

*П.М. Ривак, І.В. Шаблій*  
Українська академія друкарства

## **РОЗШИРЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КАЛІБРУВАННЯ І ПРОФІЛЮВАННЯ У ДРУКАРСЬКИХ МАШИНАХ ЗА РОЗРОБЛЕНИМ СПОСОБОМ**

*В роботі на основі аналізу растрової системи відбитка з використанням рівнянь Нюберга-Нейгебауера, Демішеля та запропонованого нами врахування координат растрових елементів кожного кольору для визначення площі їх перекривання, розширено параметри калібрування і профілювання у друкарських машинах за розробленим способом. Апроксимовано параметри операції позиціювання аркушів методом сплайнової інтерполяції у програмному середовищі STATISTICA 6.*

*In-process on the basis of analysis of the raster system of відбитка with the use of equalizations of Nuberga-Nagebauera of Demishelya and taking into account of coordinates of raster elements of every color offered by us for determination of area of their ceiling, the parameters of calibration and profiling are extended in printing-presses on the worked out method. The parameters of operation of positioning of folias are approximated by the method of spline interpolation in the software environment of STATISTICA 6.*

### **Постановка проблеми**

Міжнародні вимоги до значень показників якості друкованої продукції мають чітко визначені критерії. Одним із важливих технологічних показників під час друкування кольорової продукції у декілька прогонів є точність суміщення фарб на відбиткові. Вирішальну роль при суміщенні фарб відіграють механізми подавання, транспортування й позиціювання положення аркушів в друкарській машині, особливості їх конструкції. Сучасні досягнення у сфері сенсориків, виконавчих електричних елементів, цифрових методів опрацювання і передавання інформації, методик і засобів моделювання можуть бути використані для розширення параметрів калібрування і профілювання операції позиціювання аркушів паперу на накладному столі аркушевих друкарських машин.

### **Аналіз результатів попередніх досліджень і публікацій**

Проблема формування кольору при класичній підготовці кольорових зображень до поліграфічного відтворення порушувалася в наукових працях Нюберга Н.Д., Нейгебауера Г., Селіванова Ю.П., Лебеда Г.Г., Шашлова Б.А., Шовгенюка М.В., Дудяка В.О., Барановського І.В.

Питанням аналітичного розв'язку оптико-механічного моделювання рівнянь Нюберга-Нейгебауера присвячені праці Селіванова Ю.П. [1], Ганієва Д.Х. [2, 3]. У працях дослідників для обчислення автотипних координат кольору застосовано метод ітерації Ньютоні і лінійної трансформації Селіванова. У наукових роботах Шовгенюка М.В., Занько Н.В. вирішується проблема комп'ютерного проектування нормалізованих технологічних процесів кольоровідтворення на стадії додрукарських процесів [4].

### **Постановка завдання**

У зв'язку з тим актуальною науковою задачею для поліграфічної технології є розширення параметрів калібрування і профілювання на базі створених нових підходів для виконання операції позиціювання аркушів на накладному столі

папероживильної системи у аркушевих друкарських машинах із застосуванням цифрової системотехніки [5, 6], вивчених явищ, які відбуваються під час їх позиціонування.

В основу даних досліджень було поставлено вирішення наступних задач:

- на основі аналізу растрової системи відбитка з використанням рівнянь Ньюберга-Нейгебауера, Демішеля та запропонованого нами врахування координат растрових елементів кожного кольору для визначення площі їх перекривання, розширити параметри калібрування і профілювання у друкарських машинах з послідовним і ступінчастим подаванням аркушів за розробленим способом;
- апроксимувати параметри операції позиціонування аркушів методом сплайнової інтерполяції у програмному середовищі STATISTICA 6 та визначити оптимальну продуктивність роботи друкарських машин за розробленим способом.

