

УДК 655.3.021

ТЕХНОЛОГІЯ ПРІОРИТЕТНОГО КОЛЬОРОВІДТВОРЕННЯ В РЕПРОДУКЦІЙНІЙ СИСТЕМІ

Ткаченко В.П.

к.т.н., професор, кафедра «Медіасистеми та технології», Харківського
національного університету радіоелектроніки

Гордєєв А. С.

д.т.н., професор, кафедра «Комп'ютерних систем і технологій», Харківського
національного економічного університету ім. Семена Кузнеця

***Анотація.** Колірний простір має обмежене колірне охоплення, це повинно бути враховано, коли у систему обробки вводиться інформація про реальний СМУК, що використовується в даному процесі. Розроблена інформаційна модель дозволить реалізувати технологію пріоритетного кольоровідтворення, що підвищує точність перетворення колірної інформації оригіналів та, відповідно, якість виробництва друкованих видань.*

***Ключові слова:** СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ КОЛЬОРОМ, МОДЕЛЬ ПОТОКІВ ДАНИХ, АЛГОРИТМИ ПЕРЕРАХУНКУ КОЛЬОРОВИХ КООРДИНАТ.*

Вступ

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 друкарськими та післядрукарськими процесами.

При такому підході до виробничого процесу неминує виникнення труднощів у взаємодії окремих ланок технологічного ланцюга, в тому числі і на етапі обробки образотворчої інформації.

На цьому етапі утворилася нагальна потреба в системах управління кольором, здатних звести до мінімуму труднощі такого роду. Це призвело до кардинального поліпшення систем обробки образотворчої інформації в цілому.

У більшості випадків при переході від колориметричного простору в простір поліграфічного синтезу відбувається стиснення інформації від колірної охоплення оригіналу до зменшеного колірної охоплення відбитка.

Така ситуація створила передумови для створення систем управління кольором (CMS - Color Management System), покликаних вирішувати завдання забезпечення якості кольоровідтворення в умовах сучасної територіальної розімкнутості виробничого циклу. Міжнародний консорціум за кольором (ICC - International Color Consortium) у середині дев'яностих років запропонував стандарт, який дозволяє визначати колірні параметри різних пристроїв, що беруть участь як у додрукарських, так і в друкарських процесах.

Система управління кольором (CMS) добре справляється із завданням точного відтворення кольору якщо все обладнання якісно відкаліброване і вихідний сигнал за своїм діапазоном більше або дорівнює вхідному.

Таким чином, актуальною є задача досягнення відповідності кольорів, які формуються на різних пристроях друкарського процесу. Колір на екрані монітора повинен відповідати кольору на відбитку, одержаному на принтері. Крім того, при наявності на підприємстві декількох моніторів і принтерів, потрібно забезпечити колірну відповідність між ними. Без CMS цю ситуацію виправити вкрай складно і трудомістко.

У дослідженнях [9, 11-14] визначається що у системах обробки образотворчої інформації у зв'язку з тим, що колірні інформація оригіналу зазвичай перевершує обсяг колірної інформації, яку можливо відтворити в репродукційному процесі, відбувається стиснення інформації. Але в цих дослідженнях є відсутнім алгоритм перетворення кольору в залежності від властивостей оригіналу.

Наукові праці [1, 3, 6] визначають, що на виробництві при відтворенні 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 перетворення колірної інформації конкретного оригіналу. Проте дані праці не враховують те, що оскільки вибір об'єктів контролю визначається семантикою оригіналу, необхідна інформаційна класифікація образотворчих 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 доповнення вимог на образотворчі багатобарвні оригінали [4, 6, 8].

Колірний простір СМЮК має обмежене колірне охоплення, яке залежить від складових поліграфічного виробництва - паперу, фарб і від самих налаштувань процесу в цілому - параметрів друкарського процесу, які повинні бути враховані, коли у систему обробки вводиться інформація про реальний СМЮК, що використовується в даному процесі [5, 6, 7].

