

УДК 655.3.022

Я. В. Зоренко*Видавничо-поліграфічний інститут НТУУ «КПІ»***МАТЕМАТИЧНИЙ ОПИС ВЗАЄМОДІЇ ПАРАМЕТРІВ
ПРОЦЕСУ РЕПРОДУКУВАННЯ
У ПЛОСКОМУ ОФСЕТНОМУ ДРУЦІ**

Встановлюються найсуттєвіші фактори процесу репродукування плоским офсетним друком та визначається взаємозв'язок градаційних, оптичних та кольорних властивостей системи «оригінал–відбиток». За допомогою регресійного аналізу визначається вплив режимів кольороподілу оригінал-макета у офсетному плоскому друці на оптичні властивості репродукції

Аналітична модель, параметри, репродукція, кольороподіл, оптична густина, офсетний плоский друк

Якісний плоский офсетний друк потребує забезпечення стабільного тоно- та кольоровідтворення тиражного відбитка, що можливе за допомогою засобів контролю і управління параметрами процесу репродукування на всіх етапах відтворення графічної інформації. Параметри контролю для плоского офсетного друку здебільшого залишаються незмінними, тобто дають можливість визначати та аналізувати стандартні показники якості, а саме оптичну густину, ступінь розтискування, кольорні відмінності.

Більшість наявних алгоритмів контролю та управління параметрами репродукції зводяться до процесу вимірювання та порівняння показників контрольної шкали (спеціально розробленої тест-форми) з еталонними значеннями, причому сам процес контролю застосовується при записі графічної інформації на формному матеріалі і в процесі друкування [3, 12].

Тоновий оригінал у процесі репродукування плоским офсетним друком проходить низку перетворень у системі «оригінал—відбиток». Також потрібно враховувати невеликий досвід практичного застосування новітніх технологій, наприклад, гібридних алгоритмів растрівання. Отож дослідження процесу репродукування із застосуванням новітніх технологій плоского офсетного друку та моделювання системи «оригінал–відбиток» для визначення впливу її параметрів на стабільність відтворення тиражного відбитка є актуальним напрямом досліджень.

Аналіз сучасних досліджень присвячених проблематиці процесу репродукування плоским офсетним друком виявив суттєвий інтерес науковців-дослідників до методів контролю за процесами поліграфічного відтворення графічного оригіналу та управлінню параметрами формного обладнання [2, 4, 8–11, 14].

Отож для встановлення характеру взаємодії параметрів системи «оригінал–відбиток» на підставі аналітико-математичного обґрунтування параметрів контролю процесу репродукування та теорії множин і комбінаторики [13] було

проаналізовано систему «оригінал–відбиток». Для подальшого розвитку технологічних основ управління процесом репродукування шляхом увиразнення аналітико-математичного виразу параметрів репродукції, згідно з теорією множин і комбінаторики систему «оригінал—відбиток» було подано як стохастичну та ієрархічну систему із низкою параметрів досліджуваного процесу репродукування, аналогу системи «оригінал–відбиток»:

$$R = \left\{ A \cup B \cup C \cup \left[\frac{B \cup C}{N} \right] \right\}, \quad (1)$$

де множина елементів: R — процес репродукування; A — процес підготовки оригінал-макета (підсистема «оригінал—фотоформа»); B — формний процес (підсистема «фотоформа—друкарська форма»); C — процес друкування (підсистема «друкарська форма—відбиток»); N — стохастичність (зниження якості) процесу репродукування.

Згідно з правилами комбінаторики [13] при додаванні та відніманні підмножин процес підготовки оригінал-макета (множина A), формний процес (множина B) та процес друкування (множина C) можна записати так:

$$A = \{O_1 \cap O_2 \cap O_3 \cap O_4\}, \quad (2)$$

$$B = \{O_4 \cap O_5\}, \quad (3)$$

$$C = \{O_5 \cap O_6\}, \quad (4)$$

де множина елементів A , B та C включає такі підмножини 1-го порядку: O_1 — тоновий оригінал; O_2 — цифровий оригінал; O_3 — растровий кольороподілений оригінал (цифрова кольоропроба); O_4 — фотоформа; O_5 — друкарська форма; O_6 — відбиток (репродукція).

