

*М. В. Шовгенюк*

*Інститут фізики конденсованих систем НАН України*

*Н. В. Занько, М. Р. Крик*

*Українська академія друкарства*

## **ОПТИМАЛЬНЕ СПІВВІДНОШЕННЯ ТРІАДНИХ ФАРБ ДЛЯ ВІДТВОРЕННЯ НЕЙТРАЛЬНО-СІРИХ КОЛЬОРІВ НА ДРУКАРСЬКОМУ ВІДБИТКУ**

*Описано метод розрахунку оптимального співвідношення кольорових тріадних фарб, що забезпечує відтворення на кольоровій репродукції нейтрально-сірих кольорів. Новий метод реалізовано у спеціалізованій комп'ютерній програмі «ІСаS КолірДрук-1».*

*Тріадні фарби, нейтрально-сірі кольори, кольороподіл, комп'ютерна програма*

У поліграфічних технологіях кольорове зображення, призначене для тиражування, в процесі кольороподілу на стадії додрукарської підготовки форм необхідно розділити на основні складові частини: чотири кольори СМУК — голубий (Cyan), пурпурний (Magenta), жовтий (Yellow), чорний (Key, Black), оскільки саме вони використовуються в друці для отримання кольорових зображень.

Теоретично, чорного кольору в поліграфії не має повинно, оскільки його можна отримати накладанням трьох основних фарб (C, M, Y), взятих у визначених кількостях відповідно до «балансу за сірим». Проте практика показала, що навіть при незначному порушенні балансу фарб утворюється темно-коричневий відтінок. Отож було введено чорну, так звану контурну фарбу.

Використання чорної фарби забезпечує:

передачу контурного зображення, отриманого в результаті нерізкого маскуваня;

економію кольорових фарб через їх заміну чорною в кількості, яку допускає величина ахроматичної складової частини трьохфарбового синтезу;

збільшення загального контрасту ілюстрації внаслідок розширення інтервалу оптичних щільностей ахроматичних кольорів [5].

Уведення чорної фарби в репродукцію зумовило потребу створення різних технологій кольороподілу, пов'язаних зі способами виготовлення фотоформ для чорної фарби. Тепер існує багато наукових праць [8; 12; 19–20], в яких розглядаються способи мінімізації кількості кольорових фарб.

Найбільше застосовуються такі технології:

1. Кольороподіл зі «скелетною» градацією чорного.

2. Технологія ICR (GCR, Gray Component Replacement).

3. Технологія UCR (Under Color Removal).

При використанні першої технології відбувається накладання чорної фарби поверх тріадних на найтемніших ділянках. У результаті частка чорного досягає 400%: по 100% на кожний колір, тому кожен віддрукований аркуш доводиться ретельно просушувати, щоб не відбулося перетискування зображення на наступний аркуш. Для офсетного друку такий спосіб не використовується.

Суть технології UCR (віднімання «з-під чорного») полягає в заміні трьох кольорових фарб тріади, наявних в одному елементі кольорового оригіналу, на відповідну кількість чорної фарби. Під час друкування темних кольорових зображень виникають проблеми в найтемніших місцях зображення, тому кількість тріадних фарб зменшують саме в тих місцях, де буде нанесена чорна фарба. Отож метод отримав таку назву.

Технологія ICR заснована на тому, що сіра компонента є практично в усіх відтінках кольорового зображення за винятком чистих кольорів, а не тільки в темних нейтральних тонах. У системі ICR відтінки створюються лише трьома або меншою кількістю фарб, причому одна з них — завжди чорна. При максимальному варіанті технології ICR граничний рівень фарб не перевищує 300% [4–5].

Для уникнення перезволоження паперу, в налаштування кольороподілу вводяться обмеження на максимально допустиму кількість фарби (TAC — total inks coverage), що наноситься на папір. Розрахунок кількості фарб є простим. Якщо кількість кожної фарби може змінюватися від 0 до 100%, то їх максимальна загальна кількість становитиме 400%. Теоретично це можливо. Програма обробки графіки Adobe Photoshop [7] дозволить створити колір C100M100Y100K100, але на практиці такі значення ніколи не використовуються, як оптимальний варіант пропонується значення 300%. У програмному модулі CFM для здійснення процесу кольороподілу для системи Macintosh OS X від фірми Kodak за замовчуванням встановлено значення TAC — 310 % [16].

Значення максимально допустимої кількості фарби залежить від типу паперу. Що гіршою є якість паперу і більшою її вбирна здатність, то сильніше потрібно обмежувати кількість фарби, що наноситься.

