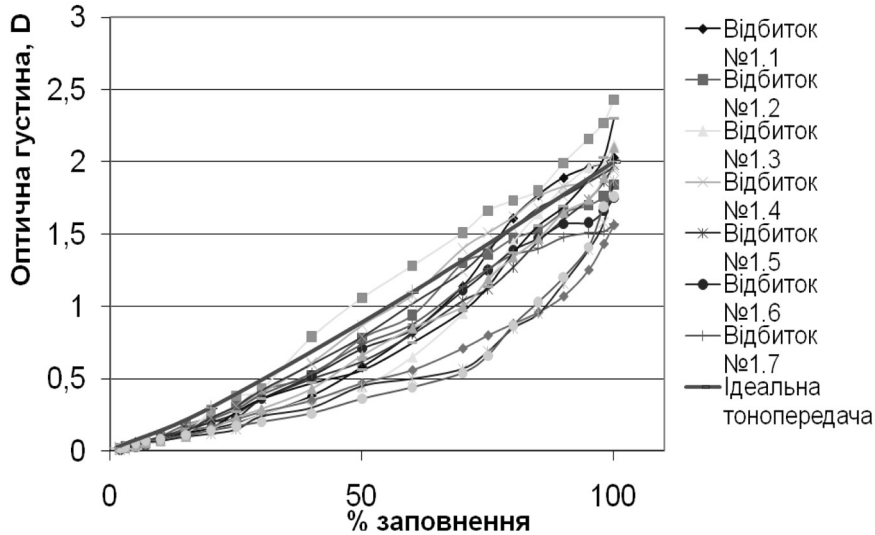
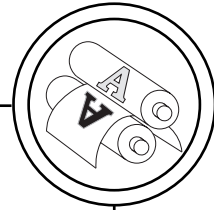


Рис. 4. Дослідження оптичної густини для аналізу градаційної точності для Konica Minolta bizhub PRESS C7000

Xerox iGen3 (рис. 3), Konica Minolta bizhub PRESS C7000 (рис. 4), Canon CLC 5151 (рис. 5).

З рис. 3 можна зробити висновок, що при зміні задрукова-

ного матеріалу спостерігаються незначні градаційні відхилення. Це говорить про те, що незалежно від виду паперу, цифрова друкарська машина Xerox iGen3 має достатньо рівномірну тоно-

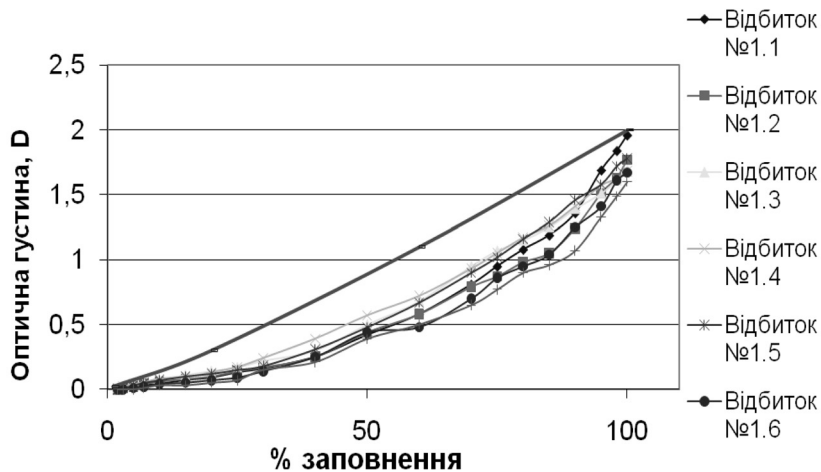
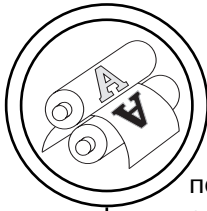


Рис. 5. Результати вимірювання оптичної густини для аналізу градаційної точності для Canon CLC 5151



передачу. Передача напівтонів, з точки зору наближення градаційної кривої до ідеальної тонопередачі, найкраща для відбитку надрукованому на глянцевому папері UPM Finesse 170 г/м<sup>2</sup>. Градаційне відхилення даного відбитку у світлі та тіні складає не більше 2 %.

Аналізуючи графік, можна зробити висновок, що при зміні паперу спостерігаються значні відхилення градаційної передачі. Для того, щоб досягти лінійної градаційної точності на ЦДМ Konica Minolta bizhub PRESS C7000, необхідно відрегулювати контрастність зображення, що друкується, аби уникнути різких переходів між градаціями.