Згідно з ієрархічною побудовою процесу репродукування було виділено такі підмножини 2-го рангу:

$$O_1 = \{D_1^{op} \cup K_1^{op} \cup Z_1^{op}\}, \quad (5)$$

$$O_2 = \{D_2^{op} \cup K_2^{op} \cup Z_2^{op} \cup X_2^{op}\}, \quad (6)$$

$$O_3 = \{D_3^{op} \cup K_3^{op} \cup Z_3^{op} \cup X_3^{op}\}, \quad (7)$$

$$O_4 = \{D_4^{op} \cup E_4^{op} \cup Z_4^{op} \cup X_4^{op}\}, \quad (8)$$

$$O_5 = \{D_5^{op} \cup E_5^{op} \cup Z_5^{op} \cup X_5^{op}\}, \quad (9)$$

$$O_6 = \{D_6^{op} \cup E_6^{op} \cup Z_6^{op} \cup X_6^{op}\}, \quad (10)$$

де D^{op} — градаційні характеристики; K^{op} — кольорні характеристики; E^{op} — спектральні характеристики; Z^{op} — структурні та геометричні характеристики; X_{op} — технологічні параметри (режими).

Застосовуючи вирази (5–10) елементів множини процесу репродукування R , та враховуючи взаємодію різних параметрів (2–4), процес репродуван-

ня (1) можна записати у вигляді, що описує стохастичність та ієрархічність системи «оригінал—відбиток»:

$$R = \{ \Delta d, \Delta s, d_{л.р.}, k_{р.к.}, \Delta E, k_{б.с.}, n_{р.з.}, x_{а.р.} \}. \quad (11)$$

Аналітичний вираз (11) описує взаємозв'язок параметрів управління і впливу репродукції як технологічного об'єкта: інтервал оптичної густини (Δd) або різниця між максимальною (d_{max}) та мінімальною оптичною густиною (d_{min}); величина спотворень відносної площі растрових елементів (Δs); лініатура растра ($d_{л.р.}$); режим кольороподілу ($k_{р.к.}$); колірні відмінності (ΔE); баланс «по-сірому» ($k_{б.с.}$); роздільна здатність вивідного пристрою ($n_{р.з.}$); алгоритм растрування ($x_{а.р.}$).

Вираз (11) увиразнює поліграфічну репродукцію як технологічний об'єкт — продукт технологічного процесу, що описується взаємодією зазначених параметрів, які піддаються контролю, і водночас, є факторами впливу — як технологічні параметри, які можна регулювати.

Для об'єктивної оцінки якості відтворення репродукції на різних етапах відтворення оригіналу запропоновано застосування методики визначення функції передачі модуляції (ФПМ) зображення [1]:

$$M_i^j = \frac{D_{i \max}^j - D_{i \min}^j}{D_{i \max}^j + D_{i \min}^j}, \quad (12)$$

де M_i^j — модуляція сигналу зображення на i -му носії інформації (оригінал, фотоформа, друкарська форма чи відбиток) та j -го кольору (чорно-біле чи повноколірне зображення); D_i^j — оптична густина (інтенсивність тону) i -го носія інформації та j -го кольору.

На основі виразів (2–4, 11) можна записати спрощену аналітичну модель процесу репродукування для прогнозування впливу відхилень показників системи «оригінал—відбиток» на величину ФПМ оригіналу (12) у процесі відтворення репродукції плоским офсетним друком [2]:

$$M_0 \geq \frac{1}{G_1} M_1 \leq \frac{1}{G_2} M_2 \leq \frac{1}{G_3} M_3, \quad (13)$$

де M_0, M_1, M_2, M_3 — ФПМ відповідно для оригіналу, фотоформи, друкарської форми та відбитка; G_1, G_2, G_3 — сукупність факторів, що впливають на коливання величини ФПМ відповідно у підсистемі «оригінал—фотоформа», «фотоформа—друкарська форма» та «друкарська форма—відбиток».

Застосовуючи нормовані значення оптичної густини для виразу (13) було обчислено межі варіювання коефіцієнта ФПМ, для підсистеми «оригінал—фотоформа» значення коефіцієнта ФПМ становить $M_0 = M_1 = 0,84 \dots 0,97$; для підсистеми «фотоформа—друкарська форма» — ФПМ становить $M_2 = 0,90 \dots 0,95$.