### **Виклад основного матеріалу**

Калібрування – це лінеаризація, тобто своєрідне співвідношення вихідних значень і кінцевих результатів між собою, прив'язка до якогось усередненого, стандартного значення. Профілювання – це відомість даних про те, як пристрій може виконати певну роботу. Створити персональний профіль друкарської машини – значить описати її унікальні властивості, а відкалібрувати друкарську машину значить створити всі умови для того, щоб із заданою сталістю відображати її унікальні властивості [7]. Профіль – це відносно невеликий окремий файл або впроваджений у вже наявний файл модуль, що описує фізичні характеристики того колірнього простору, де або під який цей файл створювався. В профіль закладено параметри і відсоток розтискування, загальну кількість фарби, тип кольороподілу, рівень генерації чорного, особливості відтворення друкарською машиною того чи іншого кольору залежно від виду паперу, що використовується, фарб, пластин. Профіль створюється за допомогою спеціальних приладів і програмного забезпечення, дотримуючись стандартних вимог до друку, які регламентує ISO 12647-2. Робота більшості програм для створення профілів базується на загальних принципах оцінювання спектрофотометричних і денситометричних даних, отриманих при вимірюванні спеціальних колірних шкал. Контрольна шкала для пробного, контрольного і накладних відбитків повинна дозволяти вимірювання контрольних полів на ділянках середніх тонів (40-50%), три четвертій тонів (75-80%) і 100% поля CMYKRGB, реалізованих круглими растровими крапками. Результатом роботи програми створення колірних профілів є спеціальний файл, який передається на ділянки додрукарської підготовки й підключається в систему керування кольором.

Оскільки, не виключається можливість, що за розробленим способом аркуш паперу на накладному столі буде позиціонуватися з відхиленнями в допустимих межах, що супроводжується несуміщенням фарб та зміною кута повороту растру (С 15°, М 75°, Y 0°, К 45°), то виникає необхідність розширення параметрів процесу калібрування і профілювання для забезпечення високоточного суміщення фарб при друкуванні в декілька прогонів.

Розроблений новий спосіб позиціонування аркушів базується на умовах статички, при яких під час друкування аркуш паперу не доходячи до упорів на накладному столі певний час вистояється, а потім дотягується виконавчим контрольованим

механізмом на малу відстань і зупиняється на рівні упорів. При цьому інерція руху аркуша зводиться до мінімуму. Це дозволяє розширити параметри калібрування та використовувати всі рекомендовані для друкування види паперу різної маси без будь-яких обмежень.

Існуючі профілі мають прогнозований характер і є закритого типу, що виключають можливість внесення будь-яких змін. Проте, один із важливих технологічних показників, який безпосередньо впливає на точність суміщення фарб під час друкування, вимагає внесення змін про величину несуміщення фарб в реальному часі у профіль налаштування друкарських машин.

Для того, щоб розрахувати координати кольору растрового відбитка необхідно знати значення площ несуміщених і суміщених растрових елементів кожної фарби, а також постійні значення координат кольору одинарних, бінарних і потрійних систем фарб при заданій товщині їх шарів і координати кольору паперу в системі CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) або CIEXYZ. Сучасні нормативні документи рекомендують проводити друкування тріадними офсетними фарбами при товщині їх фарбового шару на відбитку близько 1,1 мкм і використовувати у якості основи стандартизовані типи паперу. Стандарт ISO 12647-2 рекомендує значення координат кольору 100% поля CMYKRGB для тріадних фарб.

Якщо друкарський процес забезпечує отримання на відбитках-плашках задані значення координат кольору, то можна перейти безпосередньо до розрахунку координат кольору окремих ділянок растрового відбитка, використовуючи рівняння Ньюберга-Нейгебауера, Демішеля. Рівняння Ньюберга-Нейгебауера виводиться на основі аналізу растрової системи відбитка. Згідно з яким, на елементарній ділянці

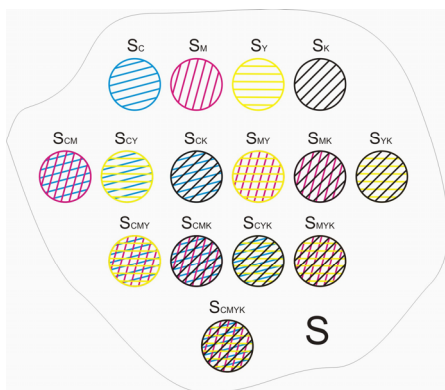


Рис. 1. Схема розташування растрових елементів на багатофарбовому відбитку.

