

УДК 655.533

## ОПТИМІЗАЦІЯ ПЕРЕДАЧІ ГРАДАЦІЇ НА ДІЛЯНКАХ БІЛЯ ГРАНИЦЬ ТОНОВОГО ДІАПАЗОНУ

Р. Т. Бухта, І. В. Барановський

*Українська академія друкарства,  
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

*Недоліком міжнародного стандарту для офсетного друку ISO 12647-2:2013 для контролю правильності передачі градації в межах приграничних ділянок тону діапазону є те, що при цьому ставляться вимоги тільки щодо допустимих розмірів мінімального і максимального растрових елементів, які виходять з додрукарської стадії процесу, без контролю цих розмірів на друкарському відбитку. Як альтернатива рекомендується встановити і ввести обмеження на градієнтний параметр  $g = \Delta E / \Delta S$  — величину середнього значення відношення кольорової різниці на відбитку (вихід) до показника тону на додрукарській стадії (вхід), розраховане у межах цих ділянок.*

**Ключові слова:** *офсетний друк, стандартизація і метрологія, діапазон відтворення, цифрова обробка зображень, кольоровідтворення, колірний профіль.*

**Постановка проблеми.** Замовники друкарської продукції прагнуть виготовляти свою продукцію у друкарнях, які дотримуються відповідних стандартів і мають сертифікати процесів. Повноцінна сертифікація процесу — явище інноваційного порядку як для друкарень, так і для тих, хто має її проводити в Україні.

Українська академія друкарства — єдиний навчальний і науковий заклад, який має належні ресурси, щоб запровадити програму реалізації сертифікації друкарських процесів в Україні. Для цього потрібно провести всесторонні дослідження у напрямі поглиблення розуміння суті та практичної реалізації стандартизації виробничих процесів. Загальні питання стандартизації, метрології, відповідності, якості та сертифікації у поліграфії висвітлені у низці праць вітчизняних і зарубіжних вчених [1–9]. У стандартах друку висвітлені вимоги до цільових параметрів з допусками, через які визначається прийнятність чи неприйнятність друкованих робіт. У статті розглядається один з найважливіших пунктів стандартизації, який стосується визначення діапазону відтворення тональності під час відтворення півтонових оригіналів на растровій офсетній репродукції.

Згідно зі стандартом ISO 12647-1:2013 [10] та ISO 12647-2 (2013) [11] межі відтворення тону визначаються як найнижчий і найвищий показник тону серед числових даних у прикладних програмах чи на растрових кольороподілених плівках, що відтворюються під час друку в постійному і стабільному процесі.

Зокрема, у статті 4.3.3 стандарту ISO 12647-2 (2013) наведена вимога про відтворення величини тону растрового зображення з лініатурою від  $40 \text{ см}^{-1}$  і  $70 \text{ см}^{-1}$

в межах від 2 до 98 %. Застосовуючи цей стандарт до питання контролю за передачею градації на приграничних ділянках відтворення тонового діапазону растрової репродукції, виникає певна невизначеність, яка знижує реальну ефективність відповідних положень стандарту і спричиняє потребу шукати засоби для їх вдосконалення.

При визначенні величини тону для межових точок репродукції вимагається, щоб величина тону певним чином переносилася на друкарський відбиток, але не вказуються градаційні показники цього перенесення і їх відмінність від оригіналу. Отже, з контролю за відтворенням зображення залишається до кінця не визначеним значний і дуже важливий елемент — діапазон відтворення тональності.

На ці недоліки показників стандарту ISO 12647 :2013 вказано у публікаціях [12, 13], де запропоновано варіанти виходу з цієї ситуації. Окремі підходи до розв'язання цієї проблеми висвітлено також у працях [14, 16].

Це дослідження спрямоване на розробку інноваційного методу випробування для контролю меж відтворення показника тону, яким передбачається установлення взаємозв'язку між вхідним і вихідним параметрами процесу, якими є показник тону на цифровій, фото- чи друкарській формі і кольорова різниця, одержана на друкарському відбитку. Зокрема, рекомендується ввести конкретні нормативні вимоги з допусками до цільового параметра, розрахованого у межах цих приграничних ділянок, застосувавши величину його середнього значення.

