

УДК 655.027; 655.392

АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ КОЛЬОРОВИХ ФАРБ

М. Р. Семенів, В. В. Семенів, З. І. Плахтина

*Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

Питанню оптимізації використання друкарських фарб та заощадженню на їхній вартості приділяють велику увагу в сучасних методах кольороподілу. Проаналізовано результати оптимізації кольорових фарб для друку сорока фотографій різного жанру в двох спеціалізованих програмах — в Color Hub від Alwan (Франція) та ICaS-Color Synthesis (Україна). За результатами оптимізації найбільше значення економії кольорових фарб досягнуто для вибірки зображень натюрморту, найменше для фотографій архітектури. Результати підтверджують, що вид жанру фотографічного зображення суттєво впливає на результати кольороподілу та оптимізації друкарських фарб. З погляду економії кольорових фарб для кожного окремо взятого зображення максимальне значення економії забезпечує ICaS-Color Synthesis. Для якісного аналізу використання кількості фарб враховано показник сумарної площі накладання фарб (TAC). Максимальне значення якого для оптимізованих зображень програмою Alwan Color Hub не є стабільним і коливається в межах від 284 до 331 %. Оптимізація кольорових фарб за програмою ICaS-Color Synthesis для 34 зображень забезпечує стабільне значення TAC 300 %. Отже, вітчизняна технологія кольороподілу і оптимізації друкарських фарб не поступається закордонним комерційним аналогам та забезпечує суттєву економію використання кольорових фарб та стабільність друкарського процесу.

Ключові слова: *кольороподіл, оптимізація використання друкарських фарб, спеціалізоване програмне забезпечення, фотографічне зображення, економія кольорових фарб.*

Постановка проблеми та актуальність дослідження. Виготовлення друкованої продукції неможливе без витратних матеріалів. Постачальники на ринку витратних матеріалів розширюють їх спектр для видавничо-поліграфічної справи. Ціна, якість та обслуговування — три рушійні сили, що впливають на попит витратних матеріалів, зокрема на друкарські фарби [1]. Постає питання як оптимізувати процес використання друкарських фарб, заощадити та при цьому не втратити якість виготовленої продукції. Процес оптимізації полягає у забезпеченні максимального використання динамічного діапазону та гамми кольорів при збереженні плавності та передбачуваності градацій яскравості. Саме цьому питанню приділяють велику увагу в сучасних методах кольороподілу.

Методи оптимізації використання кольорових фарб стають дедалі актуальнішими і успішно впроваджені у таких компаніях, як Agfa, Alwan Color Expertise,

Cadgraf, ColorLogic GmbH та ін. Застосунок компанії Alwan Color Expertise, яка є світовим лідером в галузі програмного забезпечення для управління кольором, технологічних процесів і стандартизації, Alwan Color Hub дає змогу заощадити фарбу і тонер до 30 % завдяки восьмирівневій заміні сірої компоненти [2, 3]. Аналізуючи програмне забезпечення, доцільно було б згадати, що після восьми років у сфері автоматизації додрукарської підготовки газет Agfa розширила сферу застосування IntelliTune на комерційний і видавничий сегменти. За допомогою технології багатовимірної обробки (Multi-Dimensional Processing) програма оцінює динамічний діапазон зображення і його колірні характеристики, після чого пропонує відповідне коригування [4]. Завдяки удосконаленню GMG InkOptimizer здатна перевищувати математичні можливості оптимізації фарби, що забезпечує найбільшу економію фарб в межах колориметричного відтворення [5]. Новим рішенням на ринку програмного забезпечення оптимізації друкарських фарб є OnColor ECO, яке автоматично аналізує PDF-файли, використовуючи заміну сірої компоненти кольорів (GCR), визначає оптимальну кількість фарби, необхідної для отримання найкращої якості зображення. Використовує складні алгоритми, а також ICC-профілі для введення і виведення зображень [6].