площею  $S$  (рис. 1) міститься велика кількість растрових крапок різного кольору, розподіл котрих по кожній фарбі і по суміщених площах підлягає співвідношенню імовірності. Імовірність задруковування частини площі певною фарбою відповідає значенню відносної площі ( $S$ ) растрових елементів:  $P_C = S_C$ ,  $P_M = S_M$ ,  $P_Y = S_Y$ ,  $P_K = S_K$ . Імовірність події, полягає у тому, що на елементі може бути відсутня одна з фарб, що рівна: для голубої ( $1 - S_C$ ), для пурпурної ( $1 - S_M$ ), для жовтої ( $1 - S_Y$ ), для чорної ( $1 - S_K$ ).

У загальному випадку модель автотипного синтезу кольорів можна записати у вигляді рівняння [4]:

$$Color_S = Color_0 + Color_1 + Color_2 + Color_3 + Color_4 \quad (1)$$

При чотирьохфарбовому друці на відбитку синтезується 16 комбінацій кольорів, які записано на основі рівнянь Демішеля:

- колір матеріалу, що задруковується:

$$Color_0 = (1 - S_C) (1 - S_M) (1 - S_Y) (1 - S_K) \quad (2)$$

• чотири комбінації чистих кольорів тріадних фарб, які відповідають адитивному синтезу кольору:

$$Color_1 = S_C (I - S_M) (I - S_Y) (I - S_K) + S_M (I - S_C) (I - S_Y) (I - S_K) + S_Y (I - S_C) (I - S_M) (I - S_K) + S_K (I - S_C) (I - S_M) (I - S_Y) \quad (3)$$

• шість комбінацій попарного і чотири потрійного накладання тріадних фарб і чорної, які відповідають субтрактивному синтезу кольору:

$$Color_2 = S_C S_M (I - S_Y) (I - S_K) + S_C S_Y (I - S_M) (I - S_K) + S_C S_K (I - S_M) (I - S_Y) + S_M S_Y (I - S_C) (I - S_K) + S_M S_K (I - S_C) (I - S_Y) + S_Y S_K (I - S_C) (I - S_M) \quad (4)$$

$$Color_3 = S_C S_M S_Y (I - S_K) + S_C S_M S_K (I - S_Y) + S_C S_Y S_K (I - S_M) + S_M S_Y S_K (I - S_C) \quad (5)$$

• “чорний” колір, синтезований в результаті накладання чотирьох фарб:

$$Color_4 = S_C S_M S_Y S_K \quad (6)$$

Якщо площі і координати кольору 100% полів друкарських фарб в системі CMYK окремих фарб, їх попарних і потрійних накладань відомі, то координати кольору ( $X_s, Y_s, Z_s$ ) ділянки  $S$  на основі закону адитивності визначаються наступною системою рівнянь Ньюберга-Нейгебауера:

$$\begin{aligned} X_s &= X_0 + X_1 + X_2 + X_3 + X_4 \\ Y_s &= Y_0 + Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 \\ Z_s &= Z_0 + Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \end{aligned} \quad (7)$$

• колір матеріалу, що задруковується:

$$\begin{aligned} X_0 &= X_{nanepy} (I - S_C) (I - S_M) (I - S_Y) (I - S_K) \\ Y_0 &= Y_{nanepy} (I - S_C) (I - S_M) (I - S_Y) (I - S_K) \\ Z_0 &= Z_{nanepy} (I - S_C) (I - S_M) (I - S_Y) (I - S_K) \end{aligned} \quad (8)$$