Обґрунтовано вимоги до числового вираження градієнтного параметра  $g$ , як величини усередненого в межах приграничних ділянок відношення різниці кольору на відбитку  $\Delta E$  до відповідної зміни показника тону  $\Delta S$  на цифровій, фото- чи друкарській формі

$$g = \Delta E / \Delta S.$$

Потрібні для розрахунку дані значення кольорової різниці знаходять за формулою CIE76: на ділянці світлих тонів — між полем чистого паперу (0 %) і полями з растровими елементами з показниками тону від 2 до 10 %, а на ділянці тіней — між полем плашки (100 %) і полями з растровими елементами з показниками тону від 90 до 98 %.

Вибір показника насамперед зумовлений тим, що для його знаходження не потрібно додаткових прилаштувань для мікрометричних чи спектрометричних вимірювань, потрібні дані беруться зі стандартної колориметричної процедури — профілізації друкарського устаткування. Тобто запропонована методика за своєю суттю є ніби продовженням профілізації, а її результат — додатковим уточнювальним висновком, що підтверджує належну якість процесу.

Розраховуючи показник, використовуються дані, що впливають зі стандартної колориметричної процедури під час профілізації друкарського устаткування.

**Мета статті** — оптимізувати параметри передачі градації на ділянках біля границь тонового діапазону для вдосконалення відповідності репродукції цільовим показникам стандарту ISO 12647-2.

**Завдання** — перевірити відповідність і ефективність методики, що ґрунтується на застосуванні градієнтного параметра  $g$ , як величини усередненого в межах

приграничних ділянок відношення різниці кольору на відбитку  $\Delta E$  до відповідної зміни показника тону  $\Delta S$  на цифровій, фото- чи друкарській формі.

**Методологія дослідження.** Для вимірювань використовуються цифрові шкали з відповідними світлими і тіншовими полями, після друкування і вимірювань яких формуються колориметричні бази даних. Значення вхідних показників беруться з міжнародної тестової шкали IT8.7/4 (рис. 1) зі значеннями кольорових координат СМУК відповідно:

для чорної фарби — K0, K2, K3, K5, K7, K10, K90, K95, K98, K100;

для голубої фарби — C0, C2, C3, C5, C7, C10, C90, C95, C98, C100;

для пурпурної фарби — M0, M2, M3, M5, M7, M10, M90, M95, M98, M100;

для жовтої — Y0, Y2, Y3, Y5, Y7, Y10, Y90, Y95, Y98, Y 100; (біля назви фарби вказана її власна координата).

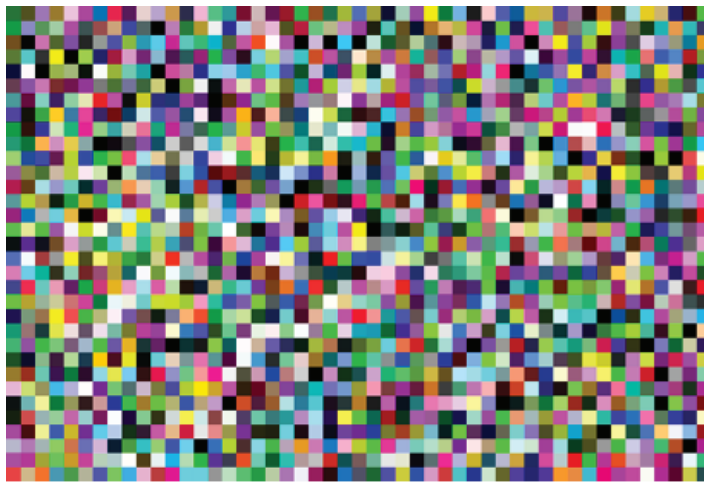


Рис. 1. Тест об'єкт IT8.7/4 random

Для цих показників встановлюються відповідні значення CIELAB і будуються градаційні криві світлів і тіней та криві контрастності світлів і тіней для площ 2, 3, 5, 7 і 10 % та тіней — для площ 90, 95 і 98 %. Вивідні дані профілю FOGRA52 [17] такі:

