

УДК 655.533

СТАНДАРТИЗАЦІЯ БАЛАНСУ СІРИХ ВІДТІНКІВ НА ОФСЕТНІЙ АВТОТИПНІЙ РЕПРОДУКЦІЇ

І. В. Барановський, Р. Т. Бухта

Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79000, Україна

Відповідно до вимог додаткових положень стандарту ISO 12647-2 (2013) проаналізовано методику корекції технологічних факторів для досягнення відповідності і якості зображення під час відтворення балансу сірих тонів кольорової растрової репродукції методом офсетного друку. Для встановлення відкоректованих цільових значень для показників відтворення сірого тону при зміні кольорових координат основи для друкування (паперу) використано попередньо визначені близькі до нейтральних значення тріади жовтої, пурпурної і блакитної фарб з еталонного профілю ICC.

Ключові слова: баланс сірих тонів, офсетний друк, стандартизація, метрологія, цифрова обробка зображень, кольоровідтворення, колірний профіль ICC.

Постановка проблеми. В останні десятиріччя в Україні припинили свою діяльність відомі галузеві науково-дослідні інститути поліграфічної промисловості, які займалися оновленням національних стандартів на процеси виготовлення друкарської продукції, гармонізованих з міжнародними аналогами. Потужним автономним науковим і навчальним закладом для поліграфічної промисловості, який сьогодні ще має необхідний потенціал технічних, наукових і кадрових ресурсів і якому під силу за певних умов розв'язати проблему стандартизації, метрології та сертифікації в галузі, залишається Українська академія друкарства. Але для цього потрібно багато що зрозуміти і зробити. Насамперед потрібно вникнути в суть проблеми і розпочати дослідження в цьому напрямі, що і є стратегічним завданням цієї праці.

Відтворення сірих тонів і дотримання балансу сірих тонів займає суттєве місце у стандартизації виробничих процесів переддрукарської підготовки і друку кольорових півтонових оригіналів в офсетній репродукції [1–6].

Досягти балансу сірих тонів означає встановити такі співвідношення кількостей жовтої, пурпурної і блакитної фарб, які необхідні для налаштування процесу друку, щоб при певних умовах друку та перегляду репродукції отримати нейтральні сірі відтінки у всьому діапазоні відтворення тональності друку. Вимоги до цільових параметрів з допусками, через які визначається прийнятність чи не прийнятність друкованих робіт, сформульовані у міжнародних стандартах друку [7–9].

Зараз існує два визначення нейтральних сірих тонів, які наведені у стандарті ISO 12647 [8]:

а) це відтінки, які мають такі самі значення координат a^* і b^* у кольоровому просторі CIELAB, що й основа друку (папір);

б) це відтінки, які мають такі самі значення координат a^* і b^* у кольоровому просторі CIELAB, що й чорний відтінок на основі друку.

Визначення а) більше підходить для світло-сірих значень, де важливу роль відіграють колірні показники основи друку. Її ефект стає менш помітним у темно-сірих значеннях відтінку, і тут порівняння з чорним стає більш важливим. У таких випадках визначення б) є кращим. На практиці доцільно обчислювати значення сірих тонів, поєднуючи обидва визначення: а) — у світлих місцях, б) — у тінювих.

Донедавна поняття відтворення балансу сірих тонів було фактично надзвичайно вирішальним елементом стандартизації відтворення кольорів. Існувало правило, за яким баланс сірих тонів мав досягатися при певних значеннях величин тонів фарб автотипного синтезу. Міжнародний стандарт щодо управління процесами офсетного друку ISO 12647-2 за 1996 р, який ще й дотепер залишається чинним в Україні, навіть визначав їхні цільові значення: якщо не вказано іншого, то баланс сірих тонів потрібно наводити при кількостях голубої, пурпурної і жовтої фарб у співвідношеннях: 25-19-19, 50-40-40, 75-64-64 у світлих, півтонових і тінювих ділянках репродукції.