Градаційну криву, найближчу до лінійної, можна побачити у відбитку надрукованому на глянцевому папері UPM Finesse 170 г/м<sup>2</sup>. На відбитках надрукованих на папері для зразків DNS Premium, 300 г/м<sup>2</sup>, Keyacolor Reindeer Snow, 300 г/м<sup>2</sup> та Rives pale cream Linear, 250 г/м<sup>2</sup> спостерігається непропорційна передача тонів та значне градаційне відхилення, що обумовлено неправильним відтворенням градацій. На цих відбитках зменшена насиченість кольорів.

При дослідженні градаційної точності на відбитках надрукованих на цифровій друкарській машині Canon CLC 5151 залишає бажати кращого, адже жоден зі зразків не наблизився до ідеальної тонопередачі. Але, якщо брати до уваги лінійність передачі градацій, то відбитки надруковані на папері UPM Finesse, 170 г/м<sup>2</sup> та UPM

Finesse, 250 г/м<sup>2</sup> мають найбільш прямолінійну криву, але зі зменшеним контрастом. Градаційна шкала на цих зразках темна, малоконтрастна, але з добрим відтворенням усіх ділянок тест-об'єкту. Найбільш нелінійну тонопередачу мають відбитки надруковані на папері Keyacolor Reindeer Snow, 300 г/м<sup>2</sup>.

Зробивши аналіз рис. 3–5, можна зробити висновок, що цифрова друкарська машина Xerox iGen3 має найбільш точну тонопередачу без різких переходів між градаціями. Що ж стосується машин Konica Minolta та Canon, то в обох випадках спостерігається значне градаційне відхилення. Градаційна шкала на відбитках, отриманих за допомогою цих машин темна, мало контрастна, насиченість кольорів зменшена. Покращити градаційну передачу в цьому випадку можна шляхом приведення машини до лінійної тонопередачі, для цього необхідно підібрати параметри та режими друку, які б забезпечили найменше спотворення градацій, що є дуже важкою роботою.

Вимірювання рівномірності друку проводилось за допомогою денситометра, після чого розраховується середнє арифметичне відхилення за формулою (2):

$$R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - D_{cp})^2}{n-1}}, \quad (2)$$

де R — показник рівномірності друку;  $D_i$  — значення оптичної густини  $i$ -го поля плашки;  $D_{cp}$  —



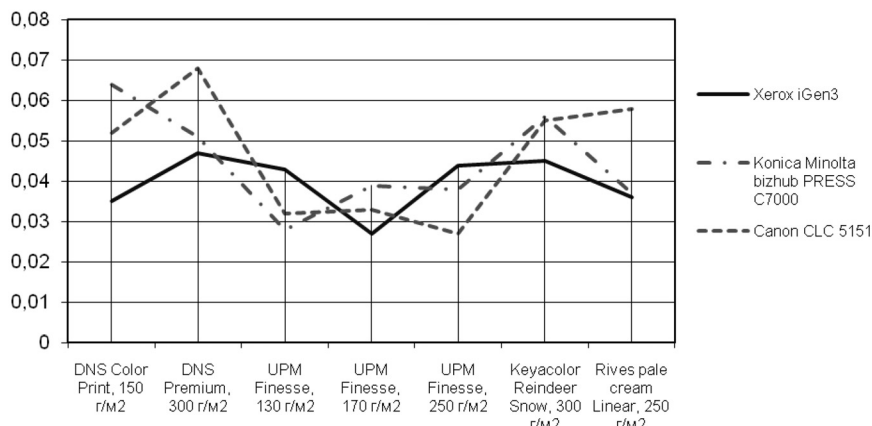
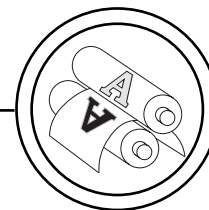


Рис. 6. Рівномірність друку на відбитках надрукованих на різних ЦДМ

середнє значення оптичної густини по всій довжині плашки;  $n$  — кількість полів плашки.

Плашка повинна бути рівномірно задрукована по всій довжині та ширині, а різниця оптичних густин не повинна перевищувати 0,05 Б [10]. В такому випадку, еталонне значення, відповідно до формули (2), складає  $R = 0,031$ .

Результати вимірювань рівномірності друку наведено на рис. 6.

Отже, як видно з рис. 6, відбитки з ЦДМ Xerox iGen3 мають рівномірний друк, найбільш наближений до еталонного значення (0,031), що не можна сказати про Konica Minolta та Canon, адже максимальне значення рівномірності друку даних машин перевищує позначку 0,06, що вдвічі більше від визначеного еталонного значення. Це може бути викликано різними причинами: властивостями тону, конструкцією друкарського апарату, швидкістю друку.

