

УДК 655.224.7.026.25

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ КОЛЬОРОПОДІЛУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕМЕНТІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ У ВИГЛЯДІ РОЗМИТИХ МОДЕЛЕЙ

**© П. О. Киричок, д.т.н., професор, НТУУ «КПІ»,
О. М. Козік, ВАТ «Укрпластик», Київ, Україна**

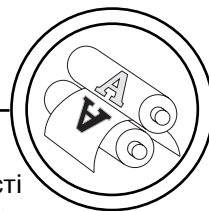
В статье предложен метод управления растром с помощью использования размытых моделей. Для обеспечения управления применены псевдостochasticкий генератор и нейронная сеть. Изменения параметров производятся на языке пользователя, с помощью семантического словаря.

The management method by a raster by means of use of fuzzy models is offered in this article. For the maintenance the management were applied the pseudo-stochastic generator and a neural network. Changes of parameters are made in language of the user, with the help of semantic dictionary.

Постановка проблеми

Друкування на гнучких пакувальних матеріалах фарбами, на основі нітроцелюлози (флексграфія, глибокий друк), порівняно, молода галузь поліграфічного виробництва. На процес друку, в цьому випадку, вплив таких параметрів, як розтискання друкарського елемента, температура та швидкість сушіння, набагато більш вагомий ніж при офсетному друці. Враховуючи, що компенсаційна крива розтискання не є лінійною функцією, для процесу кольороподілу потрібні фахівці, глибоко розуміючі процес самого друку. Таким чином, велику роль відіграє людський фактор. Раніше в літературі дуже мало описувалася проблема кольороподілу для флексграфського та глибокого друку, а саме питання управління растром з метою зменшення впливу людського фактору та автоматизацію процесу кольороподілу.

Кольоровий друк широко використовується для широкого асортименту товарів, до яких можна віднести кольорові періодичні видання різних призначень, матеріал для упакування товарів, книжкові видання, що вміщують кольорові репродукції та цілий ряд інших виробів, що вміщують надруковані кольорові компоненти. У сучасній поліграфічній технології кольорового друку пред'являються високі вимоги до якості останнього. Це означає, що у відповідних кольорових відбитках повинні забезпечуватися високі вимоги до відображення кольорів досить широкої гами. Це вимагає створення не тільки високоточних систем управління процесами друку, а, в першу чергу, досить складного та достатньо точного управління кольороподілом. Тому, задачі підвищення якості процесів управління кольороподілом в технологічних проце-



сах кольорового друку є досить актуальними. Побудова більш прогресивних методів управління кольороподілом в технологічних процесах, дозволяє підвищити якість кольорового друку за рахунок вираховування цілого ряду факторів, що обумовлюються матеріалом, на якому виконується друкування, методом нанесення кольорових точок, які в сукупності формують кольори фрагменту поверхні, що друкується, та цілий ряд інших факторів.

Аналіз попередніх досліджень

Управління кольороподілом є досить складним, багато параметричним процесом, оскільки, в ньому повинні враховуватися всі фактори, що приймають участь у процесі друкування.

Досить часто, під кольороподілом розуміють лише процедуру підбору фарб, які забезпечували б потрібну гаму кольорів на відбитку, який отримують на кінцевому етапі друкування. Але, при друці на гнучкому пакуванні флексографським способом, чи способом глибокого друку, при управлінні відповідним процесом, необхідно враховувати всі можливі відхилення параметрів запроєктованого процесу, які впливають на кінцевий етап формування кольорового відбитку.

Процедура управління кольороподілом повинна бути здатною передбачати можливі відхилення параметрів тих фрагментів процесу друкування, що використовуються після стадії визначення складових кольорів та стадії початкового вибору фарб.

