

Комп'ютерна програма синтезу зображення на відбитку для нової інформаційної та традиційних технологій кольорового друку

Б. М. Ковальський, М. Р. Семенів, М. В. Шовгенюк

Українська академія друкарства, м. Львів, Україна

*Corresponding author. E-mail: krykm@ukr.net

Paper received 24.06.2016; Accepted for publication 05.07.2016.

Анотація. Описані нові методи цифрової обробки кольорових видавничих оригіналів на стадії додрукарської підготовки форм на основі комп'ютерної програми синтезу кольорового зображення на відбитку для нової інформаційної технології ICaS-ColorPrint[®] та традиційних технологій кольорового друку. Приведена блок-схема цифрової обробки синтезованого кольорового зображення за критеріями максимуму накладання кольорових фарб та максимуму накладання кольорових і чорної фарб на друкарському відбитку в заданому діапазоні темних ділянок на відбитку. Обговорюються питання аналізу та визначення кількісних характеристик якості кольоровідтворення зображення на відбитку за новою інформаційною технологією в порівнянні із традиційними технологіями кольорового друку, значної економії кольорових фарб для кольорового друку, яку забезпечує використання нової технології ICaS-ColorPrint[®].

Ключові слова: цифрова обробка, комп'ютерна програма, колірний простір ICaS, синтез зображення на відбитку, накладання фарб TAC, інформаційна технологія кольорового друку.

Вступ. Розробка нових методів цифрової обробки кольорових зображень і спеціалізованого програмного забезпечення для створення нормалізованих технологічних процесів є однією з актуальних і перспективних напрямків розвитку сучасних інформаційних технологій кольорового друку ілюстрованих видань.

Сучасні технології виготовлення кольорової репродукції способами цифрового та офсетного друку базуються на автотипному синтезі кольорового зображення на папері трьома кольоровими: голубою (C), пурпурною (M) та жовтою (Y) і четвертою чорною (K) фарбами, який суттєво відрізняється від колірних систем реєстрації зображення в телевізійній і відеотехніці, цифрової фотографії. Стандартні профілі СМУК кольорового друку побудовані виключно на використанні багаторівневих табличних даних кольорів оригіналу і необхідних кількостей кольорових і чорної фарб для відтворення цього кольору на відбитку.

Особливо важлива стадія додрукарської підготовки ілюстрованих видань відповідно до вимог нового стандарту кольорового друку [1].

Короткий огляд публікацій. Запропонована і розроблена авторами інформаційна технологія ICaS-ColorPrint[®] базується на принципово новій теоретичній основі цифрової обробки зображення кольорового оригіналу, яка не має аналогів в практиці кольорового друку [2].

Автотипний принцип синтезу зображення на відбитку кольоровими фарбами описують рівняннями Ньюберга-Нейгебауера. Аналітичних рішень автотипних рівнянь до цього часу не було отримано, тому для прикладних задач кольороподілу використовують профілі СМУК, побудовані на табличних даних. Для вирішення цього завдання авторами вперше отримано аналітичні розв'язки рівнянь автотипного синтезу зображення на відбитку в колірному просторі ICaS [3].

Принципова перевага опонентного колірного простору ICaS в тому, що для характеристики і кількісної оцінки кольорів оригіналу використовують три нові координати: ахроматична координата I і дві хроматичні координати C і S . Ахроматична вісь простору ICaS однозначно і повністю характеризує нейтрально-сірі кольори зображення оригіналу, які на відбитку

друкують чорною фарбою. Для довільно обраного кольору хроматичні координати однозначно і повністю визначають дві кольорові фарби.

Відповідно до патенту [4] спосіб кольороподілу цифрового зображення на дві кольорові і чорну фарби здійснюють наступним чином. Якщо колір F пікселя цифрового зображення на CaS-діаграмі знаходиться в секторі кольорів, який обмежений зліва колірним тоном n -ої фарби і справа колірним тоном m -ої сусідньої фарби, то такий колір однозначно відтворюється на відбитку цими ж двома фарбами. Необхідну кількість кольорових фарб знаходять на основі аналітичного розв'язку системи двох нелінійних рівнянь автотипного синтезу. Принципово важливо, що аналітичний розв'язок завжди дає мінімальну кількість двох кольорових фарб, необхідну для колориметрично точного відтворення кольору F на відбитку.