Розроблені HiFi-технології, що використовують від 5 до 8 фарб синтезу, в поєднанні, як правило, зі стохастичним раструванням, мають обмежене застосування з технологічних та економічних причин. Це робить неможливим точне поліграфічне відтворення образотворчих оригіналів, що представляють собою слайди або фотовідбитки натурних сцен [3, 2, 8].

Мета роботи

Метою роботи є розробка моделі поетапного перетворення кольорових зображень для досягнення якісного кольоровідтворення в репродукційних системах.

Основна частина

Процес розробки інформаційної моделі полягає в отриманні системного об'єкта моделювання, а також моделі потоків даних. Це дозволить проаналізувати та узагальнити інформацію про різні параметри репродукційного процесу і виявити ті з них, змінюючи які можливо досягти необхідної якості відтворення колірної інформації. Сукупність операцій перетворення колірної інформації можна представити в моделі потоків даних (рис. 1).

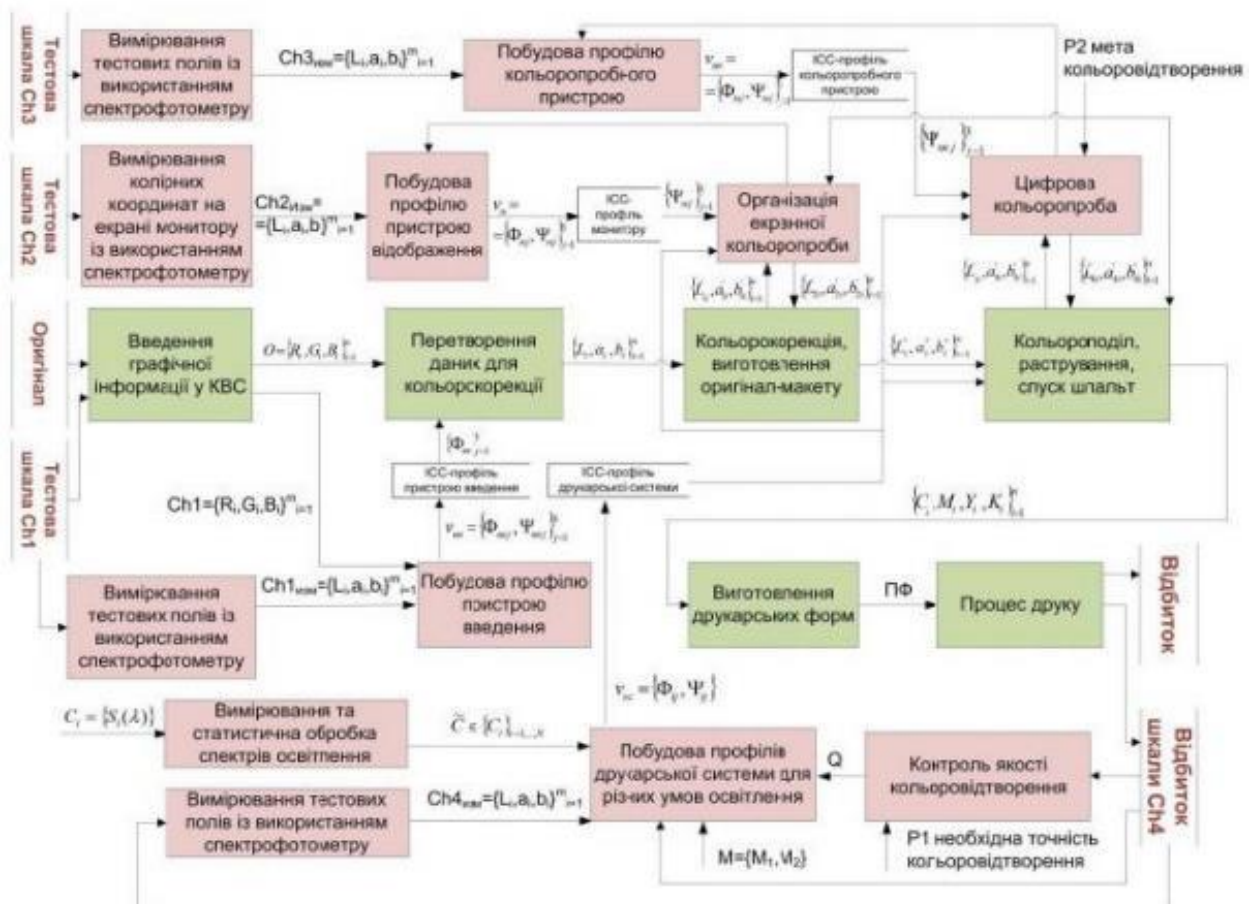


Рисунок 1 – Модель потоків даних кольорних характеристик оригіналу у репродукційній системі