Під час друкування на високоякісному крейдованому папері за рекомендацією ЕСІ безпечно збільшити максимальну кількість фарб до 330 % [13]. При друкуванні на некрейдованому офсетному папері — 320%-ва межа [15]. Ліміт максимальної кількості фарб за американським стандартом для рулонного офсетного друку SWOP становить 300% при лініатурах 133–150 lpi [18]. Також американський стандарт, але для потреб аркушевого високоякісного кольорового друку GRACoL версії 7, 2007 р. подає оптимальні значення TAC залежно від лініатури [11]. Зокрема, для 175 lpi максимальну кількість фарб збільшено до 340 %. Таке ж значення TAC подає у своїх рекомендаціях німецька компанія Heidelberg [11].

Найвище значення допустимого сумарного ліміту фарб наводиться у стандарті ISO 12647:2 для комерційного аркушевого друку і становить 350 % при лінійності до 200 lpi [17]. При друкуванні на газетному папері рекомендується знизити граничну кількість фарб до 240 % [14].

У роботі описано метод розрахунку співвідношення тріадних фарб для відтворення нейтрально-сірих кольорів на репродукції.

Відтворення нейтрально-сірих кольорів на відбитку однією чорною фарбою описується рівнянням:

$$C_k^{(1)} = K + (W - K)(1 - S_K^{(1)}), \quad (1)$$

де  $C_k^{(1)} (R_k^{(1)} = G_k^{(1)} = B_k^{(1)})$  — координати кольору  $k$ -ого поля градаційної шкали,  $K (0, 0, 0)$  — вектор кольору «ідеальної» чорної фарби,  $W (R_W, G_W, B_W)$  — вектор кольору білого ( $R_W = G_W = B_W$ ) паперу,  $S_K^{(1)}$  — відносна площа растрових елементів чорної фарби.

Для загального випадку чотирифарбового друку відтворення нейтрально-сірих кольорів на відбитку описується векторним рівнянням:

$$C_k^{(2)} = \begin{bmatrix} R_k \\ G_k \\ B_k \end{bmatrix} = W \left( 1 - S_K^{(2)} \right) \begin{bmatrix} 1 - S_C \\ 1 - S_M \\ 1 - S_Y \end{bmatrix}, \quad (2)$$

де  $S_K^{(2)}$  — відносна площа растрових елементів чорної фарби,  $S_C, S_M, S_Y$  — відносні площі растрових елементів «ідеальних» тріадних фарб. Формула (2) описує загальний перехід від адитивної моделі  $RGB$  до субтрактивної моделі  $CMYK$  [9].

На основі рівнянь (1) і (2) за умови  $R_k^{(1)} = R_k^{(2)}, G_k^{(1)} = G_k^{(2)}, B_k^{(1)} = B_k^{(2)}$  отримуємо розв'язки для випадку «ідеальних» кольорових тріадних фарб:

$$S_i = \frac{S_K^{(1)} - S_K^{(2)}}{1 - S_K^{(2)}}, \quad \text{де } i = C, M, Y. \quad (3)$$

Під час проведення аналізу генерування чорної фарби в програмі Adobe Photoshop, отримано градаційні криві чорної фарби для всіх стандартних режимів кольороподілу (Light, Medium, Heavy), які описуються в загальному випадку формулою:

$$S_K^{(2)} = \left( \frac{X_k - S_{\min}}{1 - S_{\min}} \right)^n, \quad S_{\min} \leq X_k \leq 1; \quad S_K < S_{\min}, \quad (4)$$

де  $S_{\min}$  — граничне значення відносної площі растрових елементів кольорових тріадних фарб, з якого починається градаційна крива чорної фарби,  $n$  — показник нелінійності градаційної кривої чорної фарби.

Для отримання формули для визначення максимальної кількості кольорових тріадних фарб, формулу (4) підставлено у формулу (3), приймаючи, що  $S_K^{(1)} = S_K = X_k$  — нейтрально-сірий еквівалент кольорової фарби:

$$\frac{1}{3} \max(S_C + S_M + S_Y) = \lim_{X_k \rightarrow 1} \frac{X_k - \left( \frac{X_k - S_{\min}}{1 - S_{\min}} \right)^n}{1 - \left( \frac{X_k - S_{\min}}{1 - S_{\min}} \right)^n} = \frac{(n-1 + S_{\min})}{n} \quad (5)$$

Отримана формула важлива тим, що для обраного режиму формування каналу чорної фарби можна визначити оптимальне співвідношення кольорових тріадних фарб, які забезпечують відтворення на кольоровій репродукції нейтрально-сірих кольорів.

Проаналізуємо оптимальне співвідношення кольорових і чорної фарб на прикладі стандартних режимів кольороподілу зображення в програмі Adobe Photoshop. На рис.1 наведено типові нелінійні характеристики чорної і кольорових фарб для стандартних режимів кольороподілу зображення.