Суттєво відрізняється від використовуваних технологія ресурсозбереження під час відтворення кольорів у багатофарбовому друці — ICaS-ColorPrint. Основна відмінність її полягає у зміні ідеології відтворення кольору на відбитку. Суть технології полягає у перетворенні кольорів з моделі RGB (червоне, зелене, синє випромінювання) в СМҮК (голуба, пурпурна, жовта, чорна фарби) шляхом розв'язування рівнянь автотипного синтезу (поєднання адитивного та субтрактивного синтезу кольорів на друкарському відбитку), однозначне вирішення яких можливе лише за умови мінімуму фарб [2].

Сьогодні, коли цифрові технології динамічно розвиваються, більшість друкарень, репроцентрів і студій додрукарської підготовки макетів широко використовують у своїй роботі ідеологію і засоби управління кольором під час вирішення завдання якісного відтворення. Постачальники додрукарських рішень пропонують дедалі більше можливостей для оптимізації і стабілізації зображень під час друку. Частина починає з додаткового коректування зображень перед додаванням у макет, інші надають перевагу оптимізації PDF-файлів безпосередньо перед поданням на друк. Вплив колірної гами зображень безумовно впливає на процес оптимізації друкарських фарб. Тому цікавим буде аналіз застосування методів та технологій оптимізації кількості фарб для відтворення різножанрових фотографічних зображень.

Мета статті — проаналізувати результати оптимізації СМҮК-каналів зображень, що належать до різних жанрів фотографії. Відповідно до мети сформульовані такі **завдання**: здійснити оптимізацію СМҮК-каналів 40 різножанрових фотографічних зображень за параметром використання друкарських фарб у програмному забезпеченні Alwan Color Hub та ICaS-Color Synthesis; порівняти кількісні та якісні показники оптимізації кольороподілу зображень.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для досягнення поставленої мети було відібрано сорок цифрових фотозображень, які відрізняються за сюжетом: пей-

зажі, портрети, архітектура та натюрморт. Під час вибору фотографій основними критеріями була висока роздільна здатність, наявність складних для відтворення ділянок темних та яскравих кольорів. Класифікація таких зображень необхідна для того, щоб ми змогли проаналізувати наскільки ефективно використане програмне забезпечення матиме змогу оптимізувати процес використання фарб і при тому не погіршити якість зображень. Для аналізу обрано дві комп'ютерні програми, які застосовують істотно різні методи оптимізації друкарських фарб: Alwan Color Hub та ICaS-Color Synthesis.

У комп'ютерну програму Alwan Color Hub потрібно імпортувати зображення, яке було попередньо перетворене з моделі RGB в CMYK у програмі опрацювання растрової графіки Adobe PhotoShop. За допомогою команди «Output Color Space» (*Колірний простір виведення*) є можливість обрати колірний простір CMYK та необхідний при друці ICC-профіль. У вікні налаштування кольороподілу зображення розміщений список із запропонованими варіантами економії фарби: використання вихідного ICC-профілю для кольороподілу; залишити кольороподіл без змін; «General purpose GCR» — аналог генерації чорної фарби у Adobe PhotoShop; використання технології GCR (Gray Component Replacement — заміна сірої компоненти); застосування опції «Dynamic Maximum Black», яка дає змогу використовувати максимальну можливу кількість чорної фарби; «Minimum TAC and Ink Usage» — під час вибору цього параметра досягається мінімальне використання друкарських фарб. Важливою для дослідження є вкладка «Reporting» (*Звітність*) у вікні налаштувань оптимізації зображень. У цьому вікні потрібно вказати «Ink Consumption Statistics» (*Статистика витрат фарби*) [3].

У результаті проведення оптимізації кольороподілу отримуємо PDF-файл, у якому відображається загальна інформація про документ, зокрема про використаний ICC-профіль для режиму CMYK; зображення із позначеними на ньому яскраво-зеленим кольором пікселями, які перевищують допустимі значення сумарної площі накладання фарб (TAC) (рис. 1); розміщена інформація безпосередньо про економію кольорової друкарської фарби та середні значення голубої, пурпурної, жовтої і чорної фарб (рис. 2) відповідно до використаного ICC-профілю.