Пізніше, коли з'явилася налаштування фарб і почав здійснюватися контроль кольору на всіх етапах процесу за допомогою спектральних вимірювань, баланс сірих тонів втратив своє помітне значення. У стандартах з управління процесами ISO12647-2: 2004 та ISO12647-2: 2013 баланс сірих тонів повністю забраний з основного тексту стандарту та перенесений до його додатку лише для інформації.

Трохи інша ситуація виникла в американських стандартах, де питанню відтворення сірих тонів дотепер надається більшого значення і багато поліграфічних компаній для коректної кольоропередачі використовують методології G7 та GRACoL® 2013 [9], де це питання залишається актуальним.

G7 — це методика досягнення бажаної градації сірих тонів для всього динамічного тонального діапазону. Використовується вона для калібрування та налаштування друкарських систем, а також для робочого потоку.

GRACoL є де-факто стандартом для комерційного друку в Північній Америці та інших регіонах світу. Градація полів сірої растрової шкали зазвичай вибирається так, щоб створити нейтральний колір при цьому наборі умов виробництва (наприклад, при кольоропробі SWOP).

Відтворення балансу сірих тонів репродукції автоматично встановлюється на стадії профілювання друкарської машини. Але дуже часто під час зміни паперу він не має потрібного нейтрально сірого кольору, а має жовтуватий чи синюватий відтінок. У цьому випадку під час виготовлення продукції необхідно ввести потрібні зміни, застосовувавши запропонований стандартом ISO-12647 метод обчислення балансу по сірому у друкарському процесі.

Балансом сірих тонів можна користуватися для калібрування і управління для такого друкованого процесу доти, доки допуски щодо посилення тону і розкид тонів у середніх тонах не перевищують певних значень.

Дослідження проблем відтворення сірих тонів і застосування стандартів ISO 12647 :2013 до забезпечення балансу сірих тонів подано в працях Прайнса, Рея, Кохлера, Чака та інших [7] та Р. Чанга [8, 9], де запропоновано варіанти їх розв'язання.

За допомогою кривих балансу сірих тонів можна розрахувати баланс і значення параметрів для цілей процесного управління і контролю. Для цього на вебсайті ICC можна знайти показники і набори даних за показниками. Файл містить значення X , Y , Z і L^* , a^* , b^* для шкали ISO 12642, що містить 1485 полів. За допомогою набору даних за показниками визначаються умови балансу по сірому.

Якщо баланс сірих тонів слугує для калібрування друку, то фарби, папір і друк зберігаються як константи, а пластини є змінними, а коли він слугує для управління процесом, то папір і пластини є константними, а фарбові характеристики змінні.

Мета статті — дослідити шляхи управління і корекції параметрів та методи оцінки досягнення відповідності та якості при відтворенні балансу сірих тонів.

Задача дослідження — встановити коректовані для паперів колориметричні цільові значення для друку і кольоропроби. Для цього запропоновано використати попередньо визначені близькі до нейтральних поля з еталонного профілю ICC.

Методологія дослідження. На схемі (рис. 1) ілюструється метод випробування для оцінки відтворення сірого тону. Для цього використовується цифровий тест-оригінал з попередньо визначеними близькими до нейтральних полів. Вважається, що профіль ICC відомий і процес друку відкалібрований.

Величини тону близьких до нейтральних полів знайдено з їхніх значень CIELAB, взятих з A2B LUT профілю ICC в прикладній програмі ChroMix ColorThink 3 Pro. Коректовані колориметричні цільові значення від паперу 1 (як визначено в наборі даних) до паперу 2 (виробничий папір) можуть бути визначені за допомогою триколірного лінійного методу корекції, або рівняння:

$$X_2 = X_1(1 + C) - X_{\min}C$$

$$C = \frac{X_{w2} - X_{w1}}{X_{w1} - X_{\min}}, \quad (1)$$

де X_1 — вимірне значення координати кольору поля шкали, надрукованої на папері 1; X_2 — очікуване значення координати кольору еквівалентного поля шкали, надрукованої на папері 2; $X_{\min}$ — мінімальне значення координат кольору серед усіх полів, надрукованих на папері 1; X_{w1} і X_{w2} — координати кольору паперів 1 і 2.