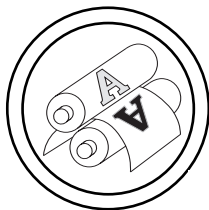
На тестових зразках, надрукованих за допомогою Konica

Minolta та Canon, помітний нерівномірний розподіл насиченості з місцями зафарбовування низької інтенсивності, а на відбитках надрукованих на DNS Color Print, 150 г/м<sup>2</sup> та DNS Premium, 300 г/м<sup>2</sup> смугастість плашки помітна навіть візуально. Це обумовлено нерівномірною подачею тону на задрукований матеріал.

Для визначення адгезії тону до паперу, плашку, задруковану 100 % чорним, піддають багаторазовому стиранню. Для цього, на тестовому зразку, обирається чорний квадрат, вимірюється його оптична густина ( $D_{\text{поч}}$ ), після чого, легким натисканням руки, за допомогою клаптику паперу, проводять стирання справа наліво та зліва направо (один цикл). Провівши 20 таких циклів повторно вимірюється оптична густина плашки ( $D_{\text{кін}}$ ). Адгезія тону розраховується за формулою (3):

$$A = \frac{D_{\text{кін}}}{D_{\text{поч}}} \times 100\%. \quad (3)$$





## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

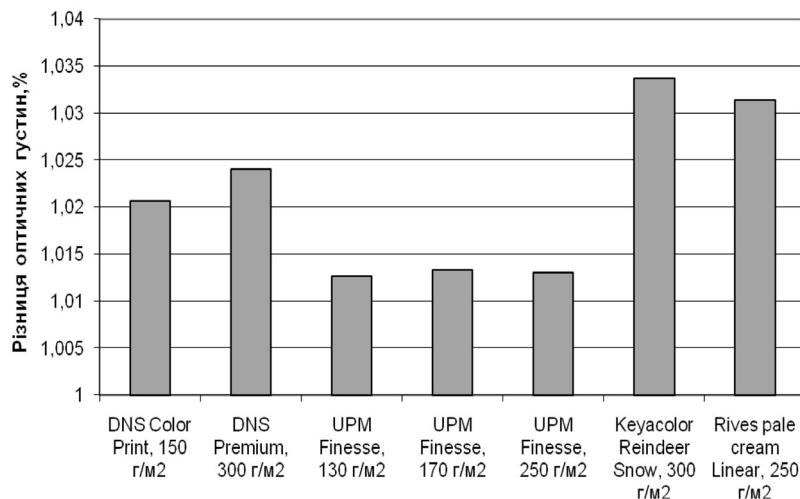


Рис. 7. Дослідження адгезії тонеру на різних задрукованих матеріалах

Якість закріплення вважається відповідною нормам, якщо різниця між значеннями кінцевої та початкової оптичної густини складає не більше 25 %.

Результати вимірювань адгезії тонеру до паперу наведено на рис. 7.

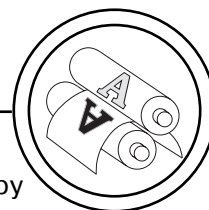
Отже, усі види паперу мають високі адгезійні властивості (висока всотуваність паперу, стійкість до стирання), однак гляцевий папір фірми UPM Finesse має найменшу різницю оптичних густин до та після стирання. Дизайнерські папери Keyacolor Reindeer Snow, 300 г/м<sup>2</sup> та Rives pale cream Linear 250 г/м<sup>2</sup> мають найменшу, порівняно з іншими зразками, адгезію тонера до паперу.

**Висновки**

Отже, за результатами об'єктивного та суб'єктивного аналізу зразків, отриманих за допомогою 21-го варіанту досліджуваних систем друку (7 видів паперу, 3 цифрові дру-

карські машини), можна зробити наступні висновки:

1. Отримані значення оптичної густини підтверджують вплив шорсткості паперу на якість друку, адже гляцевий папір UPM Finesse 170 г/м<sup>2</sup> має найменшу шорсткість, а дизайнерський папір Rives pale cream Linear 250 г/м<sup>2</sup> — найбільшу, що й обумовило низьку оптичну густину зразків. Аналізуючи вплив характеристик друкарських машин на значення оптичної густини, було зроблено висновок, що Xerox iGen3 має більш менш стабільне значення оптичної густини найбільш наближене до еталонного, що говорить про високий рівень системи проявлення. Що ж стосується зразків, надрукованих на Konica Minolta bizhub PRESS C7000 та Canon CLC 5151, то значення їх оптичної густини варіюється від 1,57 до 2,53, що обумовлено нерівномірною подачею тонера на задрукований матеріал.