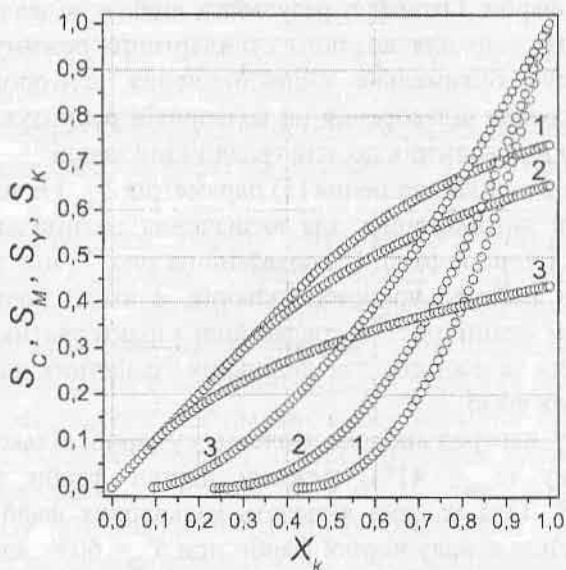


Рис. 1. Стандартні режими кольороподілу зображення «ідеальними» тріадними фарбами:

- 1 — світлий (light),  $S_{\min} = 0,425$ ,  $n = 2,2$ ;
- 2 — середній (medium),  $S_{\min} = 0,235$ ,  $n = 2,2$ ;
- 3 — темний (heavy),  $S_{\min} = 0,095$ ,  $n = 1,6$

У світлому (light) режимі чорна фарба використовується лише з половини ( $S_{\min} = 42,5\%$ ) градаційної шкали нейтрально-сірих кольорів. В області темних кольорів зі збільшенням кількості чорної фарби пропорційно зменшується частка кольорових тріадних фарб. У граничному випадку

100%-ого використання чорної фарби з формули (5) отримуємо, що для відтворення чорного кольору рівна частка кожної «ідеальної» кольорової фарби повинна мати 73,9 %, що в сумі трьох фарб становить 222 %.

Суттєво відрізняється картина відтворення нейтрально-сірих кольорів у темному (heavy) режимі. Тут чорна фарба з'являється, вже починаючи зі світлих ( $S_{\min} = 9,5\%$ ) нейтрально-сірих кольорів. Наявність чорної фарби практично по всій градаційній шкалі приводить до використання значно меншої кількості кольорових тріадних фарб для відтворення на відбитку нейтрально-сірих кольорів, ніж у світлому (light) режимі. У цьому разі, для відтворення чорного кольору при 100 % використанні чорної фарби, частка кожної кольорової фарби відповідно до формули (5) становить вже 43,4 %, що в сумі трьох фарб дорівнює 130 %.

Для середнього (medium) режиму при відтворенні максимально чорного кольору, частка кожної кольорової фарби становить 65,2 % і, відповідно всіх трьох фарб — 196 %. Таким чином, відтворення на кольоровій репродукції того ж самого максимально чорного кольору досягається різними кількостями кольорових тріадних фарб залежно від вибору режиму формування градаційної кривої чорної фарби. Отримані результати аналізу «ідеальних» тріадних фарб підтверджують, що для кожного стандартного режиму використання чорної фарби існує оптимальне співвідношення кольорових фарб, яке забезпечує збалансоване відтворення на кольоровій репродукції нейтрально-сірих і близьких до них кольорів по всій градаційній шкалі.

Отримане вище співвідношення (5) параметрів  $S_{\min}$  і  $n$  чорної фарби має важливе практичне використання для визначення оптимального співвідношення кольорових і чорної фарб. Як показано на рис. 2, між параметром  $S_{\min}$  градаційної шкали нейтрально-сірих кольорів, з якого починається чорна фарба, і показником нелінійності  $n$  градаційної характеристики чорної фарби існує строго лінійна залежність для довільних граничних значень сумарної кількості кольорових фарб.

Для прикладу, наперед вибране значення сумарної кількості фарб 240 % відповідає світлому ( $S_{\min} \approx 41\%$ ) режиму чорної фарби з коефіцієнтом нелінійності  $n = 3$ . Така ж сама кількість кольорових фарб необхідна для світлішого зображення каналу чорної фарби при  $S_{\min} \approx 60\%$ , але при меншому значенні ( $n = 2$ ) коефіцієнта нелінійності градаційної кривої (5).

