



УДК 778.681.5

М. І. ФЕРЕНЦ, С. М. ГУНЬКО

**РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ
ОПТИМАЛЬНОГО МАСКУВАННЯ
КОЛЬОРОВОЮ МАСКОЮ**

Наведемо методику та результати розрахунку коефіцієнтів контрастності маскуючих зображень, що формуються в емульсійних шарах маскуючої плівки. При визначенні сенситометричних параметрів маскуючих зображень враховуємо кольороподілені характеристики барвників оригіналу, а також взаємний вплив одноколірних маскуючих зображень, зумовлений особливостями їх формування.

У розрахунках використані рівняння кольоропередачі Ньюберга—Артюшина, що базуються на дублікаційній теорії. За вихідні дані для складання рівнянь брали кольороподілені та градаційні характеристики елементарного фотографічного процесу [2, 5], які в першому наближенні виражаються перетвореннями

$$D_0 = (\alpha) D, \quad (1)$$

$$D_n = D_n^{(0)} - (\gamma_n) D_0, \quad (2)$$

де D_0 — вектор ефективних щільностей об'єкта фотографування; D — вектор, що визначає кількість кожної з трьох фарб синтезу через зональні щільності однофарбових зображень; (α) — матриця кольороподілених характеристик; D_n — вектор ефективних щільностей негативного зображення; $D_n^{(0)}$ — вектор негативного зображення білого поля оригіналу; (γ_n) — діагональна матриця з елементами, що дорівнюють коефіцієнтам контрастності кольороподілених негативних зображень.

Підставивши рівняння (1) в (2), одержуємо в першому наближенні для кольоровідтворення негативного процесу

$$D_n = D_n^{(0)} - (\gamma_n) (\alpha) D. \quad (3)$$

Для опису кольоровідтворення позитивного фотографічного процесу у виразі (3) знак мінус необхідно замінити знаком плюс, а індекс «n» на «п». Через те що кінцевими і разом з тим обмеженими спектральними характеристиками друкарських фарб і особливостями друкарського процесу є синтез кольорового зображення, всі попередні етапи репродукційного процесу, в тому числі й маскування, повинні підпорядковуватися його вимогам. Таким

чином, вхідними даними для розрахунку, поряд з кольороподіленними характеристиками барвників, що синтезують кольоровий оригінал, повинні бути характеристики тріади друкарських фарб. Для експериментального визначення вихідних характеристик використано модельний оригінал, виготовлений шляхом фотографування на кольорову зворотну плівку шкал кольорового охоплення, віддрукованих тріадою фарб.

Рівняння (3) для умов одержання модельного оригіналу можна подати як

$$D_n = D_n^{(0)} + (\gamma_n) (\alpha^{fn}) D_\phi, \quad (4)$$

де $D_n^{(0)}$ — вектор, який характеризує мінімальну кількість трьох барвників на позитивному зображенні білого поля; (γ_n) — діагональна матриця з елементами, що дорівнюють коефіцієнтам контрастності кольороподілених позитивних зображень, утворених в емульсійних шарах зворотної плівки; (α^{fn}) — квадратна матриця кольороподілених характеристик друкарських фарб відносно трьох шарів зворотної плівки; D_ϕ — вектор, що характеризує кількість кожної з трьох фарб на шкалах кольорового охоплення, виражених через зональні щільності.

Згідно з послідовністю технологічних операцій при репродукціюванні кольорових діапозитивів першою є виготовлення кольорокоректуючої маски.

Рівняння кольоровідтворення процесу одержання кольорової маски [3, 7] представляє собою перетворення вектора ефективних щільностей кольорового діапозитива в вектор, який описує фотографічний ефект в емульсійних шарах маскуючої плівки:

$$D_m = D_m^{(0)} - (\gamma_m) (\alpha^{mm}) D_n, \quad (5)$$

де $D_m^{(0)}$ — вектор, що характеризує максимальний фотографічний ефект на масці; (γ_m) — діагональна матриця з елементами, які дорівнюють коефіцієнтам контрастності емульсійних шарів маскуючої плівки; (α^{mm}) — матриця кольороподілених характеристик барвників кольорового діапозитива відносно світлочутливих шарів маскуючої плівки; D_n — вектор, що характеризує кількість жовтого, пурпурного та голубого барвників на кольоровому діапозитиві.