2. Найбільш оптимальну градаційну тонопередачу було отримано на зразках, надрукованих на глянцевому папері UPM Finesse 170 г/м<sup>2</sup>. Виходячи з градаційних кривих друкарська машина Xerox iGen3 має найкращу тонопередачу без різких переходів між градаціями. На зразках машин Konica Minolta та Canon спостерігається спотворення градацій. Це свідчить про некоректно налаштовані параметри та режими друку.

3. Макронерівність поверхні зразків, надрукованих на папері фірми UPM Finesse має найменше значення, порівняно з іншими видами паперу, що значно перевищує еталонне значення. Суттєвим фактором в даному випадку є такі властивості паперу, як здатність до адсорбції та гладкість. Рівномірність задрукування відбитків на Xerox найбільш наближено до ідеальної, що не можна сказати про Konica Minolta та Canon рівномірність друку яких вдвічі перевищує еталонне значення. Це обумовлено конструкцією друкарського апарату, швидкістю

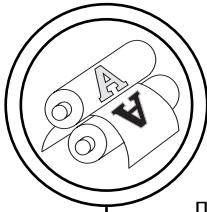
друку, властивостями тонера та нерівномірною подачею тонера на задрукований матеріал.

4. Усі тестові зразки придатні до подальших брошурувальних робіт, наприклад фальцювання, адже адгезія тонера до паперу відмінна для всіх зразків. Це свідчить про великі досягнення цифрового друку в області закріплення тонера на папері. Найменшу різницю оптичних густин має цифрова друкарська машина Canon CLC 5151.

5. Підводячи підсумок результатів експериментальних досліджень за такими показниками як оптична густина, градаційна передача та рівномірність друку, можна стверджувати, що зразки, надруковані на глянцевому папері UPM Finesse 170 г/м<sup>2</sup> та друкарській машині Xerox iGen3 мають найкращі показники якості. Це підтверджує вплив характеристик задрукованого матеріалу та ЦДМ на якість цифрового друку, адже технологічні властивості саме цих об'єктів досліджень виявились найоптимальнішими.

### Список використаної літератури

1. Оценка качества печати [Электронный ресурс] / Izoproekt. — Режим доступа : [http://www.izoproekt.ru/ozenka\\_kachestva\\_pechati/](http://www.izoproekt.ru/ozenka_kachestva_pechati/), вільний. — з екрану. — рос. мова.
2. Зуев П. А. Исследование цветовоспроизведения в цифровых системах цветной электрофотографии / П. А. Зуев, И. А. Сысуев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. — 2013. — № 3. — С. 204–213.
3. Сысуев И. А. Комплексная оценка цветового охвата цветовоспроизводящих систем / И. А. Сысуев, А. О. Пожарский, А. А. Захаренко // Омский научный вестник. — 2006. — № 9. — С. 107–110.
4. Сысуев И. А. Оценка цветового охвата системы печати посредством объема тела охвата цветов, вычисленного с учетом неоднородности цветового пространства / И. А. Сысуев, А. О. Пожарский // Известия вузов. Проблемы полиграфии и издательского дела. — 2006. — № 2. — С. 3–12.



5. Хомякова К. В. Разработка методики оценки качества цифровой печати : дис. ... канд. техн. наук : 05.02.13 / К. В. Хомякова. — Москва, 2006. — 169 с.

6. Хомякова К. В. К вопросу объективной оценки качества цифровой печати / К. В. Хомякова // Инженерная физика. — 2006. — № 1. — С. 59–64.

7. Хомякова К. В. Классификация показателей качества цифровой печати / К. В. Хомякова // Известия ВУЗов. Проблемы полиграфии и издательского дела. — 2005. — № 3. — С. 25–32.

8. Ming-Kai Tse, David J. Forrest, John C. Briggs. Automated Print Quality Analysis for Digital Printing Technologies / Ming-Kai Tse, David J. Forrest, John C. Briggs // Anniversary Pan-Pacific Imaging Conference / The Society of Electrophotography of Japan. — Tokyo, 1998.

9. Потапова К. В. К вопросу оценки качества цифровой печати / К. В. Потапова, Р. М. Уарова, А. В. Чуркин // Материалы Международной научно-практической конференции. — М. : МГУП, 2003. — С. 15–18.

10. Buczynski L. Special print quality problems of ink jet printers / L. Buczynski // NIP13: International Conference on Digital Printing Technologies / Seattle, Washington, 1997. — 848 p.