В силу суттєвої невизначеності взаємних залежностей між параметрами всіх фрагментів технологічного процесу кольорового друку, управління кольороподілом є досить складною задачею, розв'язати яку в повній мірі та з необхідною точністю є досить важкою проблемою. Це обумовлює актуальність задачі управління кольороподілом, яка потребує нових підходів та нових методів реалізації відповідних систем управління. Специфіка кольороподілу кожного друкуючого вузла машини відображається у вигляді профілів відповідної машини.

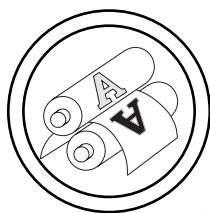
В теорії управління кольорами дії по управлінню ґрунтуються на калібруванні та результируючих параметрах, таких як:

- міра розтискання растрового елемента,
- координати кольору в системі, наприклад, L^*a^*b ,
- температура сушіння при друці,
- координати друкуючої точки, та інші.

Доцільно було б шукати методи управління кольороподілом, які можуть зменшити вплив «людського фактору» на кінцевий результат. Розв'язання такої задачі, в більшій мірі, забезпечує застосування нечіткої логіки, а саме розмитих моделей на стадії кольороподілу.

Результати проведених досліджень

Розмита модель може вміщати сукупність правил виводу, з якої вибирається, для кожного окремого випадку, певна підмножина цих правил, завдяки присутності в ній функції приналежності $\mu_V(y)$.



На першому кроці обчислюється міра реалізації посилки в текучому правилі виводу. На вході в систему задаються параметри, що отримані раніше при попередньому калібруванні обладнання.

На другому кроці визначається модифікована функція приналежності $\mu_{B_i}(y)$ виводу послідовних правил. Такі правила називають активізованими.

На третьому кроці виконується обчислення результуючої функції приналежності $\mu_V(y)$. Після цього, параметри, які згенеровані псевдостохастичним генератором порівнюються з заданими на вході параметрами, враховуючи значення функції приналежності. Таким чином, в різних зонах растрування отримуємо різні необхідні за технологією параметри. Кордони зон обговорюються на природній мові користувача за допомогою семантичного словника.

З приведенного алгоритму робиться висновок, що розмита модель дозволяє формалізувати описи перетворень процесів, які важко описати у вигляді детермінованих аналітичних функцій, що характерно для процесів управління кольороподілом в поліграфії.

Враховуючи описане вище, та з ціллю перевірки раніше затвердженого, можна визначити одну із стадій кольороподілу, що найбільш потребує втручання фахівця в ручному режимі, та залежить від коректності прийнятого рішення. Так наприклад з'явлення явища муару в темних тонах, чи навпаки в світлих тонах, при застосуванні фарб, що мають близькі за значенням кути

нахилу растру. В цьому випадку, при проведенні кольороподілу, фахівець повинен пам'ятати, при яких значеннях щільності наповнення растром може з'явитися той чи інший муар. Це завдання легко розв'язується при виконанні лінійного градієнта. У випадку, коли проблемні зони знаходяться у масиві растру, прийняття такого рішення технологічно коректним, практично неможливо. В цьому випадку застосування розмитої моделі в складі нейронної мережі стає особливо доцільним.

На рис. 1 показано технологічний процес виготовлення продукції для гнучкого пакування.

Першу стадію процесу (рис. 1, а) представлено у вигляді додрукарської підготовки, яка є основою процесу відображення сюжету на пакуванні. Під час додрукарської підготовки оцінюється можливість того, чи іншого типу друку, відносно відображення малюнку, який замовлено. Після оцінювання можливості друку починається безпосередньо процес кольороподілу, який включає в себе багато стадій, в залежності від стану електронної версії замовленого зображення, що повинно бути надруковане. На цьому етапі визначаються параметри, які повинні бути виконані до здійснення розділення кольорів, такі як:

- шрифти, повинні бути конвертовані в криві;
- товщина роздільних ліній не менше ніж заданий параметр для певного типу друку;
- кількість кольорів повинна відповідати друкарському пристрою;
- роздільність растрової частини не менш ніж 300 dpi;