Образотворчий оригінал в пристрої введення поелементно перетворюється в масив дискретних значень колірних характеристик – спочатку в просторі RGB, потім в LAB, що забезпечує узгодження з наступними етапами процесу кольоровідтворення й коректним виводом відбитка. При цьому спосіб визначення відповідності колірних координат апаратно-залежних і апаратно-незалежних просторів забезпечує точність перетворення колірної інформації.

Процес перетворення колірної інформації у комп'ютерній видавничій системі можна описати системною моделлю (1) репродукційного процесу, яка містить множину характеристик, функцій і відображень, а також мету репродукційного процесу і може бути представлена у вигляді наступних співвідношень:

$$\left\{ \begin{array}{l} X = F(O, \nu, U, C, M) \quad X = \{L_i, a_i, b_i\}_{i=1, \dots, m} \\ O = \{R_i, G_i, B_i\}_{i=1, \dots, n} \\ \nu = \{\nu_i\}_{i=1, \dots, k} \quad \nu_i = \{\Phi_i^j, \Psi_i^j\}_{i=1, \dots, 3} \\ M = (M_1, M_2), \quad M_1 = \{\hat{X}_{\text{т.б.}}, \hat{Y}_{\text{т.б.}}, \hat{Z}_{\text{т.б.}}\} \quad M_2 = \{\beta(\lambda_i)\}_{i=1}^N \\ C = (\tilde{C}, \bar{C}) \\ \bar{C} = (\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda)), \quad \tilde{C} = \{C_j\}_{j=1}^N, \quad C_j = \{s_i(\lambda)\}_{i=1}^{34} \\ Q = P(X, X^*) \rightarrow \min_X \end{array} \right. \quad (1)$$

де X – координати елементів зображення, які характеризують відбиток;

O – набір координат пікселів зображення, характеристики оригіналу;

$\nu = \{\Phi_i^j, \Psi_i^j\}$ – профілі пристроїв, які задані набором відображень

Φ_i^j і Ψ_i^j профілі пристроїв, що здійснюють пряме й зворотне перетворення між апаратно-залежним і апаратно-незалежним колірними просторами i -го пристрою для j -ї мети передачі кольору;

ε – похибка узгодження колірних охоплень;

U – градаційні перетворення, кольорокорекція;

C – умови перегляду поліграфічного продукту (спектральні характеристики та колірні координати точки білого випромінювача);

M – характеристики фарби та паперу $M = (M_1, M_2)$;

F – оператор, що описує технологічний процес репродукування в поліграфічній системі;

Q – оцінка якості кольоровідтворення.

Метою репродукційного процесу є одержання прогнозованого кольору на відбитку шляхом вирішення задачі $P(X, X^*) \rightarrow \min_X$, де P – це колірна

відмінність, що визначається метрикою в апаратно-незалежному просторі LAB, X – бажані значення LAB- координат відбитка для заданого типу освітлення.

При підготовці поліграфічної продукції до друку слід враховувати, що споживач сприймає графічну інформацію в умовах діючих джерел освітлення, кількість яких надалі будемо припускати рівною N . На формування основних стимулів у зоровій системі людини при візуальному оцінюванні кінцевого поліграфічного продукту споживачем мають вплив такі фактори, як умови перегляду, а також характеристики фарби та паперу. До умов перегляду відносять: параметри освітлення $\tilde{C} = \{C_i\}_{i=1, \dots, N}$ обумовлені спектральним складом i -го джерела випромінювання $C_i = \{S_i(\lambda)\}$, де S_i – спектр фактичного джерела випромінювання у видимому діапазоні довжин хвиль $\lambda = 380 \dots 720$ нм, та особливості сприйняття кольору зоровою системою людини – функції додавання $(\bar{x}(\lambda), \bar{y}(\lambda), \bar{z}(\lambda))$, що визначають відгуки фоторецепторів стандартного спостерігача. До характеристик фарби та паперу відносять колірні координати точки білого $M_1 = \{\hat{X}_{Т.б.}, \hat{Y}_{Т.б.}, \hat{Z}_{Т.б.}\}$ й спектральні коефіцієнти відбиття $M_2 = \{\beta(\lambda_i)\}$, що залежать від характеристик поліграфічних фарб і відбивної здатності задрукованого матеріалу.