**Визначення процесу друку:** ISO 12647-2: 2013

**Папір:** PS 5, без деревини без покриттів, 120 г / м<sup>2</sup>

**Флуоресценція паперу:** висока (ISO 15397) > 14 DeltaB)

**Стан вимірювання:** ISO 13655: 2009 M1, біла підставка

ORIGINATOR «Fogra, [www.fogra.org](http://www.fogra.org), розроблений компанією GMG GmbH & Co. KG, Heidelberger Druckmaschinen AG»

TARGET\_TYPE «ISO12642-2»

INSTRUMENTATION «D50, 2°, геометрія 45/0, відсутність поляризаційного фільтра, біла підставка, згідно з ISO 13655: 2009 M1»

PRINT\_CONDITIONS «Офсетний друк відповідно до стандарту ISO 12647-2: 2013, OFCOM, друкована підкладка 5 = без дерева без покриттів, висока флуоресценція (> 14 DeltaB відповідно до ISO 15397), 120 г/м<sup>2</sup>, крива збільшення тону C (СМУК)»

ILLUMINATION\_NAME «D50»  
 OBSERVER\_ANGLE «2»  
 ФІЛЬТР «M1»  
 WEIGHTING\_FUNCTION «ILLUMINANT, D50»  
 WEIGHTING\_FUNCTION «спостерігач, 2 ступеня»  
 NUMBER\_OF\_FIELDS 8  
 BEGIN\_DATA\_FORMAT  
 END\_DATA\_FORMAT  
 NUMBER\_OF\_SETS 1617

**Приклад виведення колориметричних даних ID CMYK\_C, ID CMYK\_M, ID CMYK\_Y, ID CMYK\_K та LAB\_L, LAB\_A, LAB\_B.**

1 0 0 0 93,50 2,50 -10,00  
 2 0 10 0 87,84 10,05 -10,46  
 3 0 20 0 82,74 17,07 -10,66  
 4 0 30 0 78,06 23,70 -10,61  
 5 0 40 0 73,74 30,00 -10,32  
 6 \_\_\_\_\_

**Одержані результати.** На рис. 2–5 наведено графіки залежності кольорової різниці від показника тону на ділянках біля границь тонового діапазону для каналів КСМУ, які є лінійними у певному діапазоні кутів нахилу.

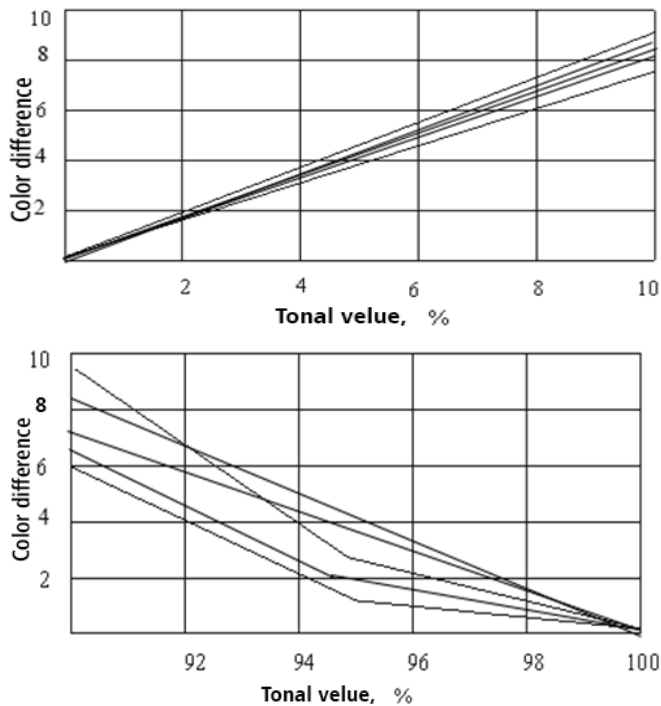


Рис. 2. Залежність відхилення величини показника кольорової різниці щодо референтного значення на репродукції від показників тону на оригіналі (чорна фарба (K))