Порядок проведення вимірювань і розрахунків:

- визначити цільові значення кольорових координат під час друку на папері 1 і очікування значення кольорових координат на папері 2 в просторі CIELAB;
- перетворити CIELAB₁ в CIEXYZ₁;
- розрахувати величину C для X , Y і Z , використовуючи CIEXYZ з паперу 1, паперу 2 і $X_{\min}$;
- перерахувати CIEXYZ₁ в CIEXYZ₂ за формулою (1);
- перетворити коректовані стосовно зміни паперу значення CIEXYZ₂ в значення CIELAB₂;

- виконати калібрування друкарського пристрою;
- надрукувати зразок і провести вимірювання значення CIELAB друкованих полів;
- провести оцінку відтворення сірого близьких до нейтральних полів (a^* і b^* за різних значень L^*);
- провести оцінку відповідності відтворення сірого (ΔCh і ΔL^*).

Конкретні розрахунки цих параметрів проведено із застосуванням системи функціональної системи MatLab (The MathWorks, Inc. США) з використанням програми Simulink (рис. 2).

Одержані результати та їх обговорення. Колориметричні цільові значення 25 попередньо визначених близьких до нейтральних полів CMY у подані у табл. 1. Значення з лівої сторони таблиці знято від тест-оригіналу P2P як вхідного. Значення цих триад, з правої сторони таблиці, одержані в програмному модулі ChroMix ColorThink 3 Pro через профіль ICC ISOCoatedeci_v2 при абсолютній колориметричній візуалізації передачі кольору. Перший рядок (0C / 0M / 0Y / 0K) — значення для паперу, його Тип 1 і значення CIELAB ($95.37L^*$, $0a^*$, $-1.98b^*$).

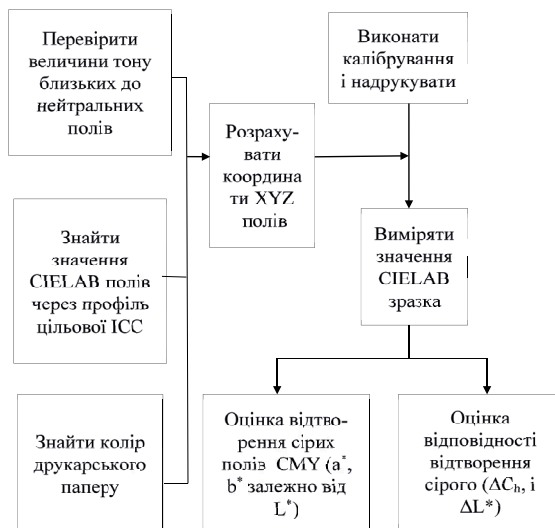


Рис. 1. Блок-схема послідовності дій для оцінки відтворення сірого тону

Графік залежності координат a^* і b^* від процентного розміру точки цих близьких до нейтральних полів (рис. 3). Зауважимо, що CIELAB значення паперу ($0a^*$, $-2b^*$) визначають початкову точку сірого відтворення шкали. Процент точки може бути заміненим на координату L^* полів.

Для паперу з кольоровими координатами ($2.3a^*$, $-8b^*$) розраховано колориметричні цільові значення близьких до нейтральних полів, використовуючи рівняння (1). На рис. 4 подано графіки залежності координат кольору a^* і b^* від координати яскравості L^* до і після корекції паперу.

Привертає увагу те, що значення a^* і b^* попередньо визначених полів не розміщені по прямій лінії між значеннями CIELAB паперу та суміщення плашок CMY.

Помітні зміни є в друкарських цільових значеннях, коли застосовується корекція паперу до набору характеристик даних. Якщо друкарська основа містить ОВА, то виправлені блакитні і пурпурні цільові значення плашок матимуть різні кути кольорового тону, і плашка жовтої буде менш насиченою.