При використанні системи управління кольором в умовах розподілених систем «комп'ютер - пристрій інтерпретації кольорової інформації» виникає безліч проблем, пов'язаних з узгодженням колірних обхватів пристроїв, однаковою інтерпретацією кольору різними пристроями введення, відображення і виводу. При цьому профілі пристроїв є основними елементами системи, тому що всі перетворення кольору в комп'ютері відбуваються за допомогою профілів.

Основна функція CMS полягає в перетворенні зображення з апаратно-залежного колірного простору пристрою в апаратно-незалежний внутрішній колірний простір CMS. І зворотне перетворення з внутрішнього колірного простору в колірний простір того або іншого пристрою відповідно до обраного алгоритму перенесення кольорів. Це перетворення здійснюється на основі даних, узятих з колірного профілю цього пристрою.

У загальному вигляді процес візуалізації зображення за допомогою CMS можна представити в наступному вигляді.

Перетворення зображення з колірного координатного простору RGB у внутрішній колірний простір CMS здійснюється у дві стадії:

1. Лінеаризація зображення (зворотна гамма-корекція) в результаті якої компенсуються нелінійні спотворення.

2. Перетворення зображення у внутрішній колірний простір CMS (XYZ або $L^* a^* b^*$) з перерахуванням, у разі необхідності, координат кольору до

стандартного випромінювача D50 (прийнятого в якості джерела опорного білого світла у внутрішньому колірному просторі CMS).

Для збереження значень гама нелінійного спотворення у файлі колірною профілю використовуються теги rTRC, gTRC і bTRC. Лінеаризація зображення здійснюється шляхом зведення в ступінь γ значень яскравості пікселя зображення в трьох каналах RGB:

$$r_0 = r_D^{\gamma_r}; g_0 = g_D^{\gamma_g}; b_0 = b_D^{\gamma_b}, \quad (2)$$

де $\gamma_r = rTRC$, $\gamma_g = gTRC$, $\gamma_b = bTRC$ – значення гамми (γ) для каналів червоного, зеленого і синього кольорів;

r_D , g_D , b_D – гамма-корективи координат червоного, зеленого і синього кольорів у колірному просторі пристрою, перераховані до діапазону $[0 \dots 1]$; r_0 , g_0 , b_0 – їх лінійні значення.

У разі якщо для гамма-корекції використовується не статична, а будь-яка інша функція, вона задається в профілі в табульованій формі у вигляді одновірної матриці з n елементів, порядковий номер яких визначає значення r_D , g_D , b_D , а значення самих елементів – значення r_0 , g_0 , b_0 (в теорії цифрової обробки зображень такі залежності іменуються тоновими кривими):

$$\begin{aligned} rTRC &= [r_{01}, r_{02}, r_{03}, \dots, r_{0n}] \\ gTRC &= [g_{01}, g_{02}, g_{03}, \dots, g_{0n}] \\ bTRC &= [b_{01}, b_{02}, b_{03}, \dots, b_{0n}]. \end{aligned} \quad (3)$$

Таким чином, маємо можливість, у разі необхідності, задавати будь-які нелінійні перетворення колірних координат (наприклад, посилювати або послаблювати окремі тональні ділянки зображення, не зачіпаючи при цьому інші, змінювати яскравість і контраст зображення і так далі).