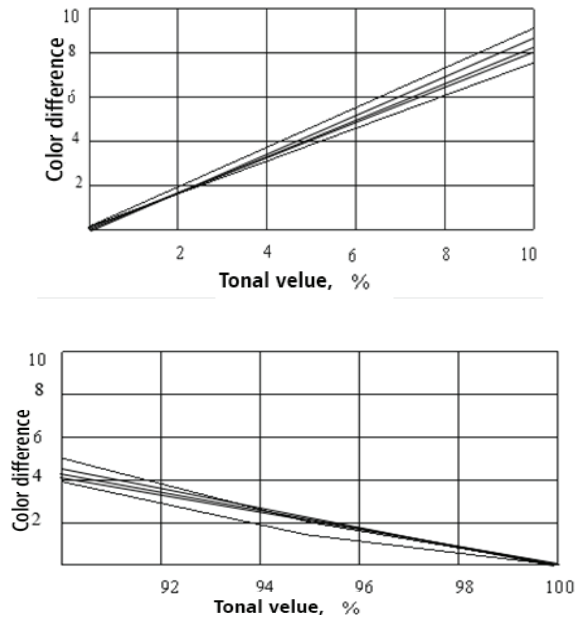


Рис. 3. Залежність відхилення величини показника кольорової різниці щодо референтного значення на репродукції від показників тону на оригіналі (пурпурна фарба (M))

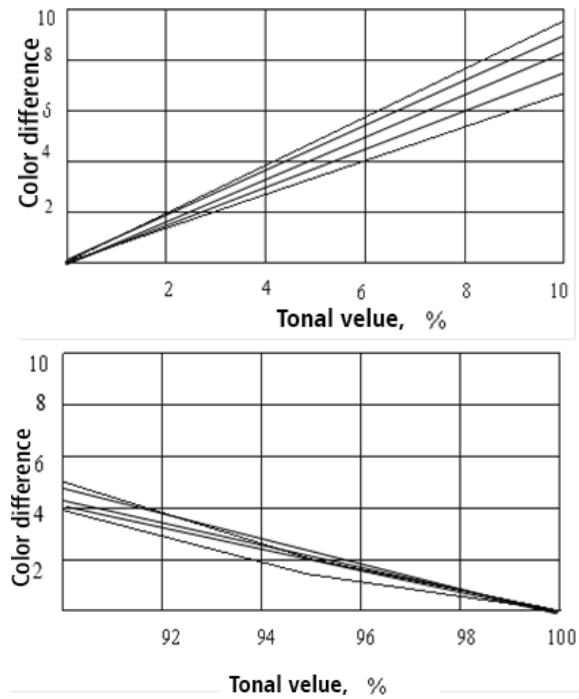


Рис. 4. Залежність відхилення величини показника кольорової різниці щодо референтного значення на репродукції від показників тону на оригіналі (жовта фарба (Y))

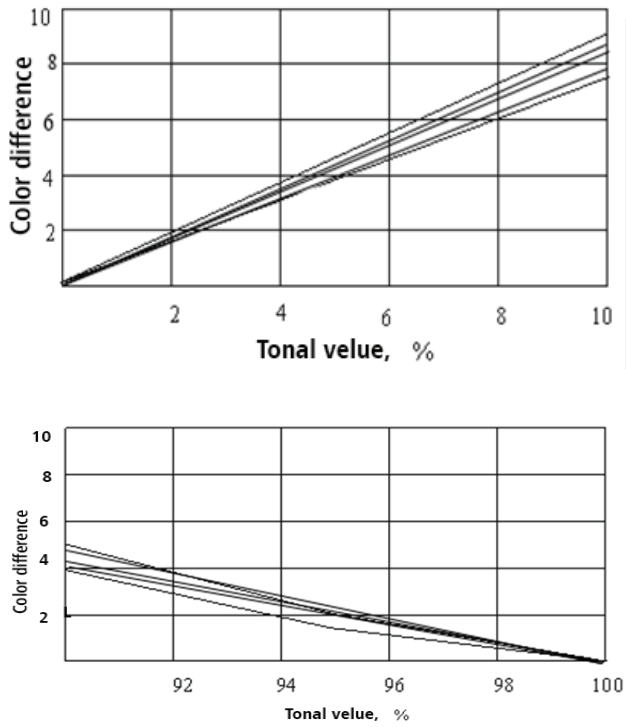


Рис. 5. Залежність відхилення величини показника кольорової різниці щодо референтного значення на репродукції від показників тону на оригіналі (блакитна фарба (С))

**Висновки.** В узагальненому вигляді відсоток відповідності бази даних з погляду критеріїв ISO-12647-2 подано в табл. 3. Розширена розгортка цих даних за кольорними каналами подана в табл. 1.