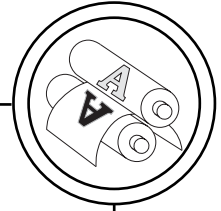
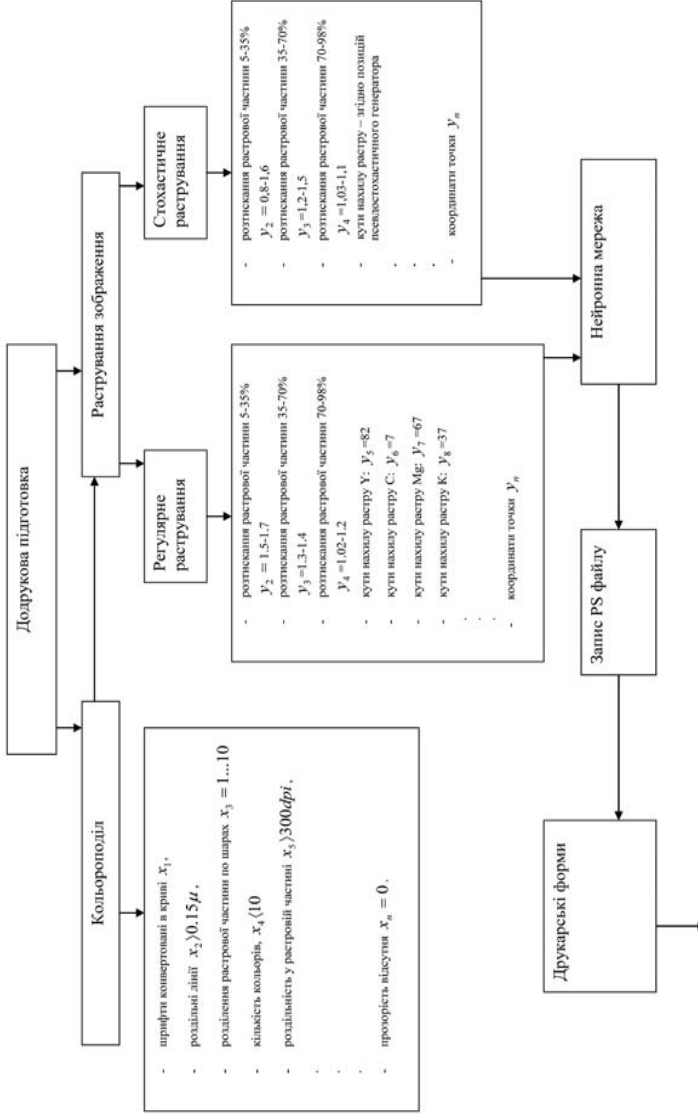
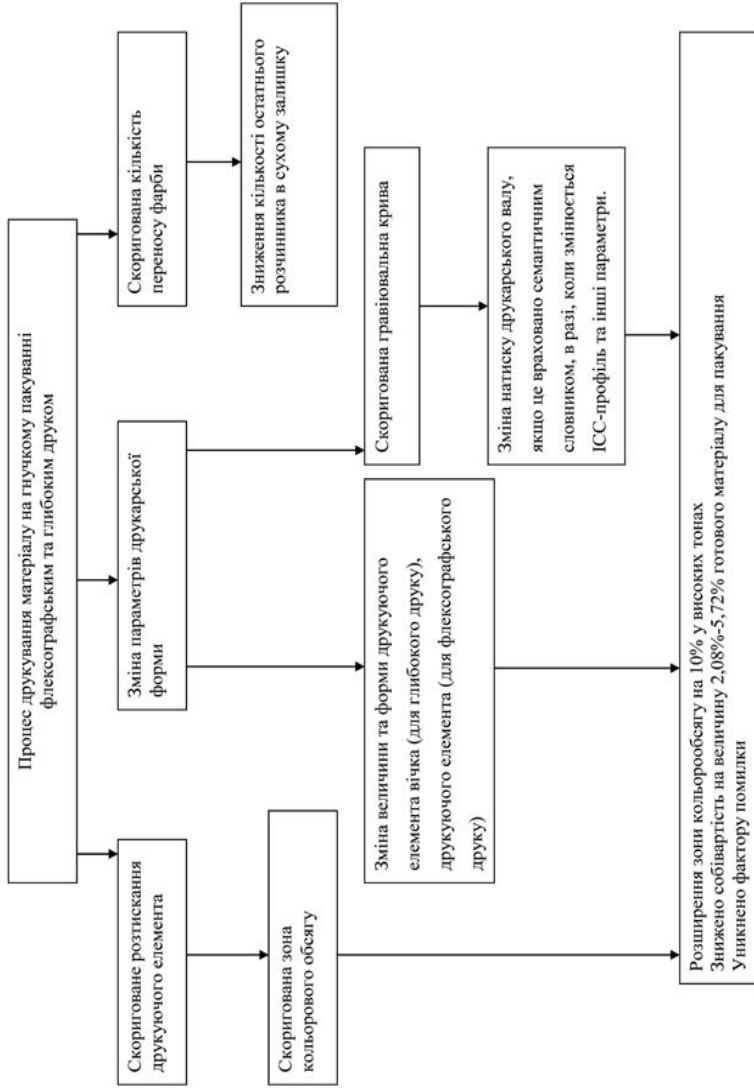
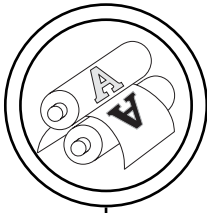