Для одержання кожного кольороподіленого відмаскованого негатива проводять експонування за зональними світлофільтрами на панхроматичну плівку кольорового діапозитива, суміщеного з маскою. Ефективна щільність експонуючого зображення представляє суму ефективних щільностей зображень діапозитива та маски [3, 7]. Згідно з рівнянням (1) ефективну щільність фотографуючої системи зображень можна виразити як

$$D^{ef} = (\alpha^{nn}) D_n + (\alpha^{mn}) (\omega) D_m, \quad (6)$$

де (α^{nn}) — матриця кольороподілених характеристик барвників синтезу діапозитива відносно світлочутливих приймачів, що формують негативне зображення — панхроматична плівка в комп-

лекті з кольородільними світлофільтрами; (α^{MN}) — матриця кольороподілених характеристик барвників, які вводять в емульсійні шари маскуючої плівки, відносно тих же світлочутливих приймачів, що формують негативне зображення; (ω) — матриця, яка характеризує кількість одноколірних маскуючих зображень, необхідних для повного маскування.

Фотографічний ефект на маскованих кольороподілених негативах представляється рівнянням кольоровідтворення, яке є результатом підстановки у формулу (2) рівняння (6), а потім (4) і (5):

$$D_{II} = D_{II}^{(0)} - (\gamma_{II}) \{ (\alpha^{PN}) [D_{II}^{(0)} + (\gamma_{II}) (\alpha^{PN}) D_{\Phi}] + (\alpha^{MN}) (\omega) [D_{M}^{(0)} - (\gamma_{M}) (\alpha^{PM})] [D_{II}^{(0)} + (\gamma_{II}) (\alpha^{PN}) D_{\Phi}] \}. \quad (7)$$

Рівняння (7) виражає ефективні щільності маскованих кольороподілених зображень через субтрактивні координати кольорів репродукції. У ньому використані тільки лінійні кольороподілені характеристики, оскільки нелінійна корекція при використанні фотографічних масок, виготовлених на багат шаровій плівці, забезпечується за рахунок обмеження фотографічної широти емульсійних шарів [1], а коефіцієнти контрастності залишаються без змін.

Маскування кольороподілених зображень є повним при умові повного усунення кольороподілених спотворень і збереження градаційних характеристик відповідно до немаскованих кольороподілених негативів. Кольоровідтворення на кольороподілених негативах з ідеальними кольороподіленими та типовими градаційними характеристиками можна виразити через ефективні щільності кольорів репродукції рівнянням

$$D_{II}^{1d} = D_{II}^{(0)} - (\gamma_{II}) (E) D_{\Phi}. \quad (8)$$

Сумісний розв'язок рівняння (7) і (8) дає матричне рівняння, яке годиться для визначення параметрів процесу маскування кольоровою маскою

$$(\alpha^{MN}) (\omega) (\gamma_{M}) (\alpha^{PM}) = (\alpha^{PN}) - (\alpha^{PN})^{-1} (\gamma_{II})^{-1}. \quad (9)$$

За рівнянням (9) можна визначити матриці кольороподілених характеристик зображень (α^{PM}) , що формуються в емульсійних шарах маскуючої плівки та барвників (α^{MN}) , які їх утворюють, а за ними знаходити спектральні криві. Вихідними даними є градаційні характеристики (γ_{II}) кольорового позитивного процесу і кольороподільні характеристики барвників, що формують зображення кольорового діапозитива (α^{PN}) і друкарських фарб (α^{PN}) , які визначають експериментально.

Для знаходження однієї з шуканих матриць необхідно всі інші в лівій частині рівняння (9) умовно змінити одиничними або іншими заданими матрицями залежно від конкретних умов маскування.