Після лінеаризації колірні координати зображення перетворюється у внутрішнє колірний простір CMS (XYZ МКО) шляхом лінійного перерахунку колірних координат:

$$\begin{bmatrix} X_{PCS} \\ Y_{PCS} \\ Z_{PCS} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} rX & gX & bX \\ rY & gY & bY \\ rZ & gZ & bZ \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} r_0 \\ g_0 \\ b_0 \end{bmatrix}, \quad (4)$$

де X_{PCS} , Y_{PCS} , Z_{PCS} – колірні координати зображення у внутрішньому колірному просторі CMS;

r_0 , g_0 , b_0 – лінійні значення колірних координат;

rX , rY , rZ , gX , gY , gZ , bX , bY , bZ – колірні координати опорних кольороутворюючих стимулів даного колірного простору, що визначаються в тегах rXYZ, gXYZ, bXYZ.

Перетворення зображення з внутрішнього колірного простору CMS в простір RGB здійснюється у зворотному порядку.

1. Перерахунок колірних координат зображення з колірної системи XYZ в колірну систему RGB.

2. Гамма-корекція (внесення в зображення нелінійного спотворення):

$$\begin{bmatrix} r_0 \\ g_0 \\ b_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} rX & gX & bX \\ rY & gY & bY \\ rZ & gZ & bZ \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} X_{PCS} \\ Y_{PCS} \\ Z_{PCS} \end{bmatrix} \quad (5)$$

(перетворення колірних координат з колірного простору XYZ в колірний простір RGB) і далі

$$r_D = r_0^{1/\gamma_r}; \quad g_D = g_0^{1/\gamma_g}; \quad b_D = b_0^{1/\gamma_b} \quad (6)$$

(гамма-корекція) де r_0 , g_0 , b_0 - лінійні колірні координати в діапазоні $[0...1]$.

У колориметричних розрахунках прийнято виражати значення колірних координат RGB у вигляді десяткових дробів від 0 до 1, де 0 відповідає чорному, а 1 - білому кольору, у той час як в цифрових системах обробки зображень ці координати як правило зберігаються у вигляді 8-розрядних цілочисельних змінних в діапазоні від 0 (чорний) до 255 (білий).

Значення колірних координат зображення у внутрішньому колірному просторі CMS, навпаки, зберігаються у вигляді дробових змінних в діапазоні від 0 до 1. Щоб отримати значення координат XYZ в звичних одиницях їх треба помножити на 100 і навпаки, при введенні колірних координат XYZ для колірних розрахунків на основі колірних профілів - розділити на 100.

Особливу увагу слід звернути на одну важливу деталь: в якості опорного білого світла внутрішній колірний простір CMS майже завжди використовує стандартний випромінювач D50. При цьому колірний профіль, що описує той чи інший пристрій (наприклад, профіль монітора і профіль принтера) або абстрактний колірний простір (як колірні профілі Adobe- RGB і sRGB) можуть використовувати зовсім інший стандартний випромінювач. Більшість моніторів і настільних принтерів калібруються до колірної температури 6500K (випромінювач D65), а не 5000K (випромінювач D50). Обладнання, призначене для використання в поліграфії прийнято калібрувати до колірної температури 5000K. Це означає, що в процесі перерахунку колірних координат з колірного простору пристрою (наприклад, RGB) у внутрішній колірний простір CMS виходить не значення колірних координат у внутрішньому колірному просторі CMS, а значення, розраховані щодо іншого стандартного випромінювача (наприклад, D65), що неминуче призведе до помилок.

За рекомендацією ІСС перетворення колірних координат до стандартного випромінювача D50 здійснюється за методом Бредфорда, хоча різні профілі можуть використовувати й інші алгоритми. Коефіцієнти матриці хроматичного перетворення кольорів зображення від зазначеного в профілі стандартного випромінювача (прийнятого за замовчуванням джерела опорного білого світла

в даному колірному просторі) до стандартного випромінювача D50 зберігаються в тезі *chad* у вигляді послідовності з 9 чисел: $a_0 - a_8$.

