

УДК 655.3.021

**ВИМОГИ ДО ТОЧНОСТІ ВІДТВОРЕННЯ КОЛЬОРУ  
В СУЧАСНОМУ РЕПРОДУКЦІЙНОМУ ПРОЦЕСІ**

©Гордєєв А. С.

*Українська інженерно-педагогічна академія***Інформація про автора:**

**Гордєєв Андрій Сергійович:** ORCID: 0000-0001-6521-3937; gordeew@ukr.net; доктор технічних наук; професор кафедри інформаційних комп'ютерних і поліграфічних технологій; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Метою роботи є дослідження властивостей штрихового зображення при застосуванні різних растрових структур.

Сучасні споживачі поліграфічної продукції ставлять перед поліграфічними підприємствами все більш і більш високі вимоги до якості готової поліграфічної продукції, а разом з тим і до всього поліграфічного репродукційного процесу. Кілька десятиліть тому ситуація була дещо інша: крім знижених вимог до якості друку з боку споживачів, весь цикл поліграфічного репродукційного процесу проходив в межах одного підприємства. Хоча технології обробки образотворчої інформації того часу і були трудомісткі, але близькість розташування всіх ланок технологічного процесу робила можливим оперативне внесення виправлень, у разі помилок кольорокорекції і кольороподілу.

Тепер же у світовій поліграфічній галузі спостерігається тенденція до «поділу виробництва в просторі». Тобто існують спеціальні фірми, що займаються лише обробкою зображень і їх підготовкою до поліграфічного відтворення, існують підприємства, що займаються лише безпосередньо друкованими та після друкарськими процесами. При такому підході до виробничого процесу неминуче виникнення труднощів у взаємодії окремих ланок технологічного ланцюга, в тому числі і на етапі обробки образотворчої інформації. Потреба в системах управління кольором, здатних звести до мінімуму труднощів такого роду є актуальним завданням.

**Ключові слова:** якість; технологічний процес; репродукційний процес; кольороподіл; лініатура; растр.

**Гордєєв А. С.** «Требования к точности воспроизведения цвета в современных репродукционных процессах».

Целью работы является исследование свойств штрихового изображения при применении различных растровых структур.

Современные потребители полиграфической продукции ставят перед полиграфическими предприятиями все более и более высокие требования к качеству готовой полиграфической продукции, а вместе с тем и ко всему репродукционному процессу. Несколько десятилетий назад ситуация была несколько иная: помимо пониженных требований к качеству печати со стороны потребителей, весь цикл репродукционного процесса проходил в рамках одного предприятия. Хотя технологии обработки

изобразительной информации того времени и были трудоемки, но близость расположения всех звеньев технологического процесса делала возможным оперативное внесение исправлений, в случае ошибок цветокоррекции и цветоделения.

Теперь же в полиграфической отрасли наблюдается тенденция к «разделению производства в пространстве». То есть существуют специальные фирмы, занимающиеся только обработкой изображений и их подготовкой к полиграфическому воспроизведению. Существуют предприятия, занимающиеся непосредственно печатными и после печатными процессами. При таком подходе к производственному процессу неизбежно возникновение трудностей во взаимодействии отдельных звеньев технологической цепи, в том числе и на этапе обработки изобразительной информации. Потребность в системах управления цветом, способных свести к минимуму трудности такого рода является актуальной задачей.

**Ключевые слова:** качество; технологический процесс; репродукционный процесс; цветоделение; линиатура; растр.

**Gordeev A.** “Requirements to the accuracy of color reproduction in modern reproduction processes”.

The aim of the paper is to investigate the properties of a bar-like image when applying various raster structures.

Modern consumers of printing products are placing ever higher demands on the quality of finished printed products before the printing enterprises, and at the same time on the entire reproductive process. Several decades ago, the situation was somewhat different: in addition to lower quality requirements for printing from consumers, the entire cycle of the reproductive process was carried out within the framework of one enterprise. Although the technology processing of the graphic information of that time was laborious, but the proximity of all the links of the technological process made it possible to make prompt corrections, in the case of errors in color correction and color separation.

Now in the printing industry there is a tendency to “division of production in space”. That is, there are special companies that deal only with image processing and their preparation for printing. There are enterprises dealing directly with printing and after printing processes. With this approach to the production process, the inevitable occurrence of difficulties in the interaction of individual links of the technological chain, including at the stage of processing of visual information. The need for color management systems capable of minimizing the difficulties of this kind is an urgent task.

**Key words:** quality; technological process; reproductive process; color separation; lineature; raster.

## **1. Вступ**

У системах обробки образотворчої інформації у зв'язку з тим, що колірна інформація оригіналу зазвичай перевершує обсяг колірної інформації, яку можливо відтворити в репродукційному процесі, відбувається стиснення інформації [1, 2, 3]. Застосування техніки, що представляє багаті можливості для трансформації колірної інформації, ставить завдання вибору технології перетворення кольору в залежності від властивостей оригіналу.