Таблиця 1

**Відсоток відповідності файлів бази даних АУДИТУ  
ДРУКАРСЬКИХ СТАНДАРТІВ критеріям ISO 12647-2**

Категорія	Колір основи друку	Надруковані плашки ( $\Delta E$ & $\Delta H$ )	Різниця TVI		Поширення середніх тонів
			50 % TVI	80 % TVI	
% файлів, що відповідають	11	15	7	19	21
% відповідності	31 %	43 %	20 %	54 %	60 %

Таблиця 2

**Відсоток відповідності файлів бази даних для друкованих плашок і розширення величини тону TVI критеріям ISO 12647-2 за колірними каналами**

Категорія	Друкування плашок							Різниця TVI							
	ΔE				ΔH			50 %				80 %			
	К	С	М	У	С	М	У	К	С	М	У	К	С	М	У
# файлів, що відповідають	26	30	31	32	19	22	30	20	22	24	20	28	28	27	24
% відповідності	89	74	86	54	91	63	86	57	63	69	57	80	80	77	69

1. З таблиць видно, що найбільш вразливими ділянками технологічного процесу є нестабільні характеристики паперу і фарб та варіації у відтворенні растрових елементів з відносною площею 50 %.

2. З колірних каналів найбільш вразливим для відтворення виявився канал жовтої фарби.

3. Відсоток відповідності за обмеженням тону репродукції на основі запропонованого лінійного методу подано в табл. 2.

Таблиця 3

**Відсоток відповідності файлів бази даних АУДИТУ ДРУКАРСЬКИХ СТАНДАРТІВ критеріям ISO 12647-2 до меж тону репродукції, оцінених на основі запропонованого лінійного методу, залежно від тонової ділянки зображення та колірного каналу**

Категорія	Світлі тони				Тіні				Зважені в роботі
	К	С	М	У	К	С	М	У	
# файлів, що відповідають	29	29	33	35	31	23	28	24	13
% відповідності	83 %	83 %	94 %	100 %	89 %	66 %	80 %	69 %	37 %

4. З погляду відповідності 37 % робіт (13/35) не потребують візуальних рішень, які можуть зберегти певний ступінь часу і ресурсів. Решта 63 % (20/35) потребує подальшої візуальної оцінки.

5. Загалом запропонований метод може допомогти уникнути помилок виробничого персоналу і є ефективним для оцінки відповідності межі тоновідтворення на виробництві.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Барановський І. В., Яхимович Ю. П. Поліграфічна переробка образотворчої інформації. Київ-Львів, 1999. 400 с.
2. Дурняк Б. В., Стрепко І. Т., Тітов Г. Н. Пристрої і системи цифрового друку. Львів : Фенікс, 2002. 166 с.
3. Пашуля П. Л. Стандартизація, метрології, відповідність і якість у поліграфії. Львів : УАД, 2011. 288 с.
4. Пашуля П. Л. Основи метрології, стандартизації і сертифікації. Якість у поліграфії. Київ, 1997. 408 с.
5. Ковальський Б. М., Занько Н. В., Писанчин Н. С. Аналіз особливостей нового стандарту для офсетного друку iso 12647-2:2013. Комп'ютерні технології друкарства. 2015/2 (34). С. 196–204.
6. Луцків М. М. Цифрові технології друкарства : монографія. Львів : УАД, 2012. 488 с.
7. Предко Л. С. Проектування додрукарських процесів : навч. посіб. Львів : УАД, 2009. 352 с.
8. Ввід і вивід зображень в комп'ютерних видавничих системах / Шовгенюк М. В., Білоус В. Є., Миклушка І. З., Дудяк В. О. Львів : УАД, 1998. 144 с.
9. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным процессам. Москва : МГУП, 2004. 680 с.
10. ISO 12647-1:2013 Graphic technology — Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints — Part 1: Parameters and measurement methods.
11. ISO 12647-2:2013 Graphic technology — Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints — Part 2: Offset lithographic processes.
12. Chung R., Jensen S. Printing Standards: A 2010 Survey Report. A Research Monograph of the Printing Industry Center at RIT. Rochester, NY January, 2011 PICRM-2011-0.
13. Chung R., Chen Ping-Hsu. Technology A Statistical Analysis of the Printing Standards Audit (PSA) Press Sheet Database - Rochester Institute of a Research Monograph of the Printing Industry Center at RIT No. PICRM-2011-08.
14. Барановський І. В., Чернозубова Н. А. Дослідження тонового діапазону передачі градації растрового зображення в офсетному друці. Конф. проф.-викл. складу наук. працівн. і асп. УАД : тези доп. Львів : УАД, 2016. С. 29.
15. Барановський І. В. Проблеми стандартизації параметрів передачі градації на приграничних ділянках тонового діапазону растрових зображень на офсетній тотипній репродукції. Комп'ютерні технології друкарства. 2017. № 38. С. 128–140.
16. Барановський І. В., Чернозубова Н. А. Контроль передачі градації на приграничних ділянках тонового діапазону растрових зображень : тези доп. Львів : УАД, 2017. С. 24.
17. FOGRA52.txt. URL: [www.fogra.org](http://www.fogra.org).