Часто відбувається ціла серія перетворень: зображення з колірного простору сканера перетворюється в робочий колірний простір, в якому здійснюється обробка зображення і в якому воно зберігається у файлі; для відображення-зображення перетворюється з робочого колірного простору в колірний простір монітора; для отримання тиражної копії -зображення з робочого колірного простору перетворюється в колірний простір друкарського верстата або будь-якого іншого пристрою, що використовується для кінцевого відтворення зображення. CMS допускає перетворення зображення з одного колірного простір в інший, а з цього колірного простору в третій будь-яке число разів.

Як правило через розбіжність колірних обхватів різних пристроїв деякі кольори відтворити буде неможливо. У цьому випадку ці кольори будуть замінюватися іншими, які можливо відтворити на цьому пристрої і які викликають у спостерігача схожі колірні відчуття.

Тому стандарт ICC передбачає наявність чотирьох різних алгоритмів перерахунку, за допомогою яких можна узгодити уявлення кольору між різними кольоровими просторами.

Стиснення інформації на стадії додрукарських процесів може відбуватися як автоматично (за допомогою вбудованих в програмне забезпечення алгоритмів перерахунку колірних просторів, т.зв. *Rendering Intents*), так і вручну оператором кольорокорекції.

В якості порівняльних способів перетворення розглядаються: автоматичне алгоритмічне перетворення (з допомогою *Convert to Profile* в програмі *Adobe Photoshop*) і перетворення силами оператора кольороподілу.

Проводиться порівняння оригінального зображення і зображення, що піддалися конвертації з колірного простору LAB в колірний простір СМУК різними методами. Оцінюються психологічна точність відтворення кольорів зображення, отримані з використанням наступних алгоритмів перерахунку: *Relative colorimetric*, *Absolute colorimetric*, *Perceptual*, *Saturation*, і на зображеннях, підданих адресним перетворенням силами оператора кольороподілу, який контролює зміни за допомогою панелі «*Info*» в програмі *Adobe Photoshop*.

Методика проведення експерименту полягала в тому, що під час експерименту піддавалися контролю координати кольорів реальних об'єктів з найбільшою насиченістю в просторі LAB. Автоматичні перетворення з використанням алгоритмів стиснення в програмі *Adobe Photoshop* виконувались за нижченаведеною схемою.

Для установки способу перерахунку в програмі *Photoshop* треба увійти у вікно *Convert to Profile* підменю *Image/Mode*, де можна змінити вигляд алгоритму перерахунку (*Rendering Intents*).

Потім проводилося конвертування (перетворення) зображення з колірного простору LAB в колірний простір СМУК з використанням необхідних параметрів

(цільовий колірний простір і алгоритм перерахунку). Відразу ж після перетворення LAB - CMYK з використанням різних методів перерахунку: Relative colorimetric, Absolute colorimetric, Perceptual, Saturation, зображення знову піддавалося перетворенню CMYK - LAB. Така послідовність дій дозволяє виявити характер і ступінь змін колірних координат.

З результатів експерименту видно, що після перетворення з колірного простору LAB в CMYK дійсно відбувається деяка втрата в насиченості, зміна колірного тону і світлин. Були проведені експерименти та зроблено вимірювання, на підставі яких отримані нижченаведені висновки про величину і характер зміни інформації при стисканні (тобто після перетворення).

Насиченість. Перетворення образотворчої інформації з колірного простору LAB в колірний простір CMYK веде до втрати насиченості. Однак ступінь зміни насиченості є неоднаковою для різних кольорів. Ступінь втрати насиченості тим чи іншим кольором залежить як від застосованого в процесі конвертації алгоритму перерахунку (Perceptual, Saturation, Relative Colorimetric, або Absolute Colorimetric), так і від колірного тону.

Найбільшою мірою насиченість втрачають зелені та червоні кольори. У жовтого кольору насиченість втрачається набагато менше. При перетворенні одних і тих же кольорів з застосуванням різних ICC-профілів, насиченість втрачається більшою мірою при використанні ICC-профілю для крейдованого паперу.

Максимальне зменшення насиченості спостерігається при використанні алгоритмів перерахунку Relative Colorimetric і Absolute Colorimetric. Мінімальне - при використанні алгоритмів Saturation і Perceptual. Використання алгоритмів перерахунку Perceptual і Saturation приводить практично до ідентичних результатів, а саме до збереження максимальної насиченості. Невелике розходження спостерігається лише в деяких випадках в області зелених кольорів.