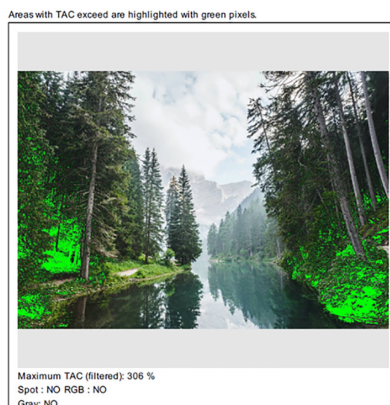


Рис. 1. Опрацьоване зображення у програмі Alwan Color Hub

Ink Saving	orig(%)	opt(%)	Δ (%)	orig(gr)	opt(gr)	Δ (gr)	Δ (€/\$/€)
Cyan	55.85	18.99	-36.86	29937.06	10180.08	-19756.99	-108.66
Magenta	38.47	3.61	-34.87	20622.73	1932.62	-18690.11	-102.80
Yellow	50.57	20.87	-29.70	27108.01	11188.22	-15919.79	-87.56
Black	43.82	61.96	18.14	23489.68	33214.62	9724.94	38.90

Рис. 2. Статистичні дані друкарських витрат у програмі Alwan Color Hub

Для початку роботи у програмі ICaS-Color Synthesis необхідно налаштувати палітру «Base vectors» (*Базові вектори*), а саме: вибрати базові кольори фарб та їх попарного накладання зі списку, або завантажити власні значення; вказати показник нелінійності друкарського процесу на відбитках кольорових та чорної фарб [7]. Тобто, на відміну від попередньої програми, не використовується ICC-профіль, а лише характеристичні дані вимірювань віддрукованих контрольних полів. У програмі відкриваються зображення у двох моделях RGB та CMYK. Якщо зображення у моделі RGB, то за допомогою програми можна здійснити перетворення зображення в модель CMYK під задані умови друку (базові кольори та параметри нелінійності градаційної тонопередачі). Потрібно зауважити, що параметри оптимізації у програмі недоступні, оскільки розв'язки рівнянь забезпечують оптимальні співвідношення фарб. Результати кольороподілу зображення зберігаються у форматі файлу *.tiff. Доступною є команда «Analysis» (*Аналіз*), в результаті виконання якої відображається інформація про витрати фарб. Також у програмі, аналогічно до попередньої, є можливість визначити пікселі на зображенні з максимальним значенням сумарної площі накладання фарб, які позначаються червоним кольором (рис. 3). Розрахунок економії фарб можливий за умови оптимізації зображень у моделі CMYK.



Рис. 3. Опрацьоване зображення у програмі ICaS-Color Synthesis

Кількісні та якісні показники зображень, які оптимізовані за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Було здійснено оптимізацію 40 фотографічних зображень за допомогою програмного забезпечення Alwan Color Hub та ICaS-Color Synthesis. За результатами оптимізації найбільшого значення економії кольорових фарб, а саме 129,40 %, можна досягти для вибірки зображень натюр-морту. Найменше значення економії досягнуто шляхом оптимізації фотографічних зображень архітектури — 80,66 %. Такі результати підтверджують припущення, що вид жанру фотографічного зображення суттєво впливає на результати кольороподілу та оптимізації друкарських фарб.

Гістограми економії кольорових фарб за результатами двох спеціалізованих програм подано на рис. 4–5. По осі абсцис відкладено порядковий номер зображення, а по осі ординат середнє значення економії кольорових фарб. Якщо в Alwan Color Hub відсоток економії зберігається від зображення до зображення, то в ICaS-Color Synthesis економія тої чи іншої фарби залежить від колірною і тонального діапазону зображення. Це пояснюємо різними методами та алгоритмами оптимізації, які застосовуються у досліджуваних програмних забезпеченнях.