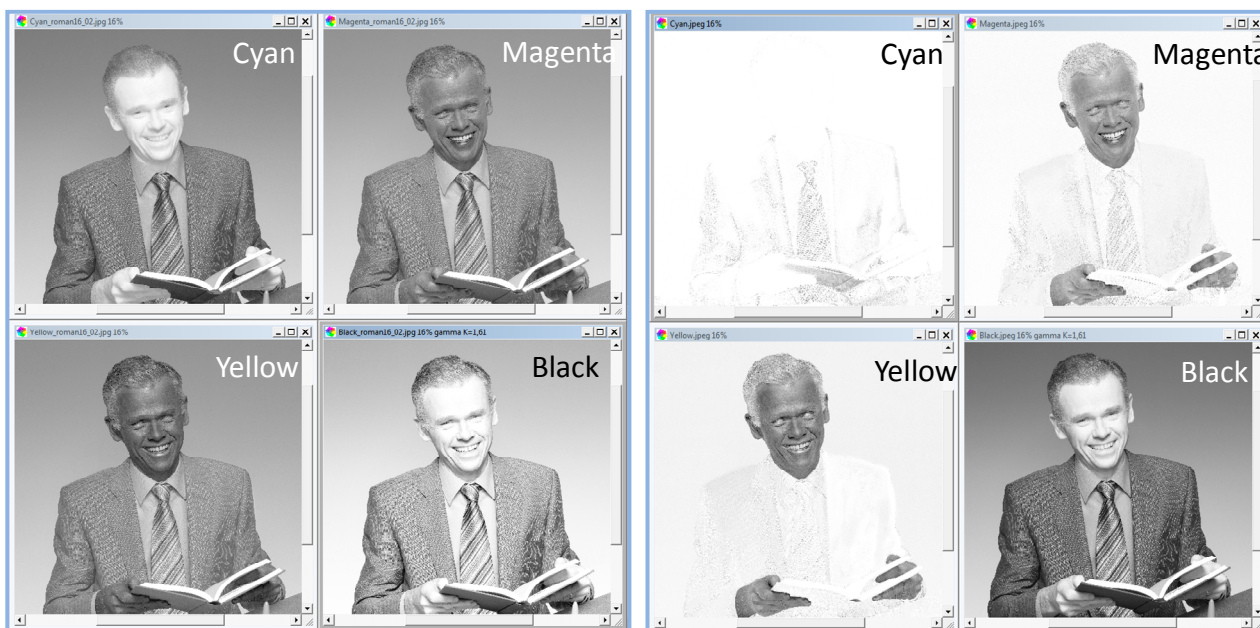
Мета роботи. В даній роботі описані нові методи цифрової обробки кольорових видавничих оригіналів на стадії додрукарської підготовки форм на основі комп'ютерної програми синтезу кольорового зображення на відбитку для нової інформаційної технології ICaS-ColorPrint[®] та традиційних технологій кольорового друку на основі використання стандартних профілів СМУК.

Опис комп'ютерної програми ICaS-Color Synthesis-2.0. Комп'ютерна програма "ICaS-Color Synthesis-2.0" призначена для синтезу зображення 4-ма та 6-ти друкарськими фарбами на основі аналітичної моделі рівнянь Ньюберга-Нейгебауера та колірних векторів друкарських фарб в колірному просторі ICaS [5]. Програма здійснює побудову колірного охоплення заданих фарб, відкриває кольороподілені зображення в форматі файлів *.jpeg, *.tiff кожної з фарб та проводить повний аналіз формування зображення кольоровими та чорною фарбами за критерієм TAC (Total Area Coverage) середнього покриття кожної фарби по площі зображення та в областях максимального накладання фарб. Програма дозволяє проводити гамма-корекцію фарб, виконувати технологічні операції додрукарської підготовки кольорового зображення оригіналу в моделі СМУК у форматі файлу *.tiff для цифрового та офсетного друку.