Схема проведення технологічного процесу виготовлення продукції для гнучкого пакування:



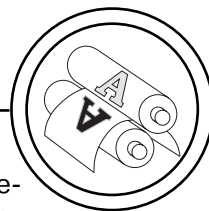
а

Рис. 1. Схема проведення технологічного процесу виготовлення продукції для гнучкого пакування. Початок



б

Рис. 1. Схема проведення технологічного процесу виготовлення продукції для гнучкого пакування. Закінчення



— прозорості відсутні, та інші необхідні параметри.

Кожний з параметрів може бути занесений у семантичний словник у вигляді змінної, для подальшої роботи нейронної мережі.

Після кольороподілу йде етап растрування зображення. На цьому етапі пропонується застосувати розмиту модель в роботі стохастичного генератора та нейронної мережі. В базі закладаються параметри стохастичного растрування та регулярного растрування, для окремих критичних зон, у вигляді змінних, таких як:

— розтискання растрової частини в зоні 5-35 % наповнення растром;

— розтискання растрової частини в зоні 35-70 % наповнення растром;

— розтискання растрової частини в зоні 70-98 % наповнення растром;

— кути нахилу растру для кожного кольору, що розраховується згідно формули:

$$X = N \times C \times \cos(\alpha) + M \times C \times \sin(\alpha)$$

$$Y = N \times C \times \sin(\alpha) - M \times C \times \cos(\alpha),$$

де α — кут нахилу растру, C — відстань між точками в ряду, що залежить від лініатури растру, N — номер друкуючої точки у напрямку координат шкали X , M — номер друкуючої точки у напрямку координат шкали Y ;

— координати кольору в системі L^*a^*b , для введення в схему вбудованого спектрофотометру для здійснення оберненого зв'язку, та інші параметри.

В наступному етапі застосовується розмита модель та вбу-

дована нейронна мережа. Окремо, схема роботи нейронної мережі показана на рис. 4.

При роботі нейронної мережі застосовуються наступні формули:

Якщо S_i^k — i -тий елемент k -того шару, W_{ij}^k — вага зв'язку між

S_i^{k+1} та S_j^k , тоді:

$$S_i^{k+1} = \sum_j W_{ij}^k \cdot S_j^k \quad \text{— для } k \in \{1,2\}.$$

$$S_i^1 = t_i + \sum_j W_{ij}^3 \cdot S_j^3 \quad \text{— для першого шару,}$$

де t_i — вхід на елемент S_i^1 (така залежність отримується завдяки оберненому зв'язку).