На виробництві при відтворенні на півтонових багатобарвних оригіналів вибір напрямів і параметрів колірних перетворень визначається в основному досвідом і художнім

смаком оператора. У той же час можливості процесу відтворення часто використовуються не повністю за рахунок неправильного представлення про оптимальні перетворенні колірної інформації конкретного оригіналу. Визначення вимог до необхідних перетворень складається з двох етапів: вибору об'єктів контролю та визначення допусків на кольоровідтворення цих об'єктів [4, 5].

Оскільки вибір об'єктів контролю визначається семантикою оригіналу, необхідна інформаційна класифікація зображувальних оригіналів для поліграфічного відтворення. Облік таких параметрів, як сюжет, розподіл колірної інформації всередині інтервалу градацій, контраст у сюжетно-важливих і фонових ділянках поступового інтервалу призводить до необхідності доповнень до вимог на образотворчі багатобарвні оригінали [3, 4].

Колір може бути представлений в природі, на екрані монітора, на папері. У всіх випадках можливий діапазон кольорів, або колірної охоплення, буде різним. Найбільш широкий кольоровий діапазон має людське око, він значно ширше від того, що може відтворити кольорова плівка. У кольорової плівки діапазон ширший, ніж у кольорового монітора, який у свою чергу має більш колірний обхват, ніж пристрої кольорового друку.

Виходячи з цього, відтворити у всьому діапазоні кольоровий слайд засобами поліграфічної друку дуже складне завдання. Одним із способів виходу з цієї «безвихідній ситуації» є системи управління кольором.

## **2. Системи управління кольором**

Колір є найскладнішою категорією в поліграфічному процесі. Кольорове зображення (наприклад, з фотографії або акварелі), проходячи по всіх етапах обробки, починаючи з введення за допомогою сканера або цифрової камери, обробки і відображення на екрані монітора і закінчуючи виведенням на друкованих пристроях, зазнає різноманітні зміни в зв'язку з неминучим конвертуванням колірних систем.

Вихідних причин цієї ситуації – три:

1. Сприйняття кольору – складний психофізіологічний процес, який, мабуть, ніколи не вдасться моделювати технічними засобами, оскільки на сприйняття впливають тисячі важко прогнозованих умов (настрій, здоров'я, освітлення і так далі).

2. Колір не можна виміряти безпосередньо, як, наприклад, довжину. Колір вимірюється як спектральна композиція зі світлових хвиль різної інтенсивності та різної довжини. Це створює значні труднощі у створенні технічного пристрою для надійного вимірювання.

3. Вимога повної колірної ідентичності оригіналу і друкованого відбитка знаходиться в області практично неможливого. Справа в тому, що необхідність передачі кольорової інформації змушує користуватися якимось «мовою», а точніше сказати, кількома мовами, оскільки у різних пристроїв вони різні, наприклад, пристрої введення та монітори використовують колірну модель RGB, а пристрої виводу – колірну модель CMYK.

Таким чином, кожен етап характеризується похибками пристрої та похибками конвертації (перекладу) інформації з одного виду в інший. І завдання полягає в тому, щоб шляхом якихось компенсацій як завгодно близько наблизитися до враження.

## **Технологія машинобудування**

---

Програма Adobe Illustrator включає систему управління кольором (Color Management System, CMS), яка дозволяє контролювати роботу з кольором на екрані монітора і при виведенні на зовнішні пристрої для друку. Система управління кольором використовує стандарти, розроблені Міжнародним консорціумом за кольором (ICC), що забезпечує належне відображення кольору на екрані монітора і належне репродукування поліграфічним способом, а крім того – повне колірну єдність з програмами Adobe Photoshop і Adobe PageMaker.

Система управління кольором заснована на єдиному колірному просторі, який забезпечується використанням колірної моделі CIE Lab.

Другим важливим компонентом системи управління кольором є колірні профілі (в іншій транскрипції – профайли) використовуваних пристроїв – файл, що описує відповідність квітів пристроїв введення або виведення в термінах колірної моделі CIE Lab.

Існуючі системи управління кольором забезпечуються досить великою базою колірних профілів для різних типів пристроїв (принтерів) і майже ніколи профілями для стандартних друкарських машин, а для настільних систем не існує можливості створювати такі профілі стосовно конкретних пристроїв. І якщо система управління кольором не підтримує будь-який пристрій, то користувач позбавлений можливості вбудувати його в технологічний ланцюжок.