Принципова відмінність нової комп'ютерної програми від аналогічних програм цифрової обробки кольорового зображення в тому що вона реалізує аналітичний метод синтезу кольорів на відбитку на основі автотипних рівнянь Ньюберга-Нейгебауера. Для нової інформаційної технології ICaS-ColorPrint[®], для якої кольороподіл здійснюється на основі аналітичних розв'язків рівнянь Ньюберга-Нейгебауера, програма виконує аналітичний синтез кольорів двома кольоровими і третьою чорною фарбами на основі базових векторів кольорів двох фарб СМУК та їх попарних накладань. В програмі аналітичний метод синтезу узагальнений на випадок шестифарбового друку Pantone-Нexachrome.

Для традиційних технологій кількості друкарських фарб попередньо визначені на основі профілів СМУК. Аналітичний метод синтезу дозволяє з високою точністю розрахувати кольори на відбитку для вибраної тріади кольорових фарб із врахуванням нелінійності друкарського процесу.

На рис.1 показаний приклад комплекту кольороподілених зображень тестового оригіналу *roman 16_02_midtone* для інформаційної технології ICaS-ColorPrint[®] кольорового друку двома кольоровими і чорною фарбами, виготовлених на основі використання розв'язків рівнянь Ньюберга-Нейгебауера, та традиційної технології кольорового друку трьома кольоровими і чорною фарбами, отриманих на основі європейського стандарту ISO Coated v.2 (ECI) [6].



Технологія ICaS-ColorPrint

Традиційна технологія СМУК

Рис. 1. Кольороподілені зображення тестового оригіналу *roman 16_02_midtone*

Аналіз кольороподілених зображень виконується командою <Analysis>. Ця команда призначена для розрахунку середнього (по площі зображення) значення показника сумарної площі накладання друкарських фарб ТАС (Total Area Coverage), яка характеризує

витрати кожної з фарб за величиною середнього значення відносної площі растрових елементів на формі. На рис. 2 приведені результати аналізу кольороподілених зображень (рис. 1) для двох технологій кольорового друку.

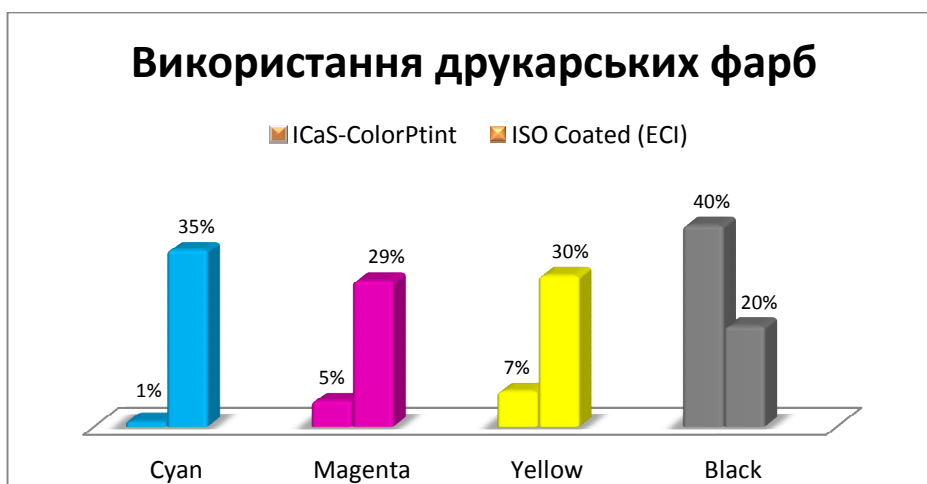


Рис. 2. Діаграма використання фарб для друку тестового зображення *roman 16_02_midtone*.

Як видно, для нової інформаційної технології ICaS-ColorPrint[®] використовується мінімальна кількість кольорових фарб, яка в сумі складає 13%. Для технології кольорового друку ISO Coated (ECI), яка побудована на класичному принципі синтезу кольорів трьома кольоровими фарбами, використовується велика кількість кольорових фарб, яка в сумі складає 94%. Звідси отримуємо, що при використанні технології ICaS-ColorPrint[®] досягається велика економія кольорових фарб 86% при друці тестового зображення *roman 16_02_midtone*. Загальна економія фарб СМҮК складає 53,5% незважаючи на те, що в новій технології використовується вдвічі більша кількість чорної фарби.