• чотири комбінації чистих кольорів тріадних фарб, які відповідають адитивному синтезу кольору:

$$\begin{aligned} X_1 &= X_C S_C (I - S_M) (I - S_Y) (I - S_K) + X_M S_M (I - S_C) (I - S_Y) (I - S_K) + X_Y S_Y (I - S_C) (I - S_M) (I - S_K) + X_K S_K (I - S_C) (I - S_M) (I - S_Y) \\ Y_1 &= Y_C S_C (I - S_M) (I - S_Y) (I - S_K) + Y_M S_M (I - S_C) (I - S_Y) (I - S_K) + Y_Y S_Y (I - S_C) (I - S_M) (I - S_K) + Y_K S_K (I - S_C) (I - S_M) (I - S_Y) \\ Z_1 &= Z_C S_C (I - S_M) (I - S_Y) (I - S_K) + Z_M S_M (I - S_C) (I - S_Y) (I - S_K) + Z_Y S_Y (I - S_C) (I - S_M) (I - S_K) + Z_K S_K (I - S_C) (I - S_M) (I - S_Y) \end{aligned} \quad (9)$$

Система дозволяє реалізувати технологічну операцію профілювання друкарського обладнання. Аналіз растрової системи відбитка з використанням рівнянь Ньюберга-Нейгебауера і Демішеля виключає можливість часткового перекривання площ растрових елементів. Оскільки ці формули нечітко описують перекривання кольорів, то нами запропоновано врахувати координати растрових елементів кожного кольору для визначення площі їх перекривання при попарному (10), потрійному (11) та повному (12) накладанні чотирьох фарб.

• шість комбінацій попарного (рис. 2) і чотири потрійного накладання тріадних фарб і чорної, які відповідають субтрактивному синтезу кольору:

$$\begin{aligned} X_2 &= X_{CM} (2S_{CM} / (S_C + S_M)) (I - S_Y) (I - S_K) + X_{CY} (2S_{CY} / (S_C + S_Y)) (I - S_M) (I - S_K) + X_{CK} (2S_{CK} / (S_C + S_K)) (I - S_M) (I - S_Y) + X_{MY} (2S_{MY} / (S_M + S_Y)) (I - S_C) (I - S_K) + X_{MK} (2S_{MK} / (S_M + S_K)) (I - S_C) (I - S_Y) + X_{YK} (2S_{YK} / (S_Y + S_K)) (I - S_C) (I - S_M) \\ Y_2 &= Y_{CM} (2S_{CM} / (S_C + S_M)) (I - S_Y) (I - S_K) + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + Y_{CY} (2S_{CY} / (S_C + S_Y)) (1 - S_M) (1 - S_K) + \\
& + Y_{CK} (2S_{CK} / (S_C + S_K)) (1 - S_M) (1 - S_Y) + \\
& + Y_{MY} (2S_{MY} / (S_M + S_Y)) (1 - S_C) (1 - S_K) + \\
& + Y_{MK} (2S_{MK} / (S_M + S_K)) (1 - S_C) (1 - S_Y) + \\
& + Y_{YK} (2S_{YK} / (S_Y + S_K)) (1 - S_C) (1 - S_M) \\
Z_2 = & Z_{CM} (2S_{CM} / (S_C + S_M)) (1 - S_Y) (1 - S_K) + \\
& + Z_{CY} (2S_{CY} / (S_C + S_Y)) (1 - S_M) (1 - S_K) + \\
& + Z_{CK} (2S_{CK} / (S_C + S_K)) (1 - S_M) (1 - S_Y) + \\
& + Z_{MY} (2S_{MY} / (S_M + S_Y)) (1 - S_C) (1 - S_K) + \\
& + Z_{MK} (2S_{MK} / (S_M + S_K)) (1 - S_C) (1 - S_Y) + \\
& + Z_{YK} (2S_{YK} / (S_Y + S_K)) (1 - S_C) (1 - S_M)
\end{aligned} \tag{10}$$