Відповідно до рис. 2: x_1, y_1 — вхідні параметри, що отримані при проведенні тестування обладнання; $\Delta x_1, \Delta y_1$ — вхідні параметри, що отримані завдяки псевдостохастичному генератору;

S_i^k — i -тий елемент k -того шару нейромережі; W_{ij}^k — вага

зв'язку між S_i^{k+1} та S_j^k ; x, y —

вихідні параметри, що отримані після обробки значень при застосуванні розмитої моделі, з врахуванням міри приналежності $\mu_1(x), \mu_2(y)$.

На вхід системи подаються параметри, що отримані раніше при тестуванні обладнання, які є технологічно необхідними для коректного друку. Параметри, що генеруються псевдостохастичним генератором, корегуються згідно умов, що вимагає розмита модель, завдяки характеристики функції приналежності $\mu(x)$, таких як:

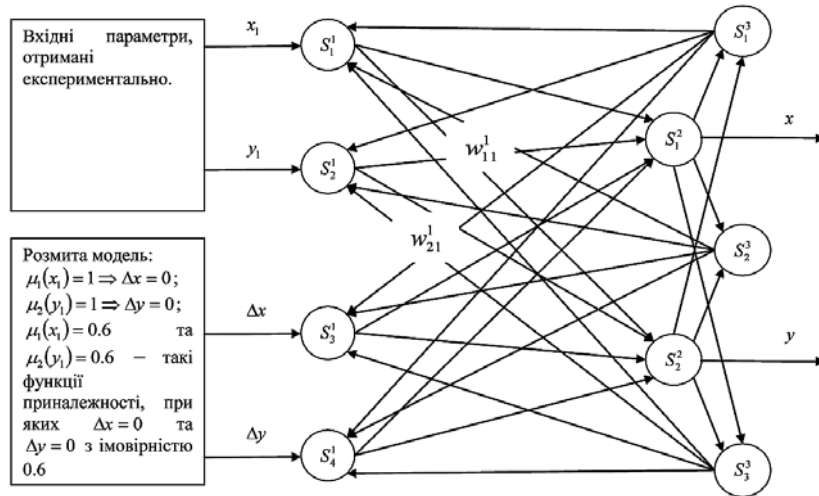
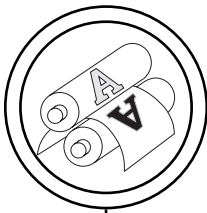


Рис. 2. Схема працюючої нейронної мережі

— растрування зон згідно з характеристикою функції приналежності $\mu(x)$. У кожній необхідній зоні задається бажаний параметр для функції приналежності,

— розтискання відповідно до ІСС профілю. Параметр змінюється згідно вказівок семантичного словника для певного методу растрування, що застосовано для розглянутої зони,

— вибір кутів нахилу растрових елементів, які для кожного кольору відповідають певній зоні, в залежності від способу друку,

— завдання нових технологічних параметрів виготовлення друкарських форм, якщо це помічено у семантичному словнику, та інші параметри.

Перелічені, та подібні параметри на виході є результатом роботи нейронної мережі. В другому шарі мережі приймається рішення, які умови застосовувати. Та в третьому шарі очікується рішення користувача, які повинні ґрунтуватися на показниках

приладів, таких, наприклад, як спектрофотометр, що забезпечує обернений зв'язок.

Робота розмитої моделі з застосуванням нейронної мережі впливає на зміну параметрів надрукованого матеріалу певним чином, а саме:

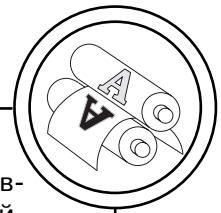
— зміна зони кольорового обсягу. Частіше, при переході до стохастичного растрування, зона кольорового обсягу розширюється,

— зміна величини та форми вічка (для глибокого друку),

— зміна кількості виходу фарби з вічка, що приводить до зниження кількості остатнього розчинника в сухому залишку,

— зміна натиску друкарського валу, якщо це враховано семантичним словником, в разі, коли змінюється ІСС профіль та інші параметри.