При вирішенні цілого ряду наукових і практичних завдань, наприклад, при контролі якості кольоровідтворення у пресі або на виробництві, потрібно здійснювати точні вимірювання характеристик досліджуваного кольору, таких як його колірні координати, спектр випромінювання, оптичну щільність і т.д.

Використання для цих цілей апарату людського зору не дозволяє ефективно вирішувати поставлені завдання, оскільки зір людини, по-перше, є завжди суб'єктивним, і, по-друге, око людини маючи можливість бачити тонкі відмінності кольору між двома кольоровими зразками не може при цьому використовуватися для виконання абсолютних колірних вимірювань.

Тому для цих цілей були розроблені спеціальні прилади колориметри і спектрофотометри. Обидва ці типи приладів вимірюють світловий потік випромінювання, що позначилась від поверхні об'єкта (для непрозорих зразків), що пройшов через нього (для прозорих зразків) або випускається їм (для самосвітних зразків).

Спектрофотометри є найбільш точними приладами для вимірювання кольору. Вони визначають коефіцієнти спектрального відбиття і пропускання зразка, а також дозволяють вимірювати спектри випромінювання самосвітних предметів. Для цього за допомогою монохроматора або набору інтерференційних фільтрів вимірюваний потік випромінювання, розкладається на окремі спектральні складові для яких оцінюється їх інтенсивності в кінцевому інтервалі довжин хвиль. Таким чином виходить набір значень інтенсивності світлового випромінювання, виміряних в досить вузьких смугах спектру, що є апроксимацією всього спектру випромінювання.

Точність, з якою спектрофотометр вимірює спектр випромінювання, визначається таким чином шириною одиничного інтервалу довжин хвиль  $\Delta\lambda$ , в якому оцінюється величина потоку випромінювання. Зазвичай величини  $\Delta\lambda = 10$  нм достатньо, щоб з високим ступенем точності проводити вимірювання спектрів будь-яких випромінювань. Більш точні

спектрофотометри можуть проводити вимірювання спектру і в більш вузьких інтервалах  $\Delta\lambda = 5$  нм і  $\Delta\lambda = 1$  нм, однак така точність для більшості вимірювань буде вже зайвою.

Розрахунок координат кольору за спектральним апертурний коефіцієнту відображення і відносного спектральному розподілу енергії. При вимірюванні за допомогою спектрофотометра зразків кольору не самостійно горящих об'єктів визначається апертурний спектральний коефіцієнт віддзеркалення  $\beta(\lambda)$ , який характеризує властивість поверхні об'єкта вибірково поглинати і відбивати світловий потік в залежності від довжини хвилі. Для того, щоб оцінити потік випромінювання  $\Phi(\lambda)$ , відбитого від цього об'єкта та потрапляє в око, за яким ми і маємо можливість судити про колір даного об'єкта, необхідно перемножити значення  $\beta(\lambda)$  на відносне спектральний розподіл енергії освітлювача  $S(\lambda)$ . Оскільки в спектрофотометрії вимірювання апертурного спектрального коефіцієнта відбиття здійснюється у фіксованому числі кінцевих інтервалів з довжиною хвилі  $\Delta\lambda$  замість величини  $\Phi(\lambda)$  ми маємо можливість визначити лише твір  $\Phi(\lambda)\Delta\lambda$ :

$$\Phi(\lambda)\Delta\lambda = \beta(\lambda) S(\lambda) \Delta\lambda \quad (1)$$

Для джерел світла ця формула спрощується, оскільки в цьому випадку враховується тільки відносне спектральний розподіл енергії випромінювання від джерела світла:

$$\Phi(\lambda)\Delta\lambda = S(\lambda)\Delta\lambda \quad (2)$$

Для того щоб визначити координати кольору XYZ необхідно обчислити твори  $\Phi(\lambda)$  і ординат кривих складання  $\bar{x}(\lambda)$  для стандартного колориметричного спостерігача МКО:

$$\Phi(\lambda)\bar{x}(\lambda)\Delta\lambda; \Phi(\lambda)\bar{y}(\lambda)\Delta\lambda; \Phi(\lambda)\bar{z}(\lambda)\Delta\lambda \quad (3)$$

і потім обчислити суми цих творів, які й будуть шуканими координатами кольору XYZ:

$$\begin{aligned} X &= \sum_{\lambda=380\text{ нм}}^{\lambda=730\text{ нм}} [\Phi(\lambda)\bar{x}(\lambda)] \\ X &= \sum_{\lambda=380\text{ нм}}^{\lambda=730\text{ нм}} [\Phi(\lambda)\bar{y}(\lambda)] \\ X &= \sum_{\lambda=380\text{ нм}}^{\lambda=730\text{ нм}} [\Phi(\lambda)\bar{z}(\lambda)] \end{aligned} \quad (4)$$

де  $k$  – нормуючий коефіцієнт, значення якого при визначенні колірних параметрів несамоосвітяючихся об'єктів зазвичай приймається рівним:

Завдяки введенню нормує коефіцієнта здійснюється перерахунок колірних координат таким чином, щоб для об'єктів, що є ідеальним розсіювачем, значення координати  $Y$  завжди було дорівнює 100 (або наближалось до 100 для матеріалів, коефіцієнт відбиття яких наближається до коефіцієнта відображення ідеального розсіювача).