Суттєве зменшення сумарної кількості тріадних фарб для збалансованого відтворення на відбитку нейтрально-сірих кольорів і, відповідно, економія кольорових друкарських фарб досягається в результаті використання режимів з великим вмістом чорної фарби. Як видно з рис. 2, при сумарному значенні кольорових фарб 150 %, реальні значення параметра  $S_{\min}$  відповідають коефіцієнту нелінійності  $n$  градаційної кривої чорної фарби в межах 1,4-1,9. На стадії додрукарської підготовки форм завжди існує компроміс стосовно вибору оптимальних параметрів  $S_{\min}$  і  $n$  чорної фарби. З одного боку, для параметра  $S_{\min}$  є обмеження, оскільки відтворення світлих нейтрально-



сірих кольорів на репродукції технологічно доцільно виконувати виключно кольоровими фарбами. З другого боку, можливість зменшення сумарної кількості тріадних фарб у тінях кольорової репродукції має важливе практичне значення, як чинники підвищення якості друку.

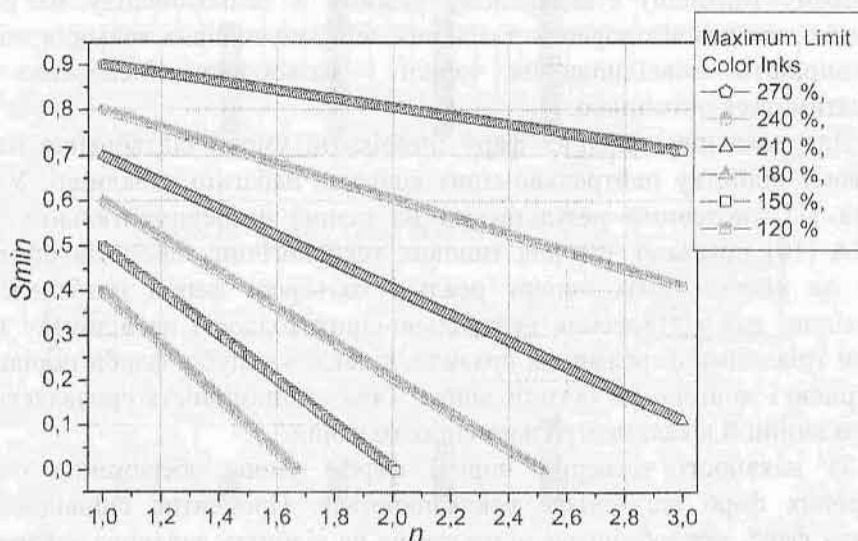


Рис. 2. Оптимальне співвідношення максимальної кількості «ідеальних» кольорових фарб залежно від параметрів  $S_{\min}$  і  $n$  чорної фарби

Отримані результати аналізу оптимального співвідношення максимальної кількості «ідеальних» фарб можна узагальнити на випадок використання реальних тріадних фарб. Найсуттєвішими чинниками, які потрібно враховувати при виборі оптимального співвідношення чорної і кольорових тріадних фарб, є незбалансованість реальних кольорових фарб при відтворенні на репродукції нейтрально-сірих кольорів по всій градаційній шкалі та значно більший інтервал нейтрально-сірих кольорів чорної фарби порівняно з кольоровими.

Для аналізу чотирифарбового друку реальними тріадними фарбами виходитимемо із загальних рівнянь (1) і (2) «ідеальних» фарб. З огляду на повну збалансованість «ідеальних» фарб довільний нейтрально-сірий колір градаційної шкали відтворюється рівними кількостями голубої (C), пурпурної (M) і жовтої (Y) фарб. Якщо вибрати нейтрально-сірий колір з ахроматичною координатою  $X_K$ , то такий колір може бути відтворений на друкарському відбитку різними комбінаціями чорної і кольорових фарб. У разі «ідеальних» фарб єдиною умовою відтворення на друкарському відбитку ідентичних нейтрально-сірих кольорів згідно з рівнянням (2) є збереження постійного значення добутків відносних площ растрових елементів чорної  $S_K$  і кожної кольорової  $S_i$  фарб:  $(1 - S_K)(1 - S_i) = \text{const}$ . На гістограмі (рис. 3, а) наведено

сім варіантів відтворення нейтрально-сірого кольору на відбитку поля шкали  $X_k = 0,6$  при лінійному зменшенні частки чорної фарби. Тоді, за умовою збереження ідентичності нейтрально-сірих кольорів, рівні частки кольорових триадних фарб збільшуються пропорційно степені  $1/2$ . Варіант  $N = 5$  відповідає середньому (medium) стандартному режиму 2 кольороподілу на рис. 1. Очевидно, що для відтворення довільних нейтрально-сірих кольорів загальна закономірність співвідношення чорної і кольорових «ідеальних» фарб залишатиметься незмінною.