Найсуттєвішими чинниками (G) впливу на коефіцієнт ФПМ у підсистемах «оригінал—фотоформа» та «фотоформа—друкарська форма» згідно з виразом (11) є застосований режим кольороподілу (виражений за градаційним

діапазоном чорного кольору $S_{сп.к}$ при відтворенні нейтрально-сірих тонів) та формні технології (технології растрування і виготовлення друкарських форм). Отож встановлення закономірностей зміни коефіцієнта ФПМ в межах процесу репродукування може бути виражено кореляційним зв'язком між параметрами регресійного рівняння підсистеми «друкарська форма—відбиток» [6]:

$$M_3 = b_0 + b_1 \Delta d + b_2 \Delta s + b_3 \Delta E + b_4 k_{\sigma.c.} + b_{12} \Delta d \cdot \Delta s + \\ + b_{13} \Delta d \cdot \Delta E + b_{14} \Delta d \cdot k_{\sigma.c.} + b_{23} \Delta s \cdot \Delta E + b_{24} \Delta s \cdot k_{\sigma.c.} + b_{34} \Delta E \cdot k_{\sigma.c.} + \\ + b_{123} \Delta d \cdot \Delta s \cdot \Delta E + b_{124} \Delta d \cdot \Delta s \cdot k_{\sigma.c.} + b_{134} \Delta d \cdot \Delta E \cdot k_{\sigma.c.} + b_{234} \Delta s \cdot \Delta E \cdot k_{\sigma.c.} \quad (14)$$

Підсистема «друкарська форма—відбиток» є найбільш нестабільною, тому визначення меж варіювання коефіцієнта ФПМ для друкарського процесу (M_3) є доволі важливим.

На основі регресійного аналізу експериментальних даних [5, 7] та програмного забезпечення Microsoft Excel 2003 було розраховано математичну модель процесу репродукування у вигляді лінійного рівняння регресії для оцінки якості процесу репродукування за показником ФПМ зображення:

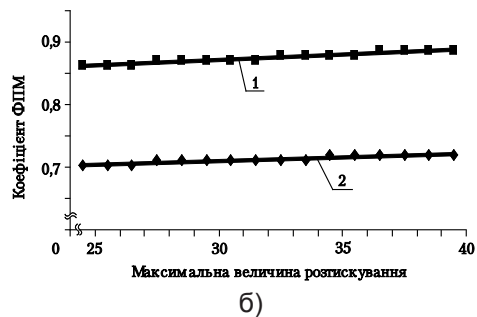
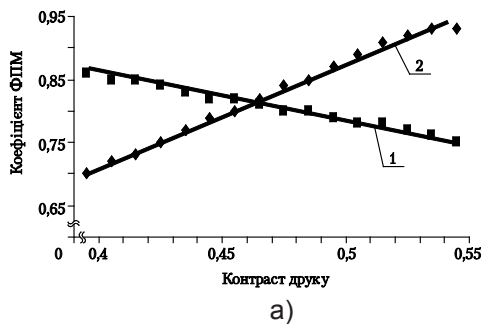
$$y = 0,821 + 0,030x_1 + 0,008x_2 - 0,01x_3 - 0,02x_4 - 0,008x_1x_3 + \\ + 0,008x_1x_4 - 0,008x_3x_4 + 0,101x_1x_3x_4, \quad (15)$$

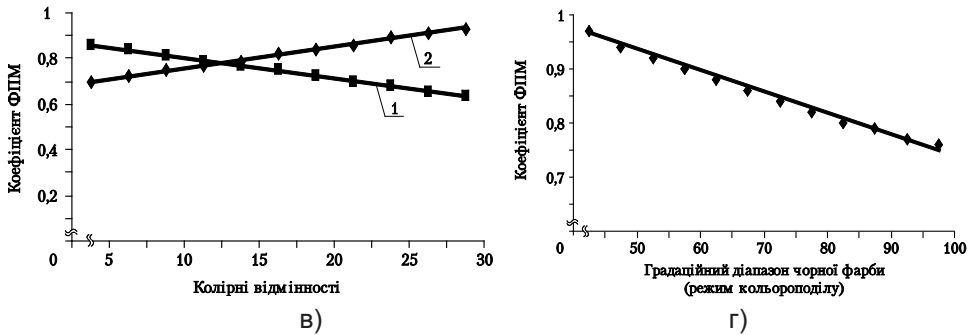
де умовні позначення регресійної моделі x_1 , x_2 , x_3 та x_4 відповідають параметрам підсистеми «оригінал—фотоформа» відповідно до контрасту зображення (K), максимальному розтискуванню растрового елемента (ΔS), колірним відмінностям (ΔE), режимам кольороподілу ($S_{сп.к}$).

Замінивши умовні позначення регресійної моделі x_1 , x_2 , x_3 та x_4 на параметри системи «оригінал-відбиток» отримуємо:

$$M = -1,7164 + 5,3483 \cdot K + 0,0011 \cdot \Delta S + 0,1431 \cdot \Delta E - 0,0316 \cdot S_{сп.к} - \\ - 0,2992 \cdot K \cdot \Delta E - 0,0671 \cdot K \cdot S_{сп.к} - 0,002 \cdot \Delta E \cdot S_{сп.к} + 0,0041 \cdot K \cdot \Delta E \cdot S_{сп.к}. \quad (16)$$

Побудоване регресійне рівняння (16) дає можливість визначити характер впливу найголовніших параметрів процесу репродукування на якість відтворення нейтрально-сірих тонів у системі «оригінал—відбиток», що визначається за допомогою розрахунку коефіцієнта ФПМ репродукції (див. рисунок, а–г).