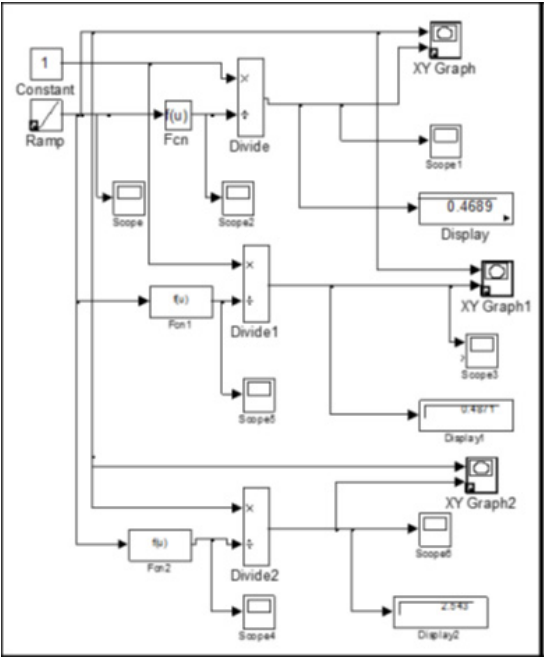


Рис. 2. Блок-схема програми розрахунків за допомогою функціональної системи MatLab (The MathWorks, Inc. США) з використанням програми Simulink

Таблиця 1

**Колориметричні цільові значення 25 попередньо визначених
близьких до нейтральних полів СМУ**

C	M	Y	K	L*	a*	b*
1	2	3	4	5	6	7
0	0	0	0	95.37	0	-1.98
2	1.2	1.2	0	93.87	0.01	-2.21
3.9	2.8	2.8	0	92.16	0.2	-2.13
5.9	4.3	4.3	0	90.48	0.34	-2.04
7.8	5.5	5.5	0	89.04	0.24	-2.19
10.2	7.5	7.5	0	87.06	0.38	-1.98
14.9	11	11	0	83.42	0.38	-1.82
20	14.9	14.9	0	79.57	0.32	-1.62
25.1	18.8	18.8	0	75.81	0.11	-1.52
30.2	23.1	23.1	0	71.88	0.19	-1.45

Продовж. табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
34.9	27.1	27.1	0	68.4	0.21	-1.47
40	31.4	31.4	0	64.72	0.19	-1.51
45.1	35.7	35.7	0	61.17	0.04	-1.55
49.8	40	40	0	57.84	0.04	-1.35
54.9	45.1	45.1	0	54.11	0.1	-0.92
60	50.2	50.2	0	50.43	-0.04	-0.64
65.1	55.3	55.3	0	46.81	-0.26	-0.62
69.8	60.4	60.4	0	43.31	-0.19	-0.55
74.9	65.9	65.9	0	39.62	-0.35	-0.63
80	71.8	71.8	0	35.93	-0.53	-0.66
85.1	78	78	0	32.33	-0.43	-0.48
89.8	84.3	84.3	0	29.19	-0.18	-0.3
94.9	92.2	92.2	0	25.98	0.16	-0.15
98	96.9	96.9	0	24.22	0.12	-0.23
100	100	100	0	23.09	0.13	-0.25

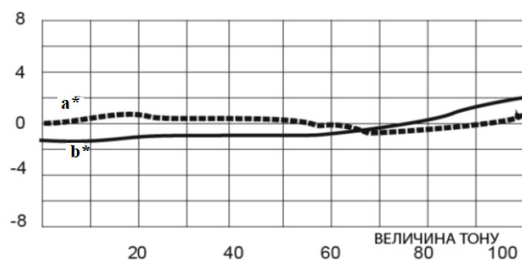


Рис. 3. Графік залежності координат a^* і b^* від величини тону растрового зображення для блакитної фарби

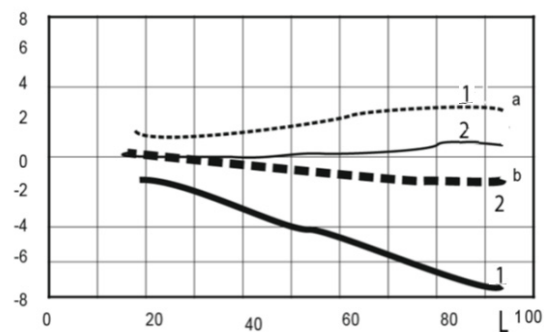


Рис. 4. Графіки залежності кольорових координат a^* і b^* від координати яскравості L^* близьких до нейтральних полів:
1 — до корекції паперу; 2 — після корекції паперу