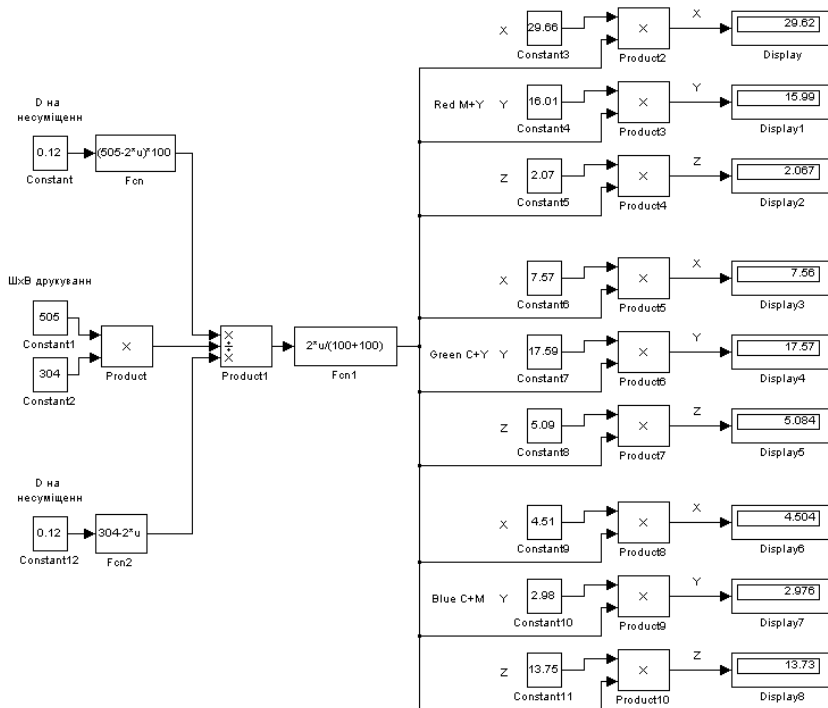


Рис. 2. Моделювання параметрів кольору залежно від часткового перекривання площ растрових елементів при попарного накладання тріадних фарб у програмному середовищі MatLab 7 при наступних параметрах:

лінійатура друкування – 60 лін/см, діаметр растрових елементів – 120 мкм, площа задруковування – 304x505 мм, допуск на суміщення фарб – 0,12 мм.

$$\begin{aligned}
X_3 = & X_{CMY} (3S_{CMY} / (S_C + S_M + S_Y)) (1 - S_K) + \\
& + X_{CMK} (3S_{CMK} / (S_C + S_M + S_K)) (1 - S_Y) + \\
& + X_{CYK} (3S_{CYK} / (S_C + S_Y + S_K)) (1 - S_M) + \\
& + X_{MYK} (3S_{MYK} / (S_M + S_Y + S_K)) (1 - S_C) \\
Y_3 = & Y_{CMY} (3S_{CMY} / (S_C + S_M + S_Y)) (1 - S_K) + \\
& + Y_{CMK} (3S_{CMK} / (S_C + S_M + S_K)) (1 - S_Y) + \\
& + Y_{CYK} (3S_{CYK} / (S_C + S_Y + S_K)) (1 - S_M) + \\
& + Y_{MYK} (3S_{MYK} / (S_M + S_Y + S_K)) (1 - S_C) \\
Z_3 = & Z_{CMY} (3S_{CMY} / (S_C + S_M + S_Y)) (1 - S_K) + \\
& + Z_{CMK} (3S_{CMK} / (S_C + S_M + S_K)) (1 - S_Y) +
\end{aligned} \tag{11}$$

$$+ Z_{CYK} (3S_{CYK} / (S_C + S_Y + S_K)) (1 - S_M) +$$

$$+ Z_{MYK} (3S_{MYK} / (S_M + S_Y + S_K)) (1 - S_C)$$

- колір, синтезований в результаті накладання чотирьох фарб:

$$X_4 = X_{CMYK} (4S_{CMYK} / (S_C + S_M + S_Y + S_K))$$

$$Y_4 = Y_{CMYK} (4S_{CMYK} / (S_C + S_M + S_Y + S_K)) \quad (12)$$

$$Z_4 = Z_{CMYK} (4S_{CMYK} / (S_C + S_M + S_Y + S_K))$$

Система трьох рівнянь (7) розроблена для випадку друкування кольорової репродукції з форм, растрові елементи котрих розташовані під різними кутами, і може бути використана для розрахунку змінних величин відносних площ растрових елементів, як кольороподільних, так і друкарських процесів.

Розширення параметрів калібрування і профілювання у друкарських машинах за розробленим способом дозволяють здійснити оптимізацію операції позиціонування методом сплайнової інтерполяції в програмі STATISTICA 6 (рис. 3).