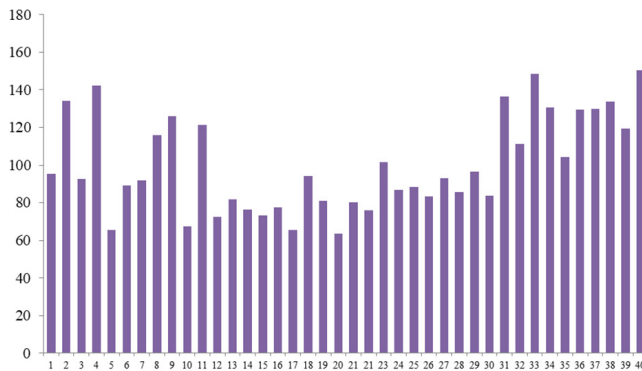


Рис. 4. Розподіл величин економії кольорових фарб, отриманих у програмі Alwan ColorHub

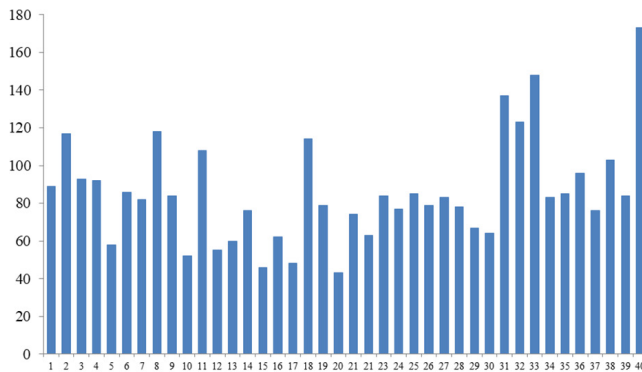


Рис. 5. Розподіл величин економії кольорових фарб, отриманих у програмі ICaS-Color Synthesis

Якщо розглядати економію окремо для кожного зображення, то максимальне значення економії забезпечує саме ICaS-Color Synthesis: Cyanmax=66 %, що на 9,82 % більше від Alwan Color Hub, Magentamax=59 %, що на 9,62 % більше від оптимізації за програмою Color Hub, Yellowmax=50 %, що на 3,65 % більше від результатів оптимізації в Color Hub. Максимальне значення економії кольорових фарб CMYmax=173 %, що на 22,58 % більше від Alwan Color Hub.

Для якісного аналізу використання кількості фарб необхідно враховувати показник ТАС (Total Area Coverage — сумарна площа накладання фарб). Цей показник характеризує витрати кожної з фарб за величиною відносної площі растрових елементів на формі. Вводяться обмеження на максимально допустиму кількість фарби ТАС (сумарна площа накладання) під час друкування з метою уникнення перезволоження паперу, що може призвести до погіршення якості відтворення кольорів [8].

Побудовано розподіл максимального значення ТАС для досліджуваних зображень за результатами кольороподілу за ICC-профілем ISO Coated v2 (ECI) та за результатами оптимізації кольорових фарб в розглянутому програмному забезпеченні Alwan Color Hub та ICaS-Color Synthesis. Максимальне значення ТАС для оптимізованих зображень програмою Alwan Color Hub не є стабільним і коливається від 284 до 331 % (рис. 6). Оптимізація кольорових фарб за програмою ICaS-Color Synthesis для 34 зображень забезпечує стабільне максимальне значення ТАС 300 % (рис. 6). Для решту п'яти зображень значення ТАС є в межах від 255 до 298 %. Отже, застосування ICaS Color Synthesis для оптимізації кольорових фарб забезпечить стабільність і точність друку зі значною економією кольорових фарб.

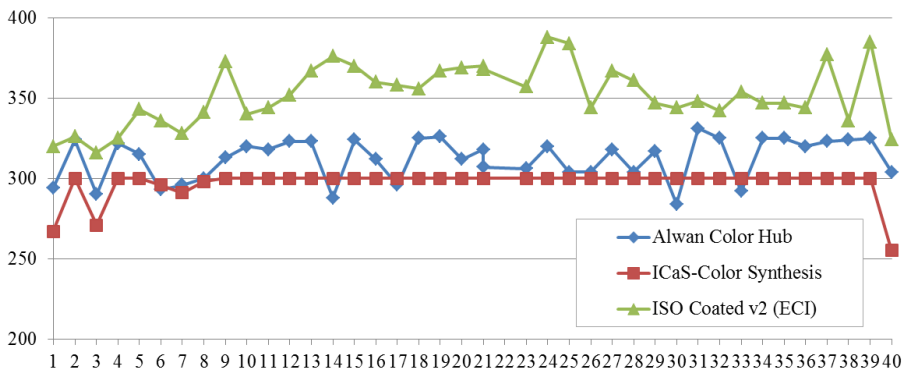


Рис. 6. Розподіл максимального значення ТАС для досліджуваних зображень за результатами кольороподілу