Через обмежений асортимент застосовуваних на практиці сенсibilізаторів і барвоутворюючих компонентів більш раціональним

є при оптимальному їх виборі проведення розрахунків коефіцієнтів контрастності зображень, що формуються в емульсійних шарах маскуючої плівки. Тому, помноживши ліву та праву частини рівняння (9) зліва на $(\alpha^{MN})^{-1}$ і справа на $(\alpha^{PM})^{-1}$, одержимо

$$(\omega) (\gamma_M) = (\alpha^{MN})^{-1} (\alpha^{PN}) (\alpha^{PM})^{-1} - (\alpha^{MN})^{-1} (\alpha^{PN})^{-1} (\gamma_N)^{-1} (\alpha^{PM})^{-1}. \quad (10)$$

Перемноживши в лівій частині рівняння (10) матриці градаційних характеристик (γ_M) маскуючої плівки на матрицю (ω) , що визначає необхідну кількість маскуючих зображень, записуємо матрицю дублікаційного маскування з застосуванням багатошарової маскуючої плівки

$$(M) = \begin{vmatrix} \gamma_c^1 & \gamma_z^1 & \gamma_{\phi}^1 \\ \gamma_c^2 & \gamma_z^2 & \gamma_{\phi}^2 \\ \gamma_c^3 & \gamma_z^3 & \gamma_{\phi}^3 \end{vmatrix}, \quad (11)$$

де 1, 2, 3 — синьо-, зелено-, червонофільтрові маскуючі кольороподілені зображення; с, з, ϕ — синьо-, зелено-, червоночутливі емульсійні шари маскуючої плівки.

По рядках матриці маскування знаходять гами зображень, сформованих з різних за світлочутливістю емульсійних шарів, але забарвлені в один колір і призначені для корекції одного з кольороподілених негативів.

Вихідні дані для розрахунку параметрів маскуючих зображень єдиної кольорової маски, що забезпечує оптимальне маскування, визначали експериментально. Матриці кольороподілених характеристик барвників кольорового діапозитива відносно панхроматичної плівки і світлофільтрів (α^{PN}) , а також барвників друкарських фарб відносно шарів кольорової зворотної плівки (α^{PM}) визначали методом кольороподілених випробувань процесу кольороподілу [6]. Матриці градаційних характеристик (γ_N) знаходили за методикою сенситометричних випробувань [4]. Для визначення матриці кольороподілених характеристик барвників маскуючої плівки (α^{MN}) використані сенситограми, що експонувались на одношарові поливи, з яких один містить жовту, другий — пурпурну, а третій — голубу компоненти. Кожну з цих сенситограм копіювали по черзі за кольороподіленими світлофільтрами на панхроматичну плівку, а потім шукали питомі ефективні щільності. Матриця кольороподілених характеристик барвників кольорового діапозитива відносно трьох шарів маскуючої плівки (α^{PM}) складена з питомих ефективних щільностей, які визначені за кольороподіленими зображеннями, одержаними внаслідок копіювання тест-оригіналу (кольорового діапозитива) на одношарові зразки, що чутливі до одної третини спектра.

У таблиці наведені три матриці маскування, з яких перша представляє необхідні контрасти маскуючих зображень, що забезпечують усунення кольороподілених спотворень, зумовлених недосконалістю барвників кольорового діапозитива і друкарських фарб без урахування недоліків маскування єдиною маскою, тобто

**Матриці маскуючих зображень
з урахуванням вихідних умов маскування**

Номер матриці	Умови врахування вихідних характеристик	Кольороподілені негативи	Барвники, що синтезують оригінал (γ)		
			ж	п	г
1	$\alpha^{mn} = E$	$\alpha^{pm} = E$	0,01	0,86	0,23
	$\alpha^{fp} = E$	$\alpha^{pn} \neq E$	0,85	0,07	0,64
			0,05	0,28	0,26
2	$\alpha^{mn} = E$	$\alpha^{pm} \neq E$	-0,27	1,26	0,07
	$\alpha^{fp} \neq E$	$\alpha^{pn} \neq E$	0,47	-0,26	0,74
			-0,01	0,24	0,23
3	$\alpha^{mn} \neq E$	$\alpha^{pm} \neq E$	-0,76	1,78	-0,19
	$\alpha^{fp} \neq E$	$\alpha^{pn} \neq E$	0,68	-0,74	0,88
			-0,07	0,36	0,13