Для реальних триадних фарб інваріантні умови відтворення на друкарському відбитку нейтрально-сірих кольорів набагато складніші. У праці авторів [1] числовими результатами на основі експериментальних даних FOGRA [10] показано, що для типових технологічних процесів офсетного друку на різних типах паперу реальні кольорові фарби незбалансовані. Відповідно, для відтворення нейтрально-сірих кольорів на відбитку кольоровими триадними фарбами, як правило, кількість голубої фарби порівняно з пурпурною і жовтою має бути більшою. Така закономірність проявляється по всій градаційній шкалі нейтрально-сірих кольорів.

За наявності четвертої чорної фарби умови збереження балансу кольорових фарб ще більше ускладнюються. Процентне співвідношення триадних фарб, яке забезпечує відтворення на відбитку заданого нейтрально-сірого кольору, можна отримати на основі розв'язку системи нелінійних автотипних рівнянь:

$$\begin{cases} f_1(1 - S_C, 1 - S_M, 1 - S_Y; S_K = X_k) = I_k \\ f_2(1 - S_C, 1 - S_M, 1 - S_Y; S_K = X_k) = I_k, \\ f_3(1 - S_C, 1 - S_M, 1 - S_Y; S_K = X_k) = I_k \end{cases} \quad (6)$$

де функції  $f_1, f_2, f_3$  у вигляді розкладу за добутками  $(1 - S_i)$ ,  $(1 - S_i)(1 - S_j)$ ,  $(1 - S_C)(1 - S_M)(1 - S_Y)$  визначаються базовими векторами кольорових триадних фарб та їх подвійного і потрійного накладання, які характеризують вибрані технологічні умови друку та тип паперу [2].

На рис. 3 б-г наведено обчислені на основі системи рівнянь (6) гістограми відносного співвідношення триадних фарб за даними Fogra 27 для типових умов офсетного друку на крейдованому папері (тип 1, 2), які необхідні для відтворення на друкарському відбитку еквівалентних варіантів нейтрально-сірих кольорів полів шкали  $X_k = 0,25; 0,5; 0,75$ . Для порівняння подано також гістограми співвідношення «ідеальних» кольорових фарб для відтворення на відбитку нейтрально-сірого кольору поля  $X_k = 0,5$  градаційної шкали.

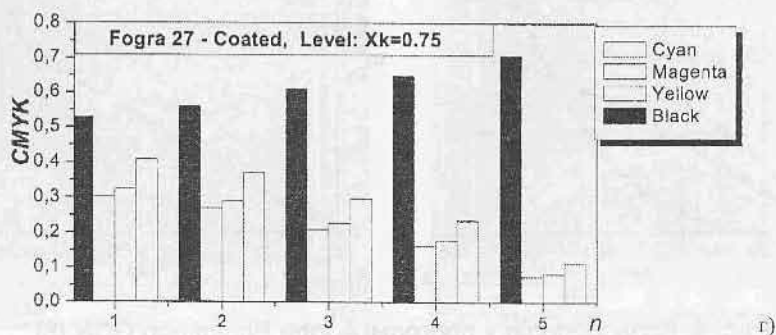
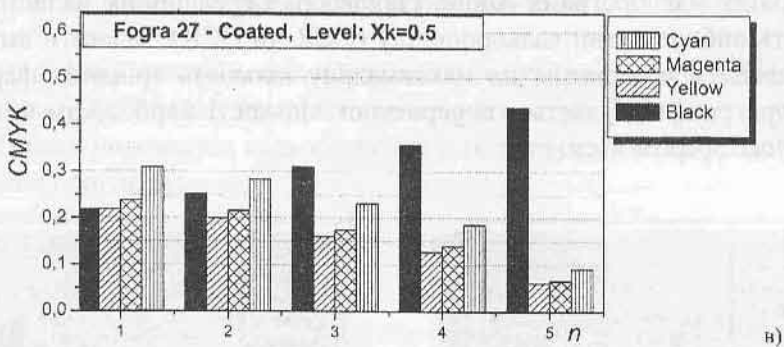
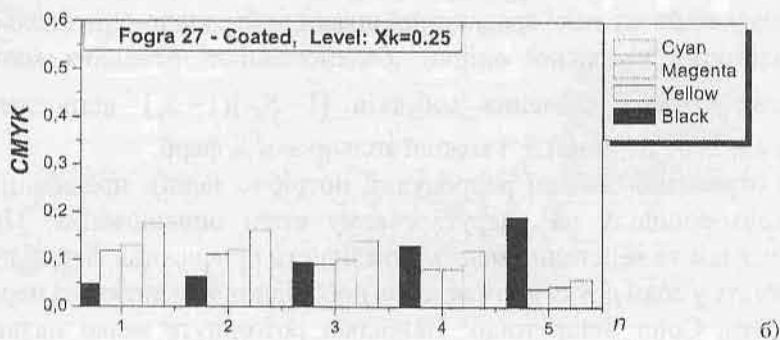
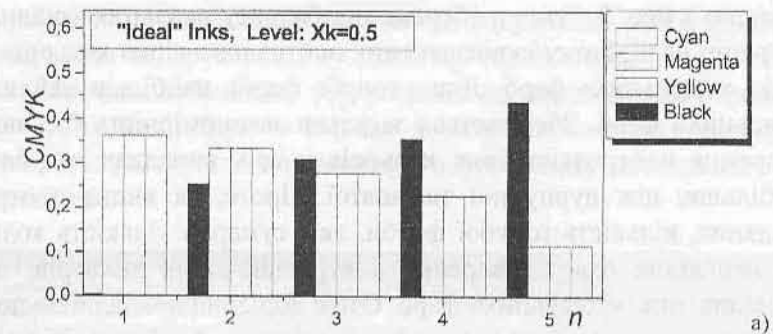