Якщо є різниця світлот між набором даних і папером виробництва, то ΔL буде зменшуватися в міру потемніння близьких до нейтральних полів. Якщо є хроматична різниця між двома паперами, то величини Δa^* і Δb^* в близьких до нейтральних полях будуть зменшуватися в міру їхнього потемніння. Крім того, немає ніяких змін між TVI з і без поправки підкладки (якщо такі і є, то становлять менше, ніж пів процента в блакитному каналі). Причиною того, що TVI не залежить від корекції основи друку полягає в тому, що:

- а) корекція лінійна у CIEXYZ просторі;
- б) TVI розраховується шляхом співвідношення відносних величин відбивання між відтінком і плашкою.

Що ближче виміряні поля знаходяться до цільових, то точніше сіре відтворення. У той час як світлі місця і півтони близькі до сірого балансу, тіні часто не збігаються.

Ми описали метод випробування використання майже нейтральних полів, щоб знайти їх колориметричні цільові значення з набору інсталяційних даних, розрахунку їх виправлених колориметричних цільових значень. Рекомендуємо цей метод випробування на ISO 12647-2 для оцінки відхилення і варіації.

У той час як багато майже нейтральних полів бажані при калібруванні друку, три поля, як вважають, буде достатньо, щоб оцінити відповідність відтворення сірого. У табл. 2 наведено приклад з використанням трьох заздалегідь визначених полів — в світах (25C / 19M / 19Y), півтонах (50C / 40M / 40Y) і три чверть тонах (25C / 19M / 19Y) як вимоги введення.

Таблиця 2

Приклад багаторівневого допуску сірого відтворення

Відтворення сірого	Допустимий рівень (ΔCh)			Допустимий рівень (ΔL^*)		
	Прямі	Нормальні	Слабкі	Прямі	Нормальні	Слабкі
25C/19M/19Y	1.5	2.0	3.0	1.5	2.5	3.5
50C/40M/40Y	2.0	3.0	4.0	1.5	2.5	3.5
75C/66M/66Y	3.0	4.0	5.0	1.5	2.5	3.5

Ця стаття показує, що існує різниця між числом полів, необхідних для калібрування, і числом полів, необхідних для оцінки відповідності відтворення сірого. Тільки три поля — в чверть тоні (25C / 19M / 19Y), півтоні (50C / 40M / 40Y) і три чверть тоні (75C / 66M / 66Y), які необхідні для оцінки відповідності відтворення сірого.

Висновки

1. На основі проведених досліджень встановлені коректовані колориметричні цільові значення для друку і кольоропроби для паперів, що містять оптично активні наповнювачі. Корекцію паперу здійснюють, використовуючи попередньо визначені близькі до нейтральних поля з еталонного профілю ICC, для встановлення цільових значень сірого відтворення, і на цій основі здійснюють відповідні розрахунки.

2. Встановлено, що існує різниця між числом полів, необхідних для калібрування, і числом, необхідним для оцінки відповідності відтворення сірого. Тільки три поля — у чверть тонах (25C / 19M / 19Y), півтонах (50C / 40M / 40Y) і три чверть тонах (75C / 66M / 66Y) необхідні для оцінки відповідності відтворення сірого.