### References

1. Ocenka kachestva pechati [Elektronnyi resurs] / Izoproekt. — Rezhym dostupu : [http://www.izoproekt.ru/ozenka\\_kachestva\\_pechati/](http://www.izoproekt.ru/ozenka_kachestva_pechati/), vilnyi. — z ekranu. — ros. mova.

2. Zuev P. A. Issledovanie cvetovosproizvedenija v cifrovyyh sistemah cvetnoj jelektrofotografii / P. A. Zuev, I. A. Sysuev // Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tehnicheskie nauki. — 2013. — № 3. — S. 204–213.

3. Sysuev I. A. Kompleksnaja ocenka cvetovogo ohvata cvetovosproizvodjashhih sistem / I. A. Sysuev, A. O. Pozharskij, A. A. Zaharenko // Omskij nauchnyj vestnik. — 2006. — № 9. — S. 107–110.

4. Sysuev I. A. Ocenka cvetovogo ohvata sistemy pechati posredstvom objema tela ohvata cvetov, vychislennogo s uchedom neodnorodnosti cvetovogo prostranstva / I. A. Sysuev, A. O. Pozharskij // Izvestija vuzov. Problemy poligrafii i izdatel'skogo dela. — 2006. — № 2. — S. 3–12.

5. Homjakova K. V. Razrabotka metodiki ocenki kachestva cifrovoj pechati : dis. ... kand. tehn. nauk : 05.02.13 / K. V. Homjakova. — Moskva, 2006. — 169 s.

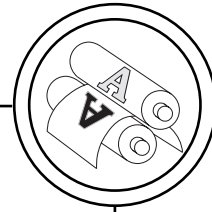
6. Homjakova K. V. K voprosu objektivnoj ocenki kachestva cifrovoj pechati / K. V. Homjakova // Inzhenernaja fizika. — 2006. — № 1. — S. 59–64.

7. Homjakova K. V. Klassifikacija pokazatelej kachestva cifrovoj pechati / K. V. Homjakova // Izvestija VUZov. Problemy poligrafii i izdatel'skogo dela. — 2005. — № 3. — S. 25–32.

8. Ming-Kai Tse, David J. Forrest, John C. Briggs. Automated Print Quality Analysis for Digital Printing Technologies / Ming-Kai Tse, David J. Forrest, John C. Briggs // Anniversary Pan-Pacific Imaging Conference / The Society of Electrophotography of Japan. — Tokyo, 1998.

9. Potapova K. V. K voprosu ocenki kachestva cifrovoj pechati / K. V. Potapova, P. M. Uarova, A. V. Churkin // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. — M. : MGUP, 2003. — S. 15–18.

10. Buczynski L. Special print quality problems of ink jet printers / L. Buczynski // NIP13: International Conference on Digital Printing Technologies / Seattle, Washington, 1997. — 848 p.



**В статье представлены результаты экспериментального исследования оптической плотности, тональной передачи, равномерности печати, адгезии тонера к бумаге на оттисках, изготовленных на цифровых печатных машинах Xerox iGen3, Konica Minolta bizhub PRESS C7000, Canon CLC 5151 с использованием различных видов бумаги: матовой DNS Color Print 150 г/м<sup>2</sup>, DNS Premium, 300 г/м<sup>2</sup>, глянцевой UPM Finesse 130 г/м<sup>2</sup>, UPM Finesse 170 г/м<sup>2</sup>, UPM Finesse, 250 г/м<sup>2</sup>, дизайнерской Keyacolor Reindeer Snow 300 г/м<sup>2</sup>, Rives pale cream Linear 250 г/м<sup>2</sup>.**

**Ключевые слова:** цифровая печать; контроль качества; оценка качества; оптическая плотность; цветовой охват; градационная точность.

**The results of experimental research of the optical density, tone rendition, nip pressure uniformity, toner adhesion to paper on prints, produced on digital presses Xerox iGen3, Konica Minolta bizhub PRESS C7000, Canon CLC 5151 using various types of paper (matte DNS Color Print 150 g/m<sup>2</sup>, DNS Premium 300 g/m<sup>2</sup>, glossy UPM Finesse 130 g/m<sup>2</sup>, 170 g/m<sup>2</sup>, 250 g/m<sup>2</sup>, design Keyacolor Reindeer Snow 300 g/m<sup>2</sup>, Rives pale cream Linear 250 g/m<sup>2</sup>) have been presented in the article.**

**Keywords:** digital printing; quality control; measuring quality; optical density; color gamut; gradation accuracy.

Рецензент — Ю. Ю. Віцюк, к.т.н.,  
доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 13.07.15