В комп'ютерній програмі "ICaS-Color Synthesis-2.0" реалізовані нові методи цифрової обробки синтезованого кольорового зображення на стадії додрукарської підготовки форм за критеріями максимуму накладання кольорових фарб та максимуму накладання кольорових і чорної фарб на друкарському відбитку, що набуває особливого практичного значення для контролю процесу кольорового друку відповідно до вимог нового стандарту [2].

Блок-схема цифрової обробки зображення на відбитку приведена на рис. 3. Для виконання алгоритму, який закладений в процедурі аналізу зображення (команда *Analysis*), необхідно ввести кольороподільні зображення фарб СМҮК (голуба, пурпурна, жовта та чорна) та параметри циклу – Ht (висота зображення в пікселях), Wd (ширина зображення в пікселях). Зчитування значення кольору зображень фарб СМҮК здійснюється в двох циклах: по рядках – лічильник *i* та по елементах в рядку – лічильник *j*. В середині циклу визначаються відносні площі растрових елементів поточного пікселя для всіх чотирьох зображень фарб. Отримані значення сумуються з врахуванням відносної площі чорної фарби та без неї і присвоюються змінним величинам TAC_СМҮК та TAC_СМҮ відповідно. Тоді перевіряються дві умови: перша – якщо змінна величина Max_TAC_СМҮ (на початку циклу дорівнює 0), яка відповідає максимальному значенню сумарної площі накладання трьох кольорових фарб є меншою, або рівною величині TAC_СМҮ, тоді Max_TAC_СМҮ присвоюється число змінної TAC_СМҮ. Друга умова – аналогічна першій, лише з тою відмінністю, що змінна величина Max_TAC_СМҮК враховує значення чорної фарби. Отже, якщо сумарне значення є більшим за попередні, то воно приймається показником сумарної площі накладання фарб TAC. Також в циклі здійснюється сумування відносних площ растрових елементів для кожного зображення фарб окремо. А по закінченні розглянутих двох циклів отримані результати виводяться на екран у вигляді діаграми з відповідними позначеннями та зберігаються у текстовому файлі.

Після визначення чисельного значення максимуму показника сумарної площі накладання фарб Max_TAC_СМҮК можна викликати команду <Показати максимальне значення TAC> (*Show Maximum TAC*). В алгоритмі здійснюється повторно зчитування елементів зображення та порівнюється значення сумарної площі накладання фарб TAC_СМҮК з максимальним значенням враховуючи

границю відхилення від нього – (Max_TAC_СМҮК–Δ). В результаті на синтезованому зображенні отримуємо позначені червоним кольором пікселі, колір яких можна відтворити максимальним значенням сумарної площі накладання фарб, або не меншим за встановлену границю.

Обговорення результатів синтезу зображення на відбитку. На рис. 4, справа результат аналітичного методу синтезу тестового зображення, кольороподіленого за європейським стандартом ISO Coated v.2 (ECI). Для синтезу використані базові вектори кольорів фарб СМҮК, отримані на основі колориметричних вимірювань нормалізованих технологічних умов компанії Юнівест ПреПрес (м. Київ), що відповідають вимогам європейського стандарту друку. Як видно, аналітичний метод забезпечує високу якість синтезу тестового зображення на відбитку.

Особливий інтерес представляли дослідження технологічних умов друку тестового зображення *roman 16_02_midtone* на відбитку, кольороподіленого за традиційною технологією кольорового друку трьома кольоровими і чорною фарбами, в областях максимуму накладання друкарських фарб. Аналіз кольороподілених зображень за допомогою комп'ютерної програми показує, що для цього тестового зображення Max_TAC_СМҮ = 265%, що характеризує високий процент кольорових фарб в темних ділянках зображення. Відповідно, граничне накладання чотирьох фарб Max_TAC_СМҮК = 363%. Це наперед завищений процент, який не відповідає вимогам стандарту кольорового друку. Для цього проведена цифрова обробка синтезованого зображення в області максимуму накладання фарб $330\% \leq \text{Max_TAC_СМҮК} \leq 363\%$, результати якої показані на рис. 4, зліва.