3. Розроблена методика оцінки відповідності умов друку вимогам додаткових положень стандарту ISO 12647-2 (2013). Допуски задаються в трьох рівнях, тобто жорсткими, нормальними і слабкими, щоб врахувати можливості процесу та вимоги до якості кольоровідтворення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Chung Robert Y. Printing-process control and standardization. RIT Press, 2020. 200 p.
2. Барановський І. В., Яхимович Ю. П. Поліграфічна переробка образотворчої інформації : навч. посіб. Київ-Львів : ІЗМН, 1998. 400 с.
3. Hunt R.WG. The Reproduction of Colour, fifth edition, The Fountain Press, Tolworth, England, 1995.
4. Kipphan H. (ed.). Handbook of Print Media, Springer-Verlag, Berlin, 2001.
5. Yule J.A.C. Principles of Color Reproduction. John Wiley & Sons, New York (1967), and (with G.G.Field), Graphic Arts Technical Foundation, Pittsburgh, Pennsylvania, updated reprint edition, 2000.
6. Филд Г. Фундаментальный справочник по цвету в полиграфии : учеб. пособ. для вузов / пер. с англ. Н. Друзьева. Москва : ЦАПТ, 2007. 376 с.
7. Prince Ray, Koehler Chuck et al. TAGA Proceedings (2008), «Controlling Ink Color during the Press Run - Solid Ink or Gray Balance». Pp. 117–135.
8. Chung R. Test Targets 8.0, RIT (2008), «Non-CMYK Pictorial Color Image Reproduction». Pp. 44–48.
9. Chung R. TAGA Proceedings (2012), «Grey Reproduction & Its Conformity Assessment». Pp. 342–352.
10. ISO 12467-1 (2013), Graphic technology — Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints — Part 1: Parameters and measurement methods. URL: www.iso.org.
11. ISO 12467-2 (2013), Graphic technology — Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints — Part 2: Offset lithographic processes. URL: www.iso.org.
12. NSI/CGATS/IDEAlliance TR015 (2013), Graphic technology — Methodology for Establishing Printing Aims Based on a Shared Nearneutral Gray-scale.

REFERENCES

1. Chung, R. Y. (2020). Printing-process control and standardization. RIT Press (in English).
2. Baranovskyi, I. V., & Yakhymovych, Yu. P. (1998). Polihrafichna pererobka obrazotvorchoi informatsii. Kyiv-Lviv : IZMN (in Ukrainian).
3. Hunt, R.WG. (1995). The Reproduction of Colour, fifth edition, The Fountain Press, Tolworth, England (in English).

4. Kipphan, H. (ed.). (2001). Handbook of Print Media, Springer-Verlag, Berlin (in English).
5. Yule, J.A.C. (2000). Principles of Color Reproduction. John Wiley & Sons, New York (1967), and (with G.G.Field), Graphic Arts Technical Foundation, Pittsburgh, Pennsylvania, updated reprint edition (in English).
6. Fild, G. (2007). Fundamental'nyj spravocchnik po cvetu v poligrafii / per. s angl. N. Druz'eva. Moskva : CAPT (in Russian).
7. Prince, Ray, & Koehler, Chuck et al. TAGA Proceedings (2008), «Controlling Ink Color during the Press Run - Solid Ink or Gray Balance», 117–135 (in English).
8. Chung, R. Test Targets 8.0, RIT (2008), «Non-CMYK Pictorial Color Image Reproduction», 44–48 (in English).
9. Chung, R. TAGA Proceedings (2012), «Grey Reproduction & Its Conformity Assessment», 342–352 (in English).
10. ISO 12467-1 (2013), Graphic technology — Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints — Part 1: Parameters and measurement methods. Retrieved from www.iso.org (in English).
11. ISO 12467-2 (2013), Graphic technology — Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints — Part 2: Offset lithographic processes. Retrieved from www.iso.org (in English).
12. NSI/CGATS/IDEAlliance TR015 (2013), Graphic technology — Methodology for Establishing Printing Aims Based on a Shared Nearneutral Gray-scale. (in English).

doi: 10.32403/2411-3611-2021-1-39-62-70

STANDARDIZATION OF GRAY SHADES BALANCE ON OFFSET AUTOTYPICAL REPRODUCTION

I. V. Baranovskyi, R. T. Buhta

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
ihbar@ukr.net*

In accordance with the requirements of additional provisions of the standard ISO 12647-2 (2013), the method of correction of technological factors are analysed to achieve compliance and image quality when reproducing the balance of gray tones of color raster reproduction by offset printing. To set the corrected target values for the gray reproduction indicators when changing the color coordinates of the base for printing (paper) pre-defined close to neutral values of the triad of yellow, purple and blue inks from the reference profile ICC are used.

Keywords: *gray tone balance, offset printing, standardization, metrology, digital image processing, color reproduction, ISS color profile.*

*Стаття надійшла до редакції 20.04.2021.
Received 20.04.2021.*