Побудовано гістограми розподілу величини економії кольорових фарб CMY за результатами оптимізації двох програм Alwan Color Hub та ICaS-Color Synthesis. Десять зображень з економією кольорових фарб в діапазоні значень 75–87 % реалізує програма Alwan Color Hub. Програма ICaS Color Synthesis оптимізувала шістнадцять зображень з такою самою економією — 73–88 %.

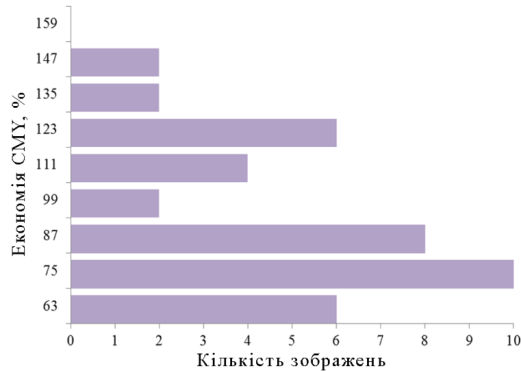


Рис. 7. Гістограми розподілу величини економії кольорових фарб СМУ за результатами оптимізації зображень у програмі Alwan Color Hub

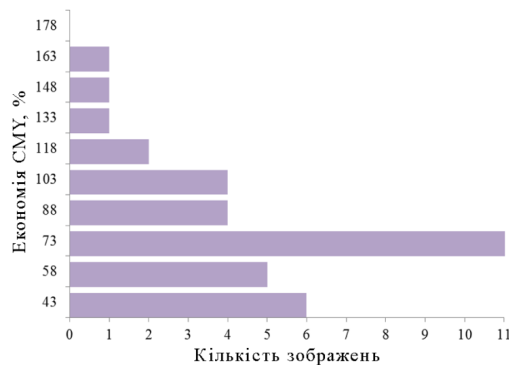


Рис. 8. Гістограми розподілу величини економії кольорових фарб СМУ за результатами оптимізації зображень у програмі ICaS-Color Synthesis

Висновки. Програмне забезпечення на основі рівнянь автотипного синтезу з використанням колірному простору ICaS за результатами оптимізації кольорових фарб не поступається закордонним комерційним аналогам та забезпечує суттєву економію використання кольорових фарб та стабільність друкарського процесу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Фарба для друку. URL: <http://drukarstvo.com/farba-dlya-druku>.
2. Розробка технології ресурсозбереження при відтворенні кольорів у багато фарбовому друці / Семенів В. В., Семенів М. Р., Занько Н. В., Ковальський Б. М. URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/31984/1/Semeniv_Semeniv_Zanko_Kovalski_104-109.pdf.
3. AlwanColorHub 6 — PDF ColorManagement Server. URL: <https://www.alwancolor.com/products/alwan-colorhub>.
4. Ink Tune. URL: <https://www.agfa.com/printing/products/inktune>.
5. Reduce ink. Gain quality: GMG InkOptimizer. URL: https://gmgcolor.com/fileadmin/Products/-PDF_Infomaterial/GMG-InkOptimizer-EN.pdf.

6. On Color Ink Saving. URL: <http://cadgraf.com/otw-portfolio/oncolor-eco/?mode=grid>.
7. Ковальський Б. М., Семенів М. Р., Шовгенюк М. В. Комп'ютерна програма синтезу зображення на відбитку для нової інформаційної та традиційних технологій кольорового друку. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*. 2016. IV (10). Issue: 91. Pp. 72–78.
8. Занько Н. В., Писанчин Н. С., Шовгенюк М. В. Оцінка розтискування триадних фарб на основі показника нелінійності. Комп'ютерні технології друкарства. 2008. № 20. С. 247–259.