Як видно, комп'ютерна програма "ICaS-Color Synthesis-2.0" дозволяє візуалізувати на майбутньому відбитку критичні області максимуму накладання фарб, що можливо досягнути на основі аналітичного методу синтезу кольорового зображення. Характерно, що на контрольних полях тестового зображення *roman 16_02_midtone* критичних областей немає. Це вказує на те, що на стадії додрукарської підготовки форм необхідно проводити повний аналіз зображення на відбитку. Проведені додаткові дослідження показують, що із врахування нелінійності друкарського відбитку граничні значення Max_TAC_СМҮК відповідають вимогам нового стандарту кольорового друку [1].

Використання нової інформаційної технології ICaS-ColorPrint[®] забезпечує оптимальні технологічні умови кольорового друку. На рис. 5 приводиться результат синтезу кольорового зображення на відбитку для нової інформаційної технології ICaS-ColorPrint[®] кольорового друку двома кольоровими і чорною фарбами. При мінімумі використання кольорових фарб ця технологія забезпечує детальну роботу на відбитку дрібних деталей тестового зображення *roman 16_02_midtone*, широку гаму тілесних кольорів. Аналіз показує, що гранична межа накладання кольорових фарб рівна Max_TAC_СМҮ = 200%, якої неможливо досягнути в традиційних технологіях кольорового друку. Важливо, що граничне значення максимуму накладання фарб