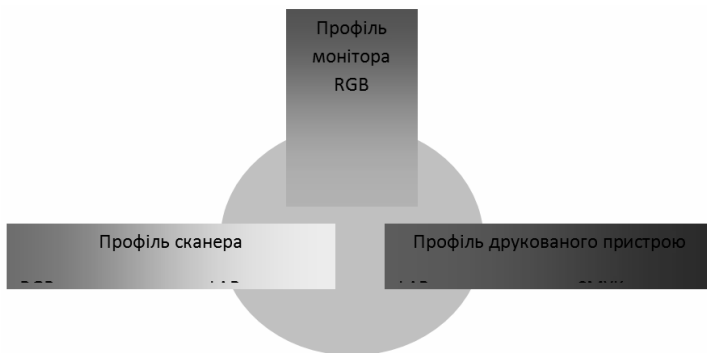
Причиною метамерії є нездатність апарату людського зору правильно визначати деякі кольори через наявність у нього лише трьох типів цветоощуваючих клітин, кожен з яких чутливий тільки в певній частині спектру світлового випромінювання. При цьому два різних

## Технологія машинобудування

кольори, що мають різний спектр випромінювання і є, як кажуть, колориметрически різними, будуть здаватися людині мають однаковий колір, або один і той же матеріал, що має один і той же спектральний коефіцієнт відбиття, при висвітленні його різними джерелами мають різне спектральне розподіл може змінювати свій колір.

Для отримання контролю над кольоровідтворенням необхідний стандартний підхід до управління кольором на різних етапах, починаючи з процесів до друкарської підготовки. Таким чином, з'являється необхідність у системах управління кольором.

Міжнародний консорціум за кольором (ICC) запропонував свою систему управління кольором (CMS - Color Management System). Основна ідея, якої: наскрізне калібрування систем обробки образотворчої інформації і використання так званих колірних ICC-профілів.



**Рис. 1** – Система управління кольором

єдинерівноконтрасний простір Lab. (рис. 1) Модель Lab має настільки широкий колірний обхват, що він повністю вміщує як колірний простір СМΥК, так і RGB. Тому перетворення в Lab і назад не змінює якості зображення і цілком безпечно.

CMS відповідає за забезпечення координації колірних обхватів різних колориметричних систем (R G B – простір сканера, R G B – простір монітора, С М Υ К – простір друкарського пристрою), які використовуються при відтворенні кольору в технологічному процесі. Ця координація здійснюється через

### Висновки

Проведено дослідження властивостей штрихового зображення при застосуванні різних растрових структур. Дослідження показали, що еліптична і кругла растрові точки при однаковій лінійатурі растрування практично не дають відмінностей по диференціальному і комплексним показником якості відтворення штрихових деталей.

### Список використаних джерел:

1. Александров Д. Современные системы управления цветом / Д. Александров // *MacUp*. – 2012. – № 19.
2. Броуди Д. Управление цветом изнутри / Д. Броуди // *КомпьюПринт*. – 2011. – № 6. – С. \*.
3. Кеннел. Д. Эволюция контроля качества / Д. Кеннел // *Publish*. – 2011. – № 8. – С. 64-72.
4. Миловский А. О качестве визуальной калибровки / А. О. Миловский // *Publish*. – 2015. – № 8. – С. 52.
5. Свешникова О. Управление цветом – pro и contra / О. Свешникова // *КомпьюПринт*. – 2013. – № 5. – С. 52-60.

### References

1. Aleksandrov, D 2012, 'Sovremennyye sistemy upravleniya tsvetom', *MacUp*, no. 19.
2. Broudi, D 2011, 'Upravleniye tsvetom iznutri', *KompyuPrint*, no 6.
3. Kennel, D 2011, 'Evolyutsiya kontrolya kachestv', *Publish*, no. 8, pp. 64-72.
4. Milovskiy, A 2015, 'O kachestve vizualnoy kolibrovki', *Publish*, no. 8, pp. 52.
5. Sveshnikova, O 2013, 'Upravleniye tsvetom – pro i contra', *KompyuPrint*, no. 5, pp. 52-60.

Стаття надійшла до редакції 16 квітня 2018 р.