REFERENCES

1. Farba dlia druku. Retrieved from <http://drukarstvo.com/farba-dlya-druku> (in Ukrainian).
2. Semeniv, V. V., Semeniv, M. R., Zanko, N. V., & Kovalskyi, B. M. (2019). Rozrobka tekhnologii resursozberezhennia pry vidtvorenni koloriv u bahato farbovomu druzsi. Retrieved from https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/31984/1/Semeniv_Semeniv_Zanko_Kovalski_104-109.pdf (in Ukrainian).
3. AlwanColorHub 6 — PDF ColorManagement Server. Retrieved from <https://www.alwancolor.com/products/alwan-colorhub> (in English).
4. Ink Tune. Retrieved from <https://www.agfa.com/printing/products/inktune> (in English).
5. Reduce ink. Gain quality: GMG InkOptimizer. Retrieved from https://gmgcolor.com/fileadmin/Products/PDF_Infomaterial/GMG-InkOptimizer-EN.pdf (in English).
6. On Color Ink Saving. Retrieved from <http://cadgraf.com/otw-portfolio/oncolor-eco/?mode=grid> (in English).
7. Kovalskyi, B. M., Semeniv, M. R., & Shovheniuk, M. V. (2016). Kompiuterna prohrama syntezu zobrazhennia na vidbytku dlia novoi informatsiinoi ta tradytsiinykh tekhnologii kolorovoho druku: *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*, IV(10), 91, 72–78 (in Ukrainian).
8. Zanko, N. V., Pysanchyn, N. S., & Shovheniuk, M. V. (2008). Otsinka roztyksuvannia triadnykh farb na osnovi pokaznyka neliniinosti: *Kompiuterni tekhnologii drukarstva*, 20, 247–259 (in Ukrainian).

doi: 10.32403/2411-3611-2021-1-39-89-97

ANALYSIS OF SOFTWARE FOR OPTIMIZATION OF COLOR INKS USAGE

M. R. Semeniv, V. V. Semeniv, Z. I. Plakhtyna

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv 79020, Ukraine
krykm@ukr.net*

The production of printed products is impossible without consumables, a gradual increase in prices for which is inevitable. The issue of optimizing of using printing inks and saving on their cost is given much attention in modern methods of color separation. Methods for optimizing the use of color inks are becoming increasingly relevant and

successfully implemented by world leaders in the field of color management software. Therefore, the specialized software of the Alwan Color Expertise company – Alwan Color Hub allows to save inks and toner to 30%. The domestic technology ICaS-ColorPrint significantly differs from the used one, the main its difference is the changing ideology of color reproduction on the imprint.

The results of optimization of color printing inks for forty photos of different genres in two specialized programs in ColorHub from Alwan (France) and ICaS ColorSynthesis (Ukraine) have been analyzed. According to the results of optimization, the highest value of saving color inks is achieved for the selection of still life images, the lowest value for photographic images of architecture. The results confirm that the type of photographic image genre significantly affects the results of color separation and optimization of printing inks. In terms of saving color inks for each individual image, the maximum value of savings provides ICaS-Color Synthesis. For a qualitative analysis of the use of the number of inks, the indicator of the total area of inks application (TAC) is taken into account. The maximum value for optimized images by Alwan Color Hub is not stable and ranges from 284% to 331%. Optimization of color inks by ICaS-Color Synthesis for 34 images provides a stable TAC value of 300%. Ten images with color ink savings in the range of 75-87% were processed by Alwan Color Hub. ICaS Color Synthesis has optimized sixteen images with the same savings of 73-88%. Thus, the domestic technology of color separation and optimization of printing inks is not inferior to foreign commercial counterparts and provides significant savings in the use of color inks and the stability of the printing process.

Keywords: *color separation, printing inks optimization, specialized software, photographic image, color inks saving.*

Стаття надійшла до редакції 06.05.2021.

Received 06.05.2021.