Рис. 3. Варіанти відтворення на відбитку нейтрально-сірого кольору полів  $X_k = 0,25; 0,5; 0,75$  градаційної шкали (1 —  $n = 2,2$ ; 2 —  $n = 2$ ; 3 —  $n = 1,7$ ; 4 —  $n = 1,5$ ; 5 —  $n = 1,2$ )



Як видно з рис. 3, умови збереження балансу реальних тріадних фарб при відтворенні на відбитку еквівалентних нейтрально-сірих кольорів суттєво відмінні від «ідеальних» фарб. Лише голуба фарба найбільш наближена до умов «ідеальних» фарб. Зберігається загальна закономірність балансу фарб: для відтворення нейтрально-сірих кольорів у всіх випадках голубої фарби потрібно більше, ніж пурпурної та жовтої. Проте, як видно з отриманих числових даних, кількість голубої фарби, як і сумарна кількість кольорових фарб, що необхідна для відтворення нейтрально-сірих кольорів, для всіх випадків менша, ніж «ідеальних» фарб. Отож доцільно докладніше дослідити умови балансного співвідношення реальних тріадних фарб при відтворенні на друкарському відбитку всієї градаційної шкали нейтрально-сірих кольорів.

За критерій кількісної оцінки збалансованості реальних кольорових фарб можна вибрати значення добутків  $(1 - S_K)(1 - S_i)$  відносних площ растрових елементів чорної  $S_K$  і кожної кольорової  $S_i$  фарб.

Для отримання якісної репродукції потрібно задати правильні налаштування кольороподілу на додрукарському етапі опрацювання. Програми обробки графіки та верстання мають можливість присвоєння файлу профілів, що моделюють умови друку або введення необхідних налаштувань через меню Color Settings, Color Setup тощо. Найбільш розгорнуте меню налаштувань кольороподілу має програма Adobe Photoshop. Серед інших налаштувань є можливість вибирати тип кольороподілу (UCR чи GCR), задавати вміст чорного та вводити обмеження на максимальну кількість тріадних фарб. При цьому у програмі відбувається перерахунок кількості фарб таким чином, що баланс сірого зберігається.

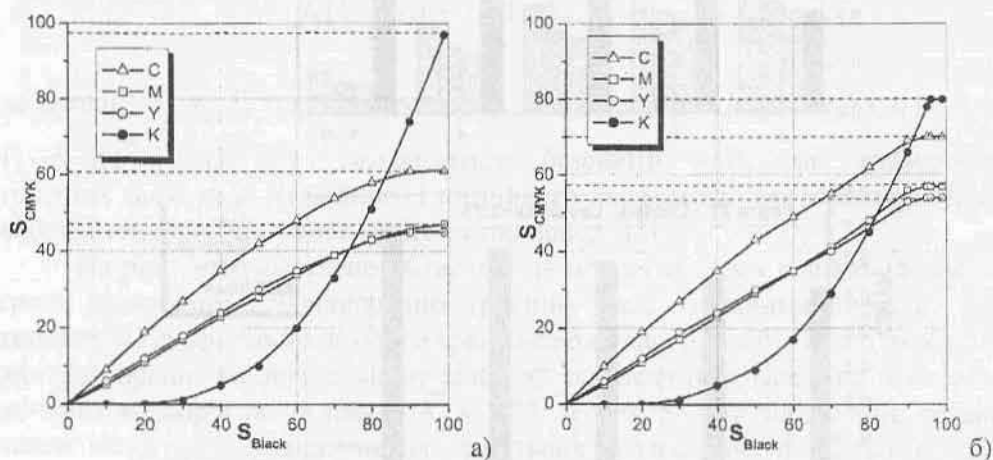


Рис. 4. Кольороподіл у програмі Adobe Photoshop GCR [8] для крейдованого паперу (Euroscale Coated) Black generation – medium  
а — обмеження по кожній фарбі 100 %, б — обмеження по кожній фарбі 90 %

На підставі використання загального векторного рівняння автотипного синтезу кольорів на друкарському відбитку (6) та нових нелінійних методів цифрової обробки зображень [6] розроблено спеціалізовану комп'ютерну програму «ICaS КолірДрук-1» [3], що дозволяє підготувати кольороподілені зображення для растрівання та виводу на фотоплівку або прямого запису на формну основу.