Таким чином, застосування різних алгоритмів перерахунку в різній мірі впливає на насиченість різних кольорів.

Світлота. Пурпурний колір. Перетворення вихідного зображення з колірного простору LAB в колірний простір CMYK для пурпурного кольору, показує характерне зменшення значень світлоти. Найбільшою мірою така ситуація складається при використанні методу Saturation. Трохи меншою мірою зменшення світлоти виникає при використанні алгоритму Perceptual. Найменший вплив на зміну світлоти зображення показують такі алгоритми перерахунку, як Absolute Colorimetric і Relative Colorimetric.

Червоний колір. При перетворенні насичених червоних кольорів найбільша зміна світлоти відбувається при використанні алгоритму перерахунку Absolute Colorimetric. У меншій мірі для насичених кольорів зміни помітні при використанні алгоритму Saturation. При перетворенні ненасичених кольорів у тінях максимальні зміни світлоти спостерігаються при застосуванні

алгоритму перерахунку Absolute Colorimetric. Інші алгоритми перерахунку практично не мають жодного впливу на світлоту.

Застосування алгоритму перерахунку Relative Colorimetric веде до незначного зменшення світлоти, або взагалі на неї ніяк не впливає.

Синій колір. Для синього кольору процес перетворення світлоти змінюється по-різному. У світлі ($70 < L < 100$) при використанні алгоритму Absolute Colorimetric світлота збільшується. У разі використання алгоритмів перерахунку Perceptual і Saturation відбувається зменшення світлоти. Алгоритм Relative Colorimetric практично не впливає на світлоту.

Для крейдованого паперу алгоритми Saturation і Perceptual ведуть до зменшення світлоти. Алгоритми Relative Colorimetric і Absolute Colorimetric практично не мають жодного впливу на світлоту. У тінях ($0 < L < 30$), після перетворення світлота в основному не змінюється.

Блакитний колір. Після процесу перетворення світлота блакитного кольору в основному зменшується. Найбільшою мірою світлота зменшується при використанні алгоритмів Saturation і Perceptual. У разі перетворення ненасичених колорів у світлі, світлота також зменшується при використанні алгоритмів Saturation і Perceptual. При використанні алгоритму Absolute Colorimetric світлота, навпаки, збільшується.

Жовтий колір. Для жовтого кольору використання алгоритму перерахунку Absolute Colorimetric призводить до збільшення світлоти. При використанні алгоритмів Saturation і Perceptual спостерігається зменшення світлоти. Алгоритм перерахунку Relative Colorimetric практично на світлоту не впливає.

Зелений колір. Після процесу перетворення зображення світлота змінюється мало. У випадку, коли перетворенню піддається ненасичений колір, світлота найбільшою мірою зменшується при використанні алгоритмів перерахунку Saturation і Perceptual. Застосування алгоритмів перерахунку Relative Colorimetric і Absolute Colorimetric або не впливає на світлоту зовсім, або приводить до слабкої її зміни в ту чи іншу сторону.

Якщо перетворенню з використанням алгоритму Absolute Colorimetric піддається ненасичений колір, то світлота збільшується. Після процесу перетворення світлота змінюється різною мірою для різних колірних діапазонів, тобто залежить від колірного тону:

- при перетворенні темних кольорів зображення, світлота збільшується;
- на світлих ділянках зображення світлота практично не змінюється або зменшується незначною мірою;
- при використанні різних алгоритмів перерахунку для проведення перетворення, результати зміни світлоти в основному виходять однаковими (для темних ділянок зображення).

На першому етапі роботи із зображенням його сканували в колірному просторі Lab. Потім оператор кольорокорекції виконував перетворення

зображень з колірного простору Lab в колірний простір Adobe RGB за допомогою функції Convert to Profile в програмі Adobe Photoshop.

Далі отримане зображення піддається корекції в програмі обробки растрових зображень Adobe Photoshop за наступною схемою.