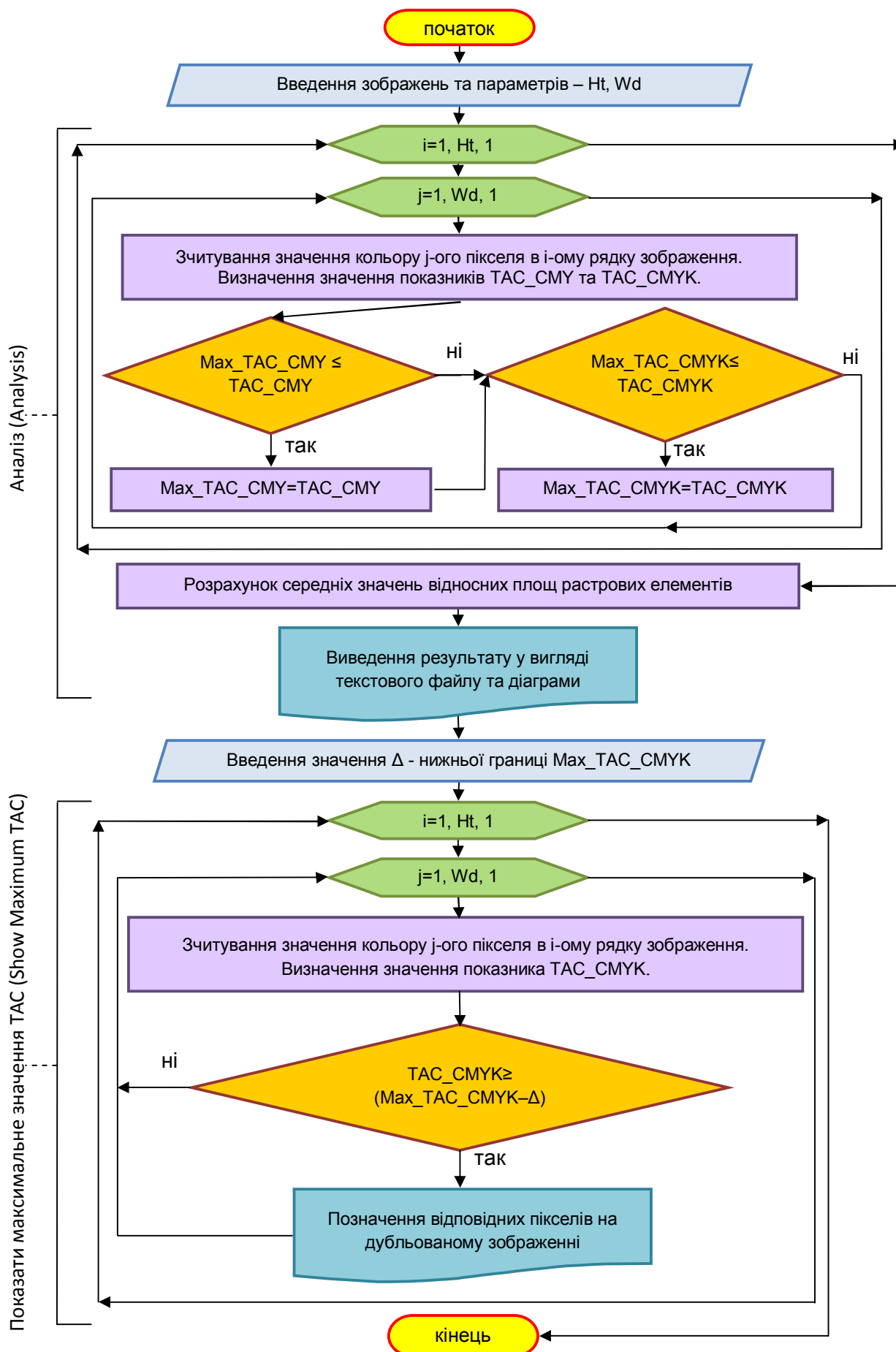


Рис. 3. Блок-схема цифрової обробки синтезованого зображення на відбитку.

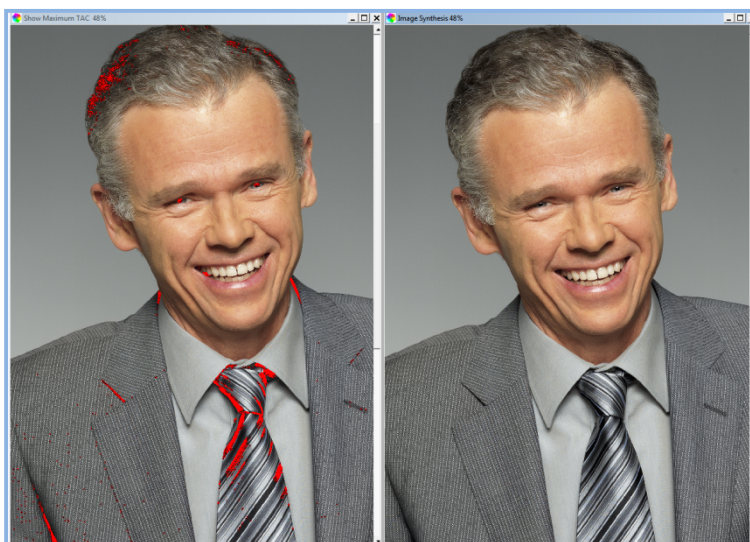


Рис. 4. Результат обробки (зліва) тестового зображення roman 16_02_midtone

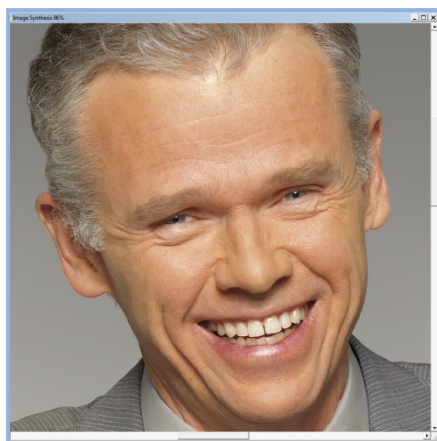


Рис. 5. Результат синтезу тестового зображення roman 16_02_midtone для нової інформаційної технології ICaS-ColorPrint[®]

$Max_TAC_CMYK = 286\%$, що характеризує “ідеальні” умови кольорового друку і забезпечує детальну проробку темних ділянок зображення на відбитку.