**REFERENCES**

1. Baranovskyi, I. V., & Yakhymovych, Yu. P. (1999). Polihrafichna pererobka obrazotvorchoi informatsii. Kyiv-Lviv (in Ukrainian).
2. Durniak, B. V., Strepko, I. T., & Titov, H. N. (2002). Prystroji i systemy tsyfrovoho druku. Lviv : Feniks (in Ukrainian).



3. Pashulia, P. L. (2011). Standartyzatsiia, metrolohii, vidpovidnist i yakist u polihrafi. Lviv : UAD (in Ukrainian).
4. Pashulia, P. L. (1997). Osnovy metrolohii, standartyzatsii i sertyfikatsii. Yakist u polihrafi. Kyiv (in Ukrainian).
5. Kovalskyyi, B. M., Zanko, N. V., & Pysanchyn, N. S. (2015). Analiz osoblyvostei novoho standartu dlia ofsetnoho druku iso 12647-2:2013: Komp'yuterni tekhnolohii drukarstva, 2 (34), 196–204 (in Ukrainian).
6. Lutskiv, M. M. (2012). Tsyfrovi tekhnolohii drukarstva. Lviv : UAD (in Ukrainian).
7. Predko, L. S. (2009). Proektuvannia dodrukarskykh protsesiv. Lviv : UAD (in Ukrainian).
8. Shovheniuk, M. B., Bilous, V. Ye., Myklushka, I. Z., & Dudiak, V. O. (1998). Vvid i vyvid zobrazhen v kompiuternykh vydavnychykh systemakh. Lviv : UAD (in Ukrainian).
9. Kipphan, G. (2004). Jenciklopedija po pechatnym processam. Moskva : MGUP (in Russian).
10. ISO 12647-1:2013 Graphic technology — Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints — Part 1: Parameters and measurement methods (in English).
11. ISO 12647-2:2013 Graphic technology — Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints — Part 2: Offset lithographic processes (in English).
12. Chung, R., & Jensen, S. Printing Standards: A 2010 Survey Report. A Research Monograph of the Printing Industry Center at RIT. Rochester, NY January, 2011 PICRM-2011-0 (in English).
13. Chung, R., & Chen, Ping-Hsu. Technology A Statistical Analysis of the Printing Standards Audit (PSA) Press Sheet Database - Rochester Institute of a Research Monograph of the Printing Industry Center at RIT No. PICRM-2011-08 (in English).
14. Baranovs'kyi, I. V., & Chernozubova, N. A. (2016). Doslidzhennya tonovoho diapazonu peredachi hradatsiyi rastrovoho zobrazhennya v ofsetnomu drutsi. Konf. prof.-vykl. skladu nauk. pratsivn. i asp. UAD : tezy dop. L'viv : UAD, 29 (in Ukrainian).
15. Baranovs'kyi, I. V. (2017). Problemy standartyzatsiyi parametriv peredachi hradatsiyi na pryhranychnykh dilyankakh tonovoho diapazonu rastrovyykh zobrazhen' na ofsetniy totypniy reproduktsiyi: Komp'yuterni tekhnolohiyi drukarstva, 38, 128–140 (in Ukrainian).
16. Baranovs'kyi, I. V., & Chernozubova, N. A. (2