

УДК 004.932:655.027

## **ІНФОРМАЦІЙНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ КОЛЬОРОМ У ЦИФРОВИХ ТА ДРУКОВАНИХ ВИДАННЯХ**

Сокрута С.В., Морозова Л.Ю.

e-mail: sofiiia.sokruta@nure.ua, lana.morozova@nure.ua

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. МСТ  
м. Харків, Україна

This article analyses the differences between the RGB and CMYK colour models and their application in digital devices and printing. It also explains the mathematical principles of converting RGB images to CMYK format for print preparation. Attention is paid to colour management systems (CMS), ICC profiles, and gamut mapping algorithms that help maintain colour consistency across devices.

Метою дослідження є аналіз інформаційних та математичних аспектів управління кольором при переході від цифрового відображення до друкованого відтворення.

СМҮК (Cyan, Magenta, Yellow, Key) – це колірна модель, яка використовується для друку. Основні барвники, які використовує СМҮК: блакитний, пурпурний, жовтий і чорний (Key). Разом ці чотири кольори створюють повну палітру кольорів, які можна відтворити на друкованій продукції.

Колірна модель RGB (Red, Green, Blue), яка використовується в електронних пристроях, використовує три основні кольори: червоний, зелений і синій. Ці кольори в свою чергу створюють повну палітру кольорів, які можна відтворити на електронних пристроях.

При створенні кольорів СМҮК використовує барвники, щоб створювати кольори на друкованій продукції. Кольори створюються шляхом нанесення фарби на білу поверхню, яка поглинає деякі кольори, а інші відбиває. В свою чергу RGB використовує світло, щоб створювати кольори на екрані. У моделі RGB кольори створюються додаванням світла до чорного екрана. Кожен піксель на моніторі світиться червоним, зеленим або синім світлодіодом, і під час їх змішування відбувається створення повної палітри кольорів. В цьому полягає різниця між СМҮК і RGB. Різне створення кольорової гами впливає на якість друку, тому що, якщо зображення створено в RGB, а потім роздруковане в СМҮК, кольори на друкованій продукції можуть відрізнятися від того, що ви бачили на екрані. На рисунку 1 наведено приклад адитивний (RGB) та субтрактивний (СМҮК) синтезу кольору.

Для підготовки цифрових зображень до друку використовується переведення з моделі RGB у СМҮК. Математично цей процес базується на формулі, де спочатку визначається рівень чорної фарби (K) як різниця між

одиницею та найбільшим значенням серед червоного, зеленого та синього каналів.



Рисунок 1 – Адитивний (RGB) та субтрактивний (СМУК) синтез кольору

Решта компонентів, блакитний (C), пурпуровий (M) та жовтий (Y) – розраховуються як відносна частка кожного кольору за вирахуванням чорного. Такий алгоритм дозволяє точно розкласти екранний колір на чотири базові друкарські пігменти, забезпечуючи візуальну відповідність макета та готового відбитка. На рисунку 2 наведено фрагмент програмної реалізації конвертації RGB у СМУК.

```
unity System;
public class Program
{
    public static void Main()
    {
        int r = 255;
        int g = 180;
        int b = 0;

        double rf = r / 255.0;
        double gf = g / 255.0;
        double bf = b / 255.0;

        double k = 1 - Math.Max(Math.Max(rf, gf), bf));

        double c = (k == 0) ? 0 : (1 - rf) / (1 - k);
        double m = (k == 0) ? 0 : (1 - gf) / (1 - k);
        double y = (k == 0) ? 0 : (1 - bf) / (1 - k);

        Console.WriteLine("Math.Round(c = {0})", Math.Round(c, 1));
        Console.WriteLine("Math.Round(m = {0})", Math.Round(m, 1));
        Console.WriteLine("Math.Round(y = {0})", Math.Round(y, 1));
        Console.WriteLine("Math.Round(k = {0})", Math.Round(k, 1));
    }
}
```

Рисунок 2 – Програмна реалізація конвертації RGB у СМУК

Незважаючи на наявність чітких математичних алгоритмів перетворення, пряма конвертація координат кольору не гарантує ідентичного візуального результату на різних пристроях. Це зумовлено тим, що кожен монітор чи друкарська машина мають свої унікальні технічні характеристики: відмінності в підсвітці, складі фарб чи текстурі паперу. Для того, щоб «переклад» кольору між різними середовищами був передбачуваним, застосовують Системи управління кольором (CMS), які використовують спеціалізовані профілі ICC та алгоритми Gamut Mapping.