Друга важлива технологічна операція, яку виконує комп’ютерна програма, полягає у градаційній гамма-

корекції кольороподілених зображень, яка здійснюється за допомогою команди <Gamma Correcting>, для покращення якості процесу кольороподілу зображення на відбитку із врахуванням сюжетних особливостей видавничого оригіналу та умов друку.

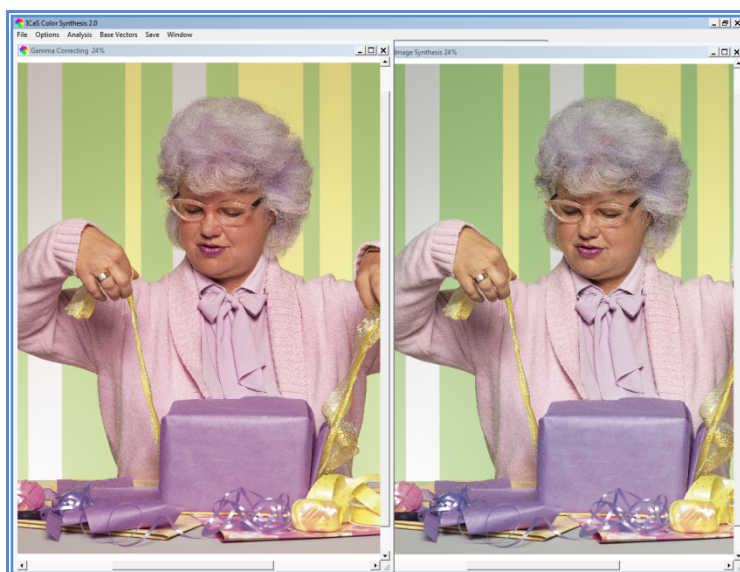


Рис. 6. Результат гамма-корекції двох фарб тестового зображення roman 16_12_pastel

Як видно із рис. 6, зліва, в результаті виконання гамма-корекції двох кольороподілених зображень – зменшення голубої і збільшення пурпурної фарб на синтезованому зображенні суттєво змінюється загальний колірний відтінок на відбитку в порівнянні із базовим зображенням на рис. 6, справа. Важливо відмітити, що для класичної технології кольороподілу надмірна гамма-корекція кольорових фарб завжди буде приводить до зміни балансу кольорового зображення по-сірому. Принципова перевага нової технології ICaS-ColorPrint® в тому, що незалежно від степені гамма-корекції кольорових і чорної фарб баланс кольорового зображення по-сірому залишається незмінним, що дозволяє на етапі додрукарської підготовки зображення оригіналу ефективно управляти кольором на друкарському відбитку.

Висновки. На основі проведених досліджень показано:

1. Використання комп'ютерної програми "ICaS-Color Synthesis-2.0", в якій вперше реалізований аналітичний метод синтезу зображення на відбитку на основі автотипних рівнянь Ньюберга-Нейгебауера та базових векторів кольорів друкарських фарб, дозволяє

на стадії додрукарської підготовки форм проводити повний аналіз кольороподілених зображень для нової інформаційної технології кольорового друку двома кольоровими і чорною фарбами та традиційних технологій кольорового друку трьома кольоровими і чорною фарбами незалежно від вибору стандартних профілів СМУК та використання спеціального програмного забезпечення для їх реалізації.

2. Розроблені нові методи цифрової обробки кольорового зображення на відбитку, які дозволяють проводити розрахунок використання кольорових фарб для різних технологій кольорового друку, визначити граничні межі максимуму накладання кольорових і чорної фарб в темних ділянках друкарського відбитка, виконувати операції гама-корекції кольорових і чорної фарб на відбитку.

3. Показано, що використання нової інформаційної технології ICaS-ColorPrint® синтезу зображення двома кольоровими і чорною фарбами забезпечує оптимальні умови кольорового друку, високу якість кольорівідтворення на відбитку та досягнення значної економії друкарських кольорових фарб.

