

УДК 655.3.062.2

## АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПРИЛАДІВ ДЛЯ КОНТРОЛЮ І КЕРУВАННЯ КОЛЬОРОМ

© В. В. Морфлюк-Щур, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

**В статье рассмотрено современное оборудование для контроля и управления цветом. К нему относятся денситометры, колориметры и спектрофотометры. Подается анализ возможностей спектрофотометров и их применение для контроля качества. В исследовании рассматривается создание комплекса «ЭОМ—спектрофотометр» и преимущества его применения при оценке качества оттисков.**

**This research is devoted to investigation of modern development of devices for colour control and management. They are densitometers, colorimeters and spectrophotometers.**

**Spectrophotometer gives the whole colour characteristic.**

**Many parameters influence on measurement, which is received from the spectrophotometer. Creation of complex «computer—spectrophotometer» is examined in research.**

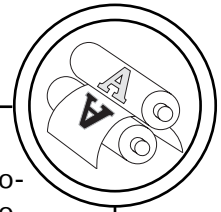
### Постановка проблеми

Розглядаючи питання оцінки кольорів, ми розуміємо, що колір — психофізичне відчуття, що виникає в мозку людини під впливом колірною стимулу. Проте психофізичне відчуття виміру не піддається. Під колірним стимулом розуміють світлову енергію, яку сприймає око. Ця енергія визначається фізичними властивостями зразка і джерела освітлення. Зразок має властивість пропускати, поглинати або відобразити падаюче на нього світло в різних точках спектру по-різному. На цьому заснований принцип роботи спектрофотометра. За допомогою вбудованого в прилад джерела світла зразок освітлюється; світло, відбите від зразка або пропущене через нього, аналізується таким чином, що визначається відношенням відбитого

від зразка або пропущеного через зразок світлового потоку до падаючого потоку в багатьох точках спектру. Тобто отримуємо на виході спектральний коефіцієнт відбивання або пропускання у відсотках [1].

Окрім спектральної характеристики, будь-який спектрофотометр може подати вимірні дані в колориметричних координатах кольору, наприклад, в XYZ або CIE  $L^*a^*b^*$ . Координати кольору вираховують із спектрального коефіцієнта відбивання (пропускання), спектрального розподілу енергії джерела освітлення і властивостей «стандартного спостерігача». З цієї причини для виміру кольорних координат спектрофотометром необхідно також вказати джерело освітлення (D50, D65, A, F11 і т. д.) і кут спостереження (2 або 10 градусів). Колірна відмінність

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



між двома зразками традиційно визначається як відстань між їх кольорними координатами в кольорному просторі CIE L\*a\*b\* [2].

### Аналіз попередніх досліджень

До технічних засобів, що забезпечують сучасний рівень контролю якості поліграфічної продукції, можна віднести денситометри і спектрофотометри. Денситометри використовуються головним чином при налазці устаткування і його налаштуванні на оптимальні режими роботи, а також для контролю якості друку тріадними фарбами системи СМУК при друці на папері або картоні.

Проте в тих випадках, коли доводиться мати справу з друком різними сумішевими фарбами, із складанням рецептур цих фарб, з контролем колірної відмінності, з друком на різних типах паперів, денситометр не допоможе. У цих випадках для вирішення завдань по контролю якості друкарської продукції і точності перенесення кольорів використовуються спектрофотометри, що дозволяють розраховувати колірні координати в різних колірних системах. Такий спосіб контролю полягає в отриманні спектральної кривої об'єкта з наступним розрахунком колірних координат.

Спектрофотометр відрізняється від денситометра набором виконуваних функцій. Денситометр вимірює оптичну густину на підставі коефіцієнта відбивання (або пропускання) світла, а спектрофотометр вимірює

параметри кольору, що дозволяє виконувати якісну оцінку кольоровідтворення.

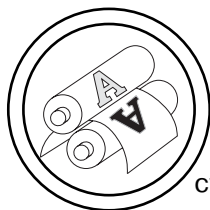
Для цього в спектрофотометрах вимірюваний зразок освітлюється джерелом світла, а відбите випромінювання розкладається в спектр з використанням голографічних дифракційних решіток і системи фотодатчиків.

На сучасному ринку устаткування представлено досить великий асортимент різних спектрофотометрів. Вони розрізняються будовою оптичних систем і функціональними можливостями.

До характеристик спектрофотометрів можна віднести: діапазон вимірів спектру, фізичну роздільну здатність, геометрію вимірів, розмір апертури, фільтри, джерело освітлення, типи освітлення, стандарт спостереження, стандарти оптичної густини, повторюваність вимірів приладів, кількість вимірів в автономному режимі та інше.

У стандартну комплектацію до спектроденситометра входить набір фільтрів для отримання коректних даних на різних типах матеріалів: нейтральний фільтр No, поляризаційний фільтр Pol, фільтр D65 і ультрафіолетовий UV-фільтр.

Нейтральний фільтр наближений до світла лампи розжарювання, а фільтр D65 дозволяє вимірювати параметри кольору поверхні з глясовим покриттям, наприклад, кольори фотовідбитка на глясовому папері. Поляризаційний фільтр необхідний при здійсненні оперативного контролю, коли доводиться порівнювати густину відбитків, віддрукованих по сирому або по



## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

сухому, оскільки неоднакові властивості їх поверхні приводять до того, що оптична густина сухого відбитка менше густини «сирого». Вживання поляризаційних світлофільтрів дозволяє компенсувати цю різницю [2].