Таким чином маємо наступне. Від початкової точки до певного кордону друкарські елементи розміщуються згідно показника $\mu(x) = 1$, а саме $\Delta x = 0$ та



$\Delta y = 0$. Якщо, як в нашому випадку, задане регулярне растрування друкарських елементів, то в цій зоні залишаються тільки ті параметри, що згенерував псевдостохастичний генератор, які є растровою структурою. Після певного кордону, якій зазначено в семантичному словнику, значення $\mu(x)$ змінюється до показника $\mu(x) = 0,6$. Це означає, що в цій зоні $\Delta x = 0$ та $\Delta y = 0$ з імовірністю 0.6. Тобто окрім регулярно розташованих точок растру з'являються хаотично розташовані точки, не маючі регулярної структури, що є стохастичним раструванням. Наявність стохастичного растрування в цій зоні потребує змінення параметрів растрових елементів, таких як розтискання, та інші. В цій зоні явище муару неможливо.

Етап друкування готової продукції (рис. 1, б) не відрізняється від звичайного, загальноприйнятого, процесу друкування, але

всі параметри, які після виготовлення друкарських форм є постійними, змінені на стадії додрукарської підготовки і працюють з новими технологічними показниками.

Після проведення аналізу результату друку на матеріалі можна прорахувати економічний ефект, який при запропонованому методі дорівнює 2,08 %-5,72 % в залежності від задачі, що розв'язується. Таким чином, задача уникнення явища муару розв'язана, завдяки застосуванню стохастичного растрування в певних зонах, що стає можливим при участі розмитих моделей, в складі нейронної мережі.

Важливість розв'язання цього завдання полягає у необхідності уникнути незапланованого явища, що зв'язано з фізичними особливостями світлових відтінків. Застосування автоматизації уникає можливості помилки користувача, при тому, що базові