ЛІТЕРАТУРА

1. Process control for the production of half-tone color separation, proof and production prints. Part 2: Offset processes. – Graphic technology. – Geneva, Switzerland. – ISO/DIS 12647-2-2013.
2. Шовгенюк М. В., Ковальський Б. М. New information technology of digital color printing ICaS-ColorPrint® // Proc. International Scientific Conference "Hight Technology. Business. Society 2016", Bulgaria. Vol. 5/191, P. 115-121, 2016.
3. Шовгенюк М. В., Крик М. Р. Аналитическое решение уравнений автотипного синтеза изображения в цветовом пространстве ICaS – Доклады НАН Украины, 2012, № 11.- С.81-86.
4. Заявка WO2014088525. Способ разделения цветов цифрового изображения на две цветные и черную краски // Шовгенюк М.В. Публикации 12.06.2014.
5. Свідоцтво № 64598. Комп'ютерна програма " ICaS-Color Synthesis-2.0" /Автори: Шовгенюк М.В., Ковальський Б.М., Семенів М.Р. Дата реєстрації авторського права на твір – 22.03.2016 р.
6. ECI offset profiles 2009. European Color Initiative (ECI) – Режим доступу : <http://www.eci.org>

REFERENCES

1. Online Browsing Platform (2013), "ISO 12647-2:2013. Graphic technology – Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints – Part 2: Offset lithographic processes", available at: <https://www.iso.org>.
2. Shovhenyuk M. V., Kovalskyi B. M. (2016), "New information technology of digital color printing ICaS-ColorPrint®", Proc. International Scientific Conference "Hight Technology. Business. Society 2016", Bulgaria. Vol. 5/191, pp. 115-121.
3. Shovhenyuk M. V., Kryk M. R. (2012), "The analytical solution of autotype equations of image synthesis in the color space ICaS", Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine, No. 11, pp. 81-86.
4. U.S. Patent Application No. WO2014088525 A1. (2014). Shovhenyuk M. V. "A method of separating the digital image into two colored and black inks".
5. Shovhenyuk M. V., Kovalskyi B. M., Semeniv M.R. (2016), The computer program "ICaS-Color Synthesis-2.0", Certificate No. 64598.
6. European Color Initiative (ECI), ECI offset profiles 2009, available at: <http://www.eci.org>.

Computer program for the image synthesis on impress for the new information and traditional technologies of color printing Kovalskiy B., Semeniv M., Shovgenyuk M.

Abstract. Described new methods of digital processing of color originals publishing prepress stage forms-based computer program for synthesis the color image on the impress for the new information technology ICaS-ColorPrint® and traditional technologies in colored printing. Presented the block diagram of a digital processing color image synthesized by criteria of maximum total coverage of colored inks and total coverage of maximum colored and black inks prints in a given range dark areas on the impress. The problems of analysis and quantification of quality color reproduction characteristics of the image to impress the new information technology compared to traditional technologies of color printing, significant savings colored inks for color printing, which ensures the use of new technology ICaS-ColorPrint®.

Keywords: digital processing, software, color space ICaS, synthesis image on the impress, total area coverage of inks TAC, information technologies of color printing.

Компьютерная программа синтеза изображения на оттиске для новой информационной и традиционных технологий цветной печати

Б. М. Ковальский, М. Р. Семенов, М. В. Шовгенюк

Аннотация. Описаны новые методы цифровой обработки цветных издательских оригиналов на стадии допечатной подготовки форм на основе компьютерной программы синтеза цветного изображения на оттиске для новой информационной технологии ICaS-ColorPrint® и традиционных технологий цветной печати. Приведена блок-схема цифровой обработки синтезированного цветного изображения по критериям максимума наложения цветных красок и максимума наложения цветных и черной красок на печатном оттиске в заданном диапазоне темных участков на отпечатке. Обсуждаются вопросы анализа и определения количественных характеристик качества цветовоспроизведения изображения на оттиске по новой информационной технологии по сравнению с традиционными технологиями цветной печати, значительной экономии цветных красок для цветной печати, которую обеспечивает использование новой технологии ICaS-ColorPrint®.

Ключевые слова: цифровая обработка, компьютерная программа, цветовое пространство ICaS, синтез изображения на оттиске, наложения красок TAC, информационная технология цветной печати.