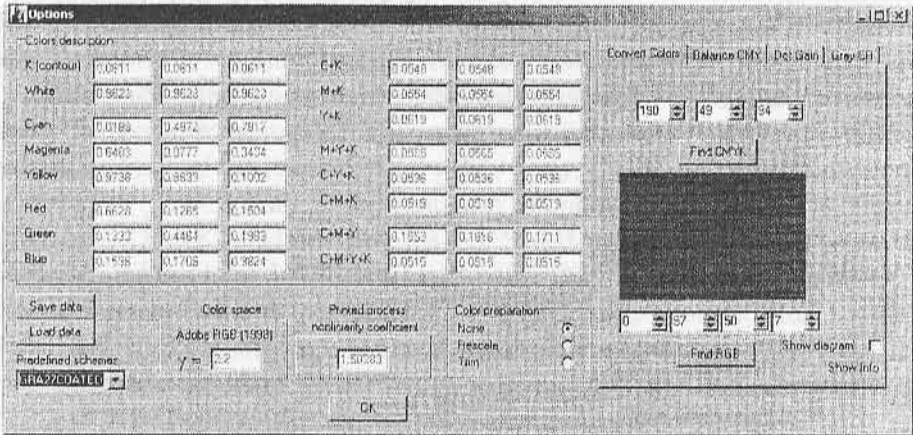


Рис. 5. Вікно програми «ICaS КолірДрук-1» — Опції (Options)

При виборі пункту меню <Options (Опції)> (рис. 5), стають активними операції вводу бази даних кольорних характеристик триадних фарб та установок технологічних параметрів кольороподілу для попередньої цифрової обробки зображення оригіналу.

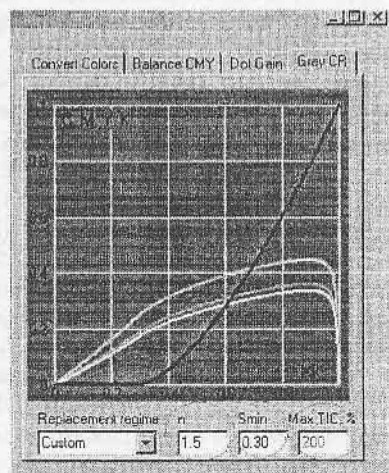
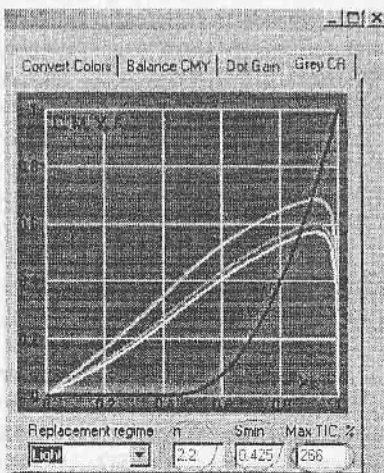


Рис. 6. Вікно програми «ICaS КолірДрук-1» <Режим чорної фарби (Grey CR)>:  
 а — Black generation Light; б — Black generation Custom  
 для крейдованого паперу (Fogra 27)

Важливо, що є закладена можливість вибору одного з чотирьох варіантів базових векторів, що відповідають стандартизованим умовам друку на різних видах паперу, а також можливість уведення оператором, власних значень координат базових векторів. Кольорове зображення оригіналу та база даних кольорних характеристик тріадних фарб становлять основу роботи програми.

У вікні <Режим чорної фарби (Grey CR)> (рис. 6) встановлюються технологічні режими заміни кольорових фарб на чорну фарбу. У програмі реалізовано п'ять стандартних алгоритмів формування зображення чорної фарби та власний алгоритм, <Без чорної фарби (None)>; <Світлий (Light)>; <Середній (Medium)>; <Темний (Heavy)>; <Максимальний (Maximum)> та <Власний (Custom)>, що відрізняються між собою величиною  $S_{\min}$  та  $n$ . Стосовно обраного режиму у полі «Max TPC, %» можна побачити значення максимальної кількості кольорових тріадних фарб:  $\max(S_C + S_M + S_Y)$  (рис. 6), очислену за формулою (5).