1. Для перетворень в основному використовувався команда Curves (криві).
2. В діалогових вікнах за допомогою кривої вирівнювались кольори RGB.
3. У ситуаціях, де була потрібна додаткова корекція кольору (наприклад, для додаткової обробки природних кольорів, приділяючи особливу увагу пам'ятним кольорам) також використовувався інструмент Color Balance (кольоровий балас).
4. Далі додавали коригувальні шари Levels (рівні) і Brightness / Contrast (яскравість / контраст). При ручній корекції оригінального зображення з присутністю градацій сірого (для досягнення балансу сірого) використовувалися 3-4 контрольних точки. За допомогою інструменту «Curves» області світел, тіней і напівтіней регулювалися по каналах таким чином, щоб значення RGB були приблизно однакові.
5. На завершальному етапі RGB-зображення переводиться в CMYK простір.

Висновки

Розроблена інформаційна модель, дозволяє узагальнити інформацію про різні параметри репродукційного процесу й надалі розробляти методи для забезпечення якісного перетворення колірної інформації з необхідною точністю.

З точки зору насиченості при адресній корекції колірної інформації, насиченість в основному трохи зменшується, проте, іноді, може істотно збільшитись.

Після процесу перетворення, колір дещо втрачає насиченість. Чим більш насичений колір, тим більшою мірою він втрачає насиченість. Однак у деяких випадках адресна обробка призводить до підвищення насиченості при обробці зображень з перевагою в них насичених кольорів.

Характер зміни світлоти в чималому ступені залежить від кольору, і - або збільшується, або зменшується. Після серії перетворень світлота і насиченість зображень, підданих обробці, помітно змінювалися. Якщо колір є світлим і насиченим, то його світлота в процесі перетворень зменшується в значній мірі. Якщо ж колір є насиченим, але темний - світлота, навпаки, збільшується.

Науковий результат статті полягає в тому, що вперше було систематизовано і запропоновано процес організації потоків даних в репродукційній системі, що дозволяє проаналізувати та узагальнити інформацію про різні параметри репродукційного процесу і виявити ті з них, зміною яких можливо досягти необхідної якості відтворення колірної інформації.

Практичне значення дослідження полягає в тому що розроблена інформаційна модель дозволяє реалізувати технологію пріоритетного кольоровідтворення, залежно від мети репродукційного процесу, що підвищує точність перетворення колірної інформації оригіналів та, відповідно, якість виробництва друкованих видань.

Список літератури.

1. Александров, Д. (2020). *Сучасні системи управління кольором*. MacUp.
2. Александров, Д. (2020). *Структура ICC-профілів*. MacUp.
3. Броуді, Д. (2021). *Керування кольором зсередини*. Комп'юПРИНТ.
4. Заболоцька, М., & Андрєєв, Ю. (2018). *Принципи визначення допусків на відтворення кольору в поліграфії*. Поліграфіст і видавець.
5. Кеннел, Д. (2019). *Еволюція контролю якості*. Publish.
6. Кнабе, Г. А. (2016). *Енциклопедія дизайнера друкованої продукції*. Діалектика.
7. Кузнецов, Ю. (2015). *Система управління кольором: задум та можливості*. Поліграфія.
8. Самарін, Ю.Н., & Синяк, М.А. (2019). *Керування кольором*. Поліграфіст та Видавець.
9. Свешникова, О. (2013). *Управління кольором – pro та contra*. Комп'юпрінт.
10. Тихонов, У. (2015). *Умови відтворення кольору та його контроль*. Комп'юпрінт.
11. Хіндерлітер, Х. (2021). *Контракт на колір*. Publish.
12. Шарма, А. (2021). *Управління кольором*. Publish.
13. Deineko, & et al.. (2021). Color space image as a factor in the choice of its processing technology. Abstracts of I International scientific-practical conference «Problems of modern science and practice» (September 21-24, 2021). Boston, USA, pp. 389-394.
14. Lyashenko, V., Deineko, Z., Zeleniy, O., & Tabakova, I. (2021). Wavelet ideology as a universal tool for data processing and analysis: some application examples. International Journal of Academic Information Systems Research (IJASIR), 5(9), 25-30.