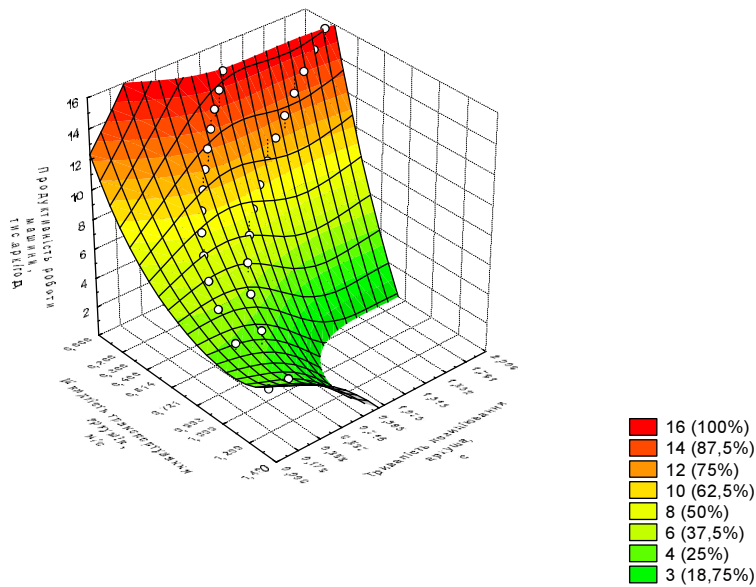


Рис. 3. Апроксимація параметрів операції позиціонування аркушів методом сплайнової інтерполяції у програмному середовищі STATISTICA 6.

Апроксимовано параметри операції позиціонування аркушів методом сплайнової інтерполяції у програмному середовищі STATISTICA 6 та отримано оптимальні значення швидкості транспортування аркушів паперу різної маси та тривалості часу їхнього позиціонування на накладному столі:  $V_T = 1,552$  м/с при послідовному подаванні аркушів;  $V_T = 0,776$  м/с при ступінчастому подаванні аркушів;  $T = 0,277$  с. Відповідне значення моделі при цих параметрах дорівнює оптимальній продуктивності роботи машин - 13 тис.арк/год, що складає 81,25 % від максимальної продуктивності.

## **Висновки**

Розширено та обґрунтовано параметри калібрування і профілювання, в результаті чого апроксимовано параметри операції позиціонування аркушів методом сплайнової інтерполяції у програмному середовищі STATISTICA 6 та визначено оптимальну продуктивність роботи друкарських машин за розробленим способом.

1. Селиванов Ю.П. *Основы моделирования и оптимального планирования автотипного процесса* / Селиванов Ю.П. – М.: Книга, 1979. – 238 с.

2. Ганиев Д.Х. *Вопросы воспроизведения цветных изображений в полиграфии: учеб. пособ.* / Д.Х. Ганиев. – Омск: ОмПИ, 1980. – 86 с.

3. Ганиев Д.Х. *Перспективные способы цветовой коррекции полиграфических изображений: учеб. пособ.* / Д.Х. Ганиев. – Омск: ОмПИ, 1989. – 62 с.

4. Занько Н.В. *Модель автотипного синтезу кольорів реальними фарбами* / Занько Н.В., Писанчин Н.С., Шовгенюк М.В. // *Управління розвитком: зб. наук. робіт.* – Харків, 2008. – № 15. – С. 87–89.

5. Пат. № 44701 Україна. *Спосіб позиціонування аркушів паперу на накладному столі у машинах аркушевого друку* / Ривак П.М., Репета В.Б. ; заявник і патентовласник Українська академія друкарства. – заявл. 14.05.2009; опубл. 12.10.2009, Бюл. № 19.

6. Пат. 53300 Україна. *Пристрій для реєстрування положення кута аркушів паперу та контролю позиціонування на накладному столі.* / Ривак П.М., Шаблій І.В., Репета В.Б. – Заявл. 22.02.2010 ; опубл. 11.10.2010, Бюл. № 19.

7. Сносіб доступу: [http://www.ukrprint.com/prepress/hardware/press\\_color\\_management-art.html](http://www.ukrprint.com/prepress/hardware/press_color_management-art.html).