для умови утворення в маскуючій плівці ідеальних маскуючих зображень. Друга матриця маскування враховує неселективну сенсibilізацію емульсійних шарів, в яких утворюються маскуючі зображення, але за умови, що барвники, які їх формують, не мають побічних поглинань. Третя матриця — це контрасти маскуючих зображень, які забезпечують усунення кольороподілених спотворень, зумовлені недосконалістю барвників кольорового діапозитива, друкарських фарб, а також спотворень маскуючих зображень, що зумовлені побічними поглинаннями барвників, які їх формують, і неселективною сенсibilізацією емульсійних шарів маскуючої плівки.

З таблиці випливає, що при виготовленні єдиної маски на багатопаровій плівці з умовною ідеальною чутливістю емульсійних шарів до заданої зони спектра, які містять барвники без побічних поглинань, для досягнення повного маскування всі дев'ять маскуючих зображень повинні бути негативними. Негативні зображення, маскуючі кольороподілені негативи по виділених кольорах (діагональні члени матриці 1) призначені для зменшення їхніх контрастів, забезпечують баланс по сірому.

Наявність у матриці 2 від'ємних значень коефіцієнтів контрастності (γ_c^1) і (γ_s^2) зумовлена тим, що при відхиленні спектральної чутливості емульсійних шарів від ідеальної виникає необхідність у позитивних маскуючих зображеннях, які компенсують спотворюючі щільності в негативних масках. Разом з тим, поява позитивних маскуючих зображень викликає додаткове збільшення спотворень по невиділених кольорах, для компенсації яких необхідне збільшення недиагональних членів матриці 2.

У результаті збільшення гами (γ_s^1) зображення, що маскує кольороподілений негатив по надлишку пурпурного барвника на

синьофільтровому кольороподіленому негативі до значень, які наведені в матриці 3, відбувається перемаскування по голубому барвнику. Щоб запобігти цьому, необхідне позитивне маскуюче зображення ($-\gamma_c^1$), яке збільшує кольороподілені спотворення по голубих кольорах. Аналогічно виникає необхідність у позитивному маскуючому зображенні ($-\gamma_c$), що підвищує спотворення по жовтих кольорах на червонофільтровому кольороподіленому негативі.

Список літератури: 1. *Артюшина И. Л.* Исследование и разработка методов управления цветовой коррекцией в полиграфических процессах с использованием цветной маскирующей пленки: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М. — 20 с. 2. *Артюшин Л. Ф.* Основы воспроизведения цвета в фотографии, кино и полиграфии. — М.: Искусство, 1970. — 548 с. 3. *Гулько С. Н.* Расчет сенситометрических характеристик цветной маскирующей пленки. — В кн.: Актуальные вопросы развития высокой печати. Львов, 1974. с. 28—30. 4. *Зернов В. А.* Фотографическая сенситометрия. — М.: Искусство, 1980. — 350 с. 5. *Нюберг Н. Д.* Искажения цветопередачи и их связь с сенситометрическими характеристиками фотографических процессов. — Успехи науч. фотографии, 1954, вып. 2, с. 134—144. 6. *Семенова Н. Ф.* Методика цветоделенных испытаний многослойных кинофотоматериалов. Техника кино и телевидения, 1953, № 4, с. 52—57. 7. *Ференц М. І.* Кількісний аналіз кольоровідтворення на фотоформах. — Поліграфія і видавнича справа, 1983, № 19, с. 3—8.

Determination of parameters of colour separating images of a single mask is analysed. It facilitates the proofing of colourseparated characteristics of copy dye stuffs, dye stuffs of printing pigments, dye stuffs and sensibility of emulsion layers of masking film.

Стаття надійшла до редколегії 05. 04. 84