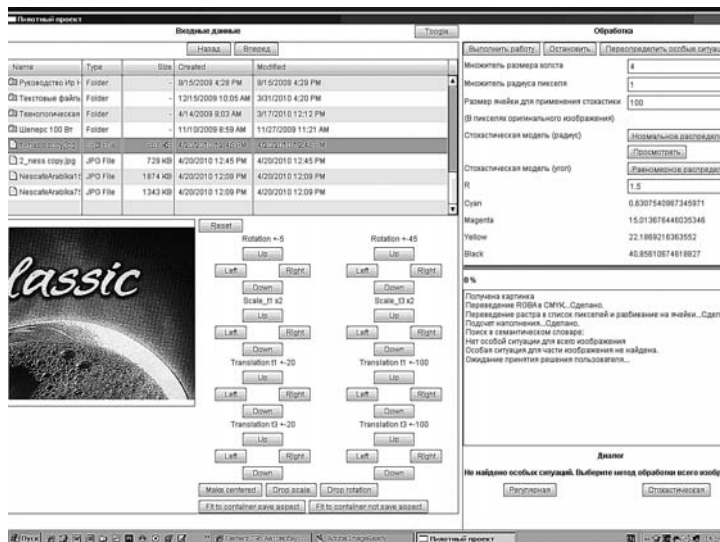


Рис. 3. Початок роботи програми управління растром

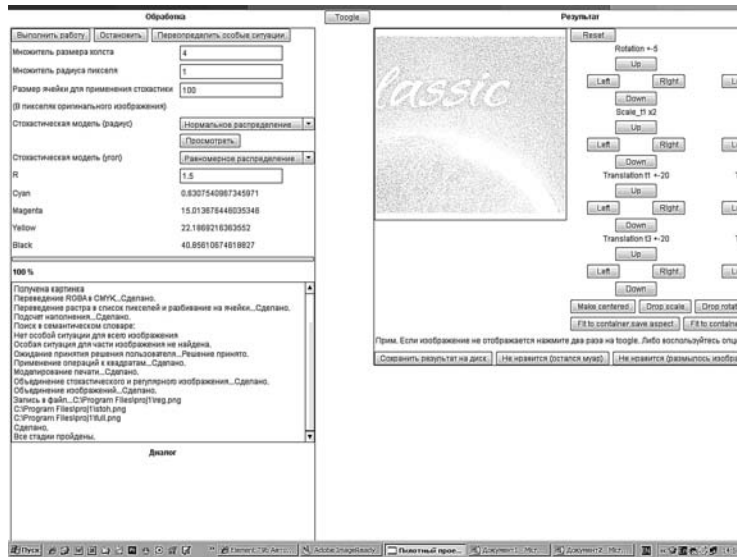


Рис. 4. Результат роботи програми з виведенням кінцевим зображенням

дані, отримані під час головного тестування, вносяться централізовано технологічними службами, що дає змогу безпосередньому користувачу підготувати додрукарський процес автоматично, тобто без впливу «людського фактору».

Результати роботи програми показано у вигляді фрагментів на рис. 3, 4.

На рис. 4 показано фрагмент початку роботи програми, вибір іміджа, розпізнавання пікселів та переведення в кольорову модель RGB.

На рис. 5 відображена кінцева стадія процесу, де очікується прийняття рішення споживачем, що стосується певних квадратів, які мають елементи особливої ситуації та прийняття самого рішення, що забезпечує зворотній зв'язок.

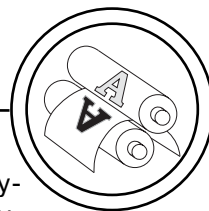
Файл записується в певну директорію для дальшого застосування його в запису файлу у

PS форматі, якій необхідний для виготовлення друкарських форм.

При зверненні до семантичного словника, ведеться пошук позначених в ньому особливих ситуацій та очікується прийняття рішення від користувача. В запропонованій схемі ми маємо технологічну модель, аналогічну змішаному раструванню, але керувану локально, згідно вимог технологічного процесу.

Висновки

В типовому процесі змішаного растрування оператор задає чітко визначенні кордони наповнення растру для усіх фарб разом. Застосування розмитих моделей у нейронній мережі, та за допомогою присутності семантичної бази правил, можна надати значення кожній складовій окремо, та в процесі додрукарської підготовки бути в певним, що при досягненні пев-



них значень, координати растрових точок будуть замінені певним чином.

Таким чином, розглянута в роботі система управління технологічним процесом додрукарської підготовки, дає можливість, як видно, робити корегувальні дії, щодо растрової точки, профілю, насиченості кольору без

додаткового тестування друкарського обладнання, а керуватися тільки першим правильно вимірним профілем. Крім того, є можливість, без додаткового тестування, стандартизувати відбиток на різних друкарських машинах в межах одного технологічного простору (наприклад, підприємства).

1. Кузнецов Ю. В. Основы подготовки иллюстраций к печати. Растрирование / Ю. В. Кузнецов. — М. : Мир книги, МГУП, 1998. — 135 с. (Учебное пособие для вузов). 2. Мендельсон Э. Введение в математическую логику. — М. : Наука, 1971. — 320 с. 3. Шашлов Б. А. Цвет и цветовоспроизведение / Шашлов Б. А. — М. : Стройиздат. — 1986. — 280 с. 4. О'Квин Д. Допечатная подготовка / О'Квин Д. — М. : Вильямс, 2001. — 590 с. (Руководство дизайнера). 5. Миронова Л. Н. Психологическое воздействие цвета / Л. Н. Миронова. — Минск : 1984. — 286 с. (глава Цветоведение).

Рецензент — Т. А. Роїк, д.т.н.,
професор, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 24.11.10