Вплив параметрів процесу репродукування на коефіцієнт ФПМ зображення оригіналу:

- а — контраст друку (K); б — максимальна величина розтискування (ΔS);
- в — колірні відмінності (ΔE); г — режим кольороподілу ($S_{гр.к.}$);
- 1 — GCR Maximum (градаційний діапазон чорного кольору $S_{гр.к.} = 98\%$);
- 2 — UCR (градаційний діапазон чорного кольору $S_{гр.к.} = 45\%$)

Згідно з рисунком, а–в, для різних режимів кольороподілу при зростанні показників колірних відмінностей та контрасту друку значення коефіцієнта ФПМ для режиму GCR Maximum знижуватиметься, а для режиму UCR, навпаки збільшуватися. Це пояснюється більшим показником градаційного діапазону чорного кольору ($S_{гр.к.}$), наприклад, для режиму GCR Maximum, який при синтезі темних тонів нейтрально-сірого тону складається переважно з чорної фарби, що значно ускладнює можливість управління якістю репродукції в умовах зниженої стабільності процесу друкування.

Аналіз залежності величини коефіцієнта ФПМ від режиму кольороподілу (див. рисунок, г) дає можливість констатувати, що максимальний ФПМ із наявними мінімальними впливами інших операторів забезпечується при застосуванні режиму UCR.

Отже, на підставі застосування теорії множин та правил комбінаторики було розвинуто технологічні основи репродукування шляхом встановлення найбільш суттєвих параметрів, що впливають на якість відтворення інформації у системі «оригінал–відбиток»: інтервал оптичної густини (Δd); величина спотворень відносної площі растрових елементів (Δs); лініатура растра ($d_{л.р.}$); режим кольороподілу ($k_{к.р.}$); колірні відмінності (ΔE); баланс «по-сірому» ($k_{б.с.}$); роздільна здатність вивідного пристрою ($n_{р.з.}$); алгоритм растрування ($x_{а.р.}$).

Розроблена модель технологічного процесу репродукування плоским офсетним друком дає можливість прогнозувати вплив відхилень системи «оригінал–відбиток» на стабільність відтворення оптичних властивостей тонового оригіналу. Розв’язок регресійного рівняння визначив максимальний коефіцієнт ФПМ, який становить $M_3 = 0,97$ і забезпечується режимом кольороподілу UCR при значенні $S_{гр.к.} = 0,45\%$.

1. Андреев Ю. Функция передачи модуляции для оценки полиграфических репродукционных систем / Ю. Андреев, Т. Макеева. // Полиграфия. — 2007. — № 4. — С. 30–32.
2. Величко О. М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту: моногр. / О. М. Величко. — К.: Вид.-полігр. центр «Київський політехнік», 2005. — 264 с.
3. Гудилин Д. Денситометрия в офсетной печати [Электронный ресурс] / Д. Гудилин // Компьюарт. — 2003. — № 1. — Режим доступа до журн.: <http://compuart.ru/Article.aspx?id=8351>.
4. Дыдышко С. И. Разработка метода контроля качества печатных оттисков с использованием объемного моделирования печатных изображений: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук С. И. Дыдышко — М.: МГУП, 2009. — 22 с.
5. Зоренко Я. В. Вплив технологічних параметрів репродукування на тоно- та кольоровідтворення / Я. В. Зоренко // Квалілогія книги: тези доп. — Львів: Укр. акад. друкарства, 2010. — С. 18–19.
6. Зоренко Я. В. Методика регресійного аналізу для оцінки чинників управління у системі «оригінал–відбиток» / Я. В. Зоренко // Технол. і техн. друкарства (НТУУ «КПІ»). — 2009. — № 4(26). — С. 47–52.
7. Зоренко Я. В. Репродукційно-графічні характеристики тиражних відбитків / Я. В. Зоренко, О. М. Величко // Упаковка. — №2. — 2011. — С. 48–51.
8. Каныгин Н. И. Цветовоспроизведение изобразительной информации репродукционными системами / Н. И. Каныгин. — М.: МГУП, 1998. — 188 с.
9. Панкин П. В. Разработка методики анализа точностных и скоростных характеристик фото- и формовыводных устройств: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук / П. В. Панкин — М.: МГУП, 2006. — 22 с.
10. Пожарский А. О. Разработка метода оптимизации цветовых характеристик триады для цветной печати: дис. ... канд. техн. наук / А. О. Пожарский — М.: МГУП, 2007. — 240 с.
11. Снежко Е. В. Разработка методики автоматизированной настройки устройств записи полиграфического изображения: автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук / Е. В. Снежко — М.: МГУП, 2006. — 19 с.
12. Стефанов С. Цвет ready-made или Теория и практика цвета / С. Стефанов, В. Тихонов. — М.: РепроЦентр М, 2005. — 320 с.
13. Штефтель З. Г. Теорія ймовірності / З. Г. Штефтель. — К., 1994.
14. Sevryugin V. Studying the influence of the recording process factors on the half-tone dots quality parameters / V. Sevryugin, Y. Andreev // International Circular of Graphic Education and Research. — 2008. — No.1. — P. 29–34.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РЕПРОДУЦИРОВАНИЯ В ПЛОСКОЙ ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТИ

Определяются существенные факторы процесса репродуцирования плоской офсетной печатью и взаимосвязь градационных, оптических и цветностных свойств системы «оригинал–оттиск». С помощью регрессионного анализа определяется влияние режимов цветodelения оригинал-макета в офсетной плоской печати на оптические свойства репродукции

INVESTIGATION OF PARAMETERS INTERACTION OF REPRODUCTION PROCESSES IN OFFSET PRINTING

The main parameters in offset printing reproductions processes and interaction between optical, halftone and color properties in the system «original—print» were considered. The influencing of color separation mods at tone image processing to optical properties of offset printing was defined by using the method of regressive analysis

Стаття надійшла 13.09.2012

УДК 681.0.06.063

Б. В. Дурняк, Р. Б. Стахів
Українська академія друкарства

ФОРМАЛІЗАЦІЯ ОПИСУ ІНФОРМАЦІЙНИХ СКЛАДОВИХ ГРАФІЧНИХ ЗАСОБІВ ЕТИКЕТОК

Досліджуються інформаційні параметри етикетки, що відіграють особливу роль у її формуванні. Аналізуються текстові описи, які використовуються на етикетці.

Етикетка, текстовий опис, інформація, реклама

Окрім графічних складових частин, етикетка вміщує також інформаційні, які відіграють одну з ключових ролей у забезпеченні захисту споживача, що є основною ціллю гарантування безпеки етикетці. Кожний параметр, що описує продукт x_i , являє собою деякий текстовий опис $j(x_{ij})$, який вміщує числові значення окремих показників або одного показника x_{ij} , який описується в $j(x_{ij})$. Для споживача основне значення має $j(x_{ij})$, яке подається у вигляді тексту, а не як деяка абстракція, що ідентифікує відповідний параметр. Отож формування інформаційних параметрів на етикетці є першочерговим завданням. У цьому разі потрібно розв'язувати такі задачі, що відображають особливості використання етикетки, як деякого документа та проблеми захисту споживача від неякісного продукту:

опис параметрів продукту, що розміщуються на етикетці через її обмежені розміри, має бути мінімальним за розмірами, але при цьому, повинен вміщувати всю інформацію про параметр, яка необхідна споживачу, для прийняття адекватного рішення про можливість використання цього продукту;

опис параметра $j(x_{ij})$ продукту x_i має бути сформований у такому вигляді, який для споживача є повністю зрозумілим, незважаючи на те, що споживач не є фахівцем з виробництва відповідного продукту, цю особливість подання $j(x_{ij})$ називатимемо приязним для споживача описом, що позначатимемо $h[j(x_{ij})]$;

при формуванні описів параметрів, необхідно такі описи $\{j(x_{ij}), \dots, j(x_{ij+m})\}$ складати так, щоб структура такого опису була пов'язана зі змістом або семантикою текстових описів, що описується у формі такого співвідношення:

$$S\{h[j(x_{ij}), \dots, j(x_{ij+m})]\} = \mathcal{F}\{j(x_{ij}), \dots, j(x_{ij+m})\},$$

де $S\{h[j(x_{ij}), \dots, j(x_{ij+m})]\}$ — опис структури текстового відображення, а $\mathcal{F}\{j(x_{ij}), \dots, j(x_{ij+m})\}$ — семантичні особливості сукупності текстових описів;

потрібно розв'язувати задачу використання додаткових символів для опису параметрів продукту, які були б визнані стандартними при відображенні тих чи інших семантичних сутностей, що полягає у розширенні граматики, яка використовується для опису $j(x_{ij})$;