CMS – це спеціалізоване програмне забезпечення або частина операційної системи, що координує відтворення кольорів між різними пристроями введення та виведення. Її головна мета забезпечити візуальну ідентичність зображення незалежно від того, на якому носії воно відображається. ICC-профіль – це цифровий файл стандартного формату, який містить математичний опис колірної охоплення та технічних характеристик конкретного пристрою (монітора, сканера або друкарської машини). Він повідомляє системі, які саме фізичні кольори відповідають певним цифровим значенням RGB або СМУК для даного обладнання. Профіль враховує такі параметри, як яскравість підсвічування монітора, тип пігменту друкарських фарб та поглинальні властивості паперу, що дозволяє системі мати точне уявлення про реальний діапазон кольорів, які може відтворити обладнання. У цьому процесі CMS використовує ICC-профіль як

джерело вихідних даних для розрахунків, переводячи колірні координати з моделі конкретного пристрою в універсальний незалежний простір зв'язку, де колір описується за фізичними параметрами сприйняття людським оком. Після цього система, звертаючись до цільового ICC-профілю принтера чи монітора, знову перераховує ці дані, адаптуючи їх під конкретне колірне охоплення носія.

Оскільки колірне охоплення монітора ширше за можливості друку, застосовується Gamut Mapping – алгоритм стиснення кольорів, що не можуть бути відтворені фарбою. Навіть за умови використання CMS, колір може відрізнитися через фізичні фактори: поглинальну здатність паперу, яскравість його основи та умови зовнішнього освітлення (ефект метамеризму). У системі CMS цей алгоритм активується в момент розрахунку перетворення координат між колірними просторами, використовуючи дані про обмеження пристрою, що містяться в його ICC-профілі. Профілі надають системі необхідну інформацію про межі колірного охоплення, а Gamut Mapping визначає стратегію перерахунку пікселів, що виходять за ці межі, забезпечуючи плавні градієнти та візуальну цілісність макета. Саме такий механізм дозволяє реалізувати складні алгоритми Gamut Mapping та забезпечити відповідність між екранним макетом і готовим відбитком у поліграфії.

Навіть за умови використання професійних систем керування кольором (CMS) та актуальних ICC-профілів, ідентичність зображення на різних носіях залишається неточною через різницю між випромінюваним світлом моніторів та відбитим світлом друкарських фарб. Ключовими факторами є фізичні властивості матеріалу, зокрема поглинальна здатність та власний відтінок паперу, що безпосередньо впливають на насиченість пігменту, а також явище метамеризму, при якому сприйняття відбитка радикально змінюється залежно від зовнішнього освітлення. Крім того, присутні технічні розбіжності в архітектурі матриць екранів та обмеження алгоритмів Gamut Mapping при стисненні широкого цифрового охоплення до вузького друкарського діапазону створюють залишковий розрив у візуальному відтворенні, який неможливо повністю усунути лише програмними методами.

#### Список використаних джерел:

Маценко В. Г. Обчислювальна геометрія та комп'ютерна графіка : навч. посіб. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т імені Юрія Федьковича, 2019. С. 132.

Що таке CMYK і RGB, яка різниця між ними? Поліграфіка : веб-сайт. URL: <https://poligrafika.com.ua/uk/sho-take-cmyk-rgb-yaka>

Росік В. С. Особливості колірних перетворень при підготовці видань до друку. *Поліграфічні, мультимедійні та web-технології* : тези доп. міжнар. наук.-техн. конф. Харків : ХНУРЕ, 2021. С. 45-47.