Конструкційно спектрофотометр є оптичний прилад з вбудованим мікропроцесором. Також в комплекті з спектрофотометром, зазвичай, поставляються кабель для зв'язку з комп'ютером і ПЗ для обробки результатів вимірів і визначення рецептури фарб.

Як вже наголошувалося, функціональні можливості спектрофотометра досить широкі. Спектрофотометричні виміри робляться в спектральному діапазоні 380—730 нм. Прилад дозволяє визначати колірні координати в різних колірних просторах (Lab, Lch, XYZ, Hunter Lab), денситометричні величини, спектральні криві відбивання, відсоток растрової крапки, значення розтиску і трепінгу, контраст друку, баланс по сірому, а також досліджувати папір на яскравість і білизну. Всі ці функції дозволяють здійснювати повний контроль над всім процесом друку. Функціональні можливості приладу визначаються мікропроцесором, його обчислювальними можливостями, можливістю створювати базу даних вимірів. Таким чином, в міру необхідності прилад можна легко переоснащувати новими функціями, тобто специфічним ПЗ.

Іншим шляхом вдосконалення спектрофотометрів є створення комплексу «спектрофото-

метр—ЕОМ», де використовуватиметься оптична система спектрофотометра і обчислювальні можливості мікропроцесора. В цьому випадку немає необхідності купувати дорогі нові моделі приладів. Комп'ютер зв'язаний із спектрофотометром дозволяє не лише виконувати розрахунок показників на основі спектральних вимірів спектрофотометра, а й проводити розрахунок показників по складним формулам для всього масиву вимірів в реальному масштабі часу, статистичний аналіз, на основі спеціального ПЗ створювати рекомендації для поліпшення відтворення кольорів.

### Мета роботи

Метою даного дослідження є аналіз та узагальнення сучасних можливостей застосування спектрофотометрів для контролю якості поліграфічної продукції.

### Результати проведених досліджень

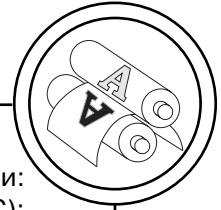
При роботі з кольором неминує виникати завдання порівняння декількох кольорів. Око помічає колірні відмінності лише у тому випадку, коли вони перевищують певну величину, колірний поріг — це мінімальна зміна світлоти кольору, яке вперше помічається оком. Для виміру колірної відмінності використовується показник  $\Delta E$ , що визначається за формулою:

$$\Delta E = \sqrt{(L - L')^2 + (a - a')^2 + (b - b')^2}$$

де  $L$ ,  $a$  і  $b$  — колірні координати в системі Lab.

Завдяки сполученню спектрофотометра з ЕОМ можна

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



вимірювати оптичні величини і проводити розрахунки за складними аналітичними виразами, такі наприклад як:

1) Delta E (CIE 1994):

$$\Delta E = \sqrt{\left(\frac{\Delta L}{K_L \cdot S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C}{K_C \cdot S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{K_H \cdot S_H}\right)^2};$$

2) Delta E (CIE 2000):

$$\Delta E = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{K_L \cdot S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C \cdot S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H \cdot S_H}\right)^2 + \left(+R_T \cdot \left(\frac{\Delta C'}{K_C \cdot S_C}\right) \cdot \left(\frac{\Delta H'}{K_H \cdot S_H}\right)\right)^2};$$

3) Delta E (CMC):

$$\Delta E = \sqrt{\left(\frac{\Delta L}{1 \cdot S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C}{c \cdot S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H}{S_H}\right)^2}, \text{ де}$$

параметри шляхом математичних перетворень визначаються з вимірів кольорів в системі Lab та еталонних значень [3].

На основі бази даних вимірів кольорних шкал в колірній моделі Lab виконується статистичний аналіз для підвищення точності вимірювання.

Використовуючи математичний апарат програм Excel, MathCAD, MathLab можна розраховувати показники колірної від-

мінності за різними критеріями:  $\Delta E$ ,  $\Delta E^*94$ ,  $\Delta E^*2000$ ,  $\Delta E^*(CMC)$ ; виконувати перерахунки з простору Lab в XYZ, а також LCH (ab).

### Висновки

Створення програмно-апаратної системи «ЕОМ—спектрофотометр» сприяє досягненню таких цілей:

1. Отримувати і зберігати масиви даних кольорних характеристик, які застосовуються для аналізу якості поліграфічної продукції та контролю за стабільністю показників друку.

2. Розраховувати на рівні з класичним показником  $\Delta E$ ,  $\Delta E^*94$ ,  $\Delta E^*2000$ ,  $\Delta E^*(CMC)$ , виконувати перерахунки з простору Lab в XYZ, а також LCH(ab).

3. Проводити статистичний аналіз за рахунок збільшення кількості вимірів кольорних характеристик.

4. Створювати програмне забезпечення, яке на основі розрахованих показників буде рекомендувати внесення змін у друкарський процес для максимально точного відтворення кольорів, або відповідності кольоропроби.

1. Зотин В. Спектрофотометрия: принципы и оборудование // Pакkоgгаff. — 2003. — № 6. 2. Спектроденситометры серии 500. Руководство X-Rite. X-Rite, Incorporated. — 2008. 3. ISO 11664-4:2008(E)/CIE S 014-4/E:2007 Joint ISO/CIE Standard: CIE Colorimetry — Part 4: 1976 L\*a\*b\* Colour Space.

Рецензент — В. Т. Мартинюк, к.т.н.,  
доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 13.04.09