Отримані результати досліджень показують, що на стадії додрукарської підготовки кольороподілених форм за допомогою спеціалізованої комп'ютерної програми «iCaS КолірДрук-1» можна ефективно реалізувати різні технологічні режими виготовлення форм кольорових та чорної фарб.

1. Занько Н. В. Метод розрахунку балансу тріадних фарб / Н. В. Занько, М. В. Шовгенюк, Н. С. Писанчин // Технологія і техніка друкарства : зб. наук. праць. — К., 2008. — № 2 (20). — С. 4-9.
2. Занько Н. В. Створення інформаційної моделі кольороподілу на основі нових методів цифрової обробки зображень: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.06 «Інформаційні технології» / Н. В. Занько. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2009. — 24 с.
3. Комп'ютерна програма «iCaS колір друк-1» / М. В. Шовгенюк, Т. В. Фітьо, Н. В. Занько, Н. С. Писанчин. — Свідоцтво № 28600, дата реєстрації 28. 04. 2009 р.
4. Кузнецов Ю. В. Технологія обробки інформаційної інформації / Ю. В. Кузнецов // Пербургский ин-т печати. — 2002 — 312 с.
5. Стефанов С. Цвет и цветовоспроизведение в полиграфии [Электронный ресурс] / С. Стефанов. — Режим доступа : <http://www.aqualon.ru>.
6. Шовгенюк М. В. Розробка нових методів цифрової обробки кольорових зображень та пакету комп'ютерних програм для видавничо-поліграфічних систем : звіт по інноваційному науково-технічному проекту НАН України № 27-2008 / Н. В. Занько, Н. С. Писанчин, П. І. Кміть — Львів : Укр. акад. друкарства, 2008. — 86 с. — (Препринт / НАН України ІФКС).
7. Adobe Photoshop SC2, SC3 [б/а] [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.adobe.com/products>.
8. Color and Quality. Expert Guide. Heidelberger Druckmaschinen AG, 2007 [б/а] [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.heidelberg.com>.
9. Color conversion (RGB / CMYK / HSV / YUV / YIC) [б/а] [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://web.forret.com>.
10. FOGRA characterisation data for offset: International Color Consortium [б/а] [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.color.org/FOGRA.html>.
11. GRACol 2007 Specification [б/а] [Електронний ресурс]. — Режим доступу [http://www.idealliance.org/industry\\_resources/](http://www.idealliance.org/industry_resources/) /gracol.
12. Gray component replacement by the Neugebauer equations / Nakamura, Chiho, Sayanagi, Kazuo // Proceedings of SPIE [The International Society for Optical Engineering]. — Volume 1184. — 1989. — P. 50-63.
13. ISO Coated v2 [б/а] [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.eci.org>.
14. ISO newspaper26v4.icc [б/а] [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.ifra.com>.
15. ISO Uncoated [б/а] [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.eci.org>.
16. KPG Color Fidelity Module User Guide for Macintosh OS X [б/а] [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://graphics.kodak.com>.
17. Process control for the production of half-tone color separation, proof and production prints. Part 2: Offset processes. // Graphic technology. — Geneva, Switzerland. — ISO/DIS 12647-2-2004.

18. SWOP® Specification 2007 [б/а] [Електронний ресурс]. — Режим доступу [http://www.swop.org/specification/SWOP\\_EdX\\_Specs.pdf](http://www.swop.org/specification/SWOP_EdX_Specs.pdf). 19. Yule J. A. C. Principles of Color Reproduction / J. A. C. Yule // Wiley. — 1967. — P. 282. 20. Zeng H. Special interpolation to minimize grain in printer color separation / Huanzhao Zeng // Proceedings of SPIE [The International Society for Optical Engineering]. — Volume 5667. — 2005. — № 49. — P. 424–433.

## **ОПТИМАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ ТРИАДНИХ КРАСОК ДЛЯ ВОССОЗДАНИЯ НЕЙТРАЛЬНО СЕРЫХ ЦВЕТОВ НА ПЕЧАТНОМ ОТПЕЧАТКЕ**

*Описан метод расчета оптимального соотношения цветных триадных красок, которое обеспечивает воссоздание на цветной репродукции нейтрально серых цветов. Новый метод реализован в специализированной компьютерной программе «ICaS КолирДрук-1».*

## **OPTIMUM CORRELATION OF TRIADNIKH OF PAINTS FOR RECREATION NEUTRALLY GREY COLORS ON PRINTING IMPRINT**

*We describe the method for calculating the optimal ratio triad color printing inks, ensuring playback on color reproduction neutral gray color. The new method implemented in a specialized computer program «ICaS ColorPrint-1».*

*Стаття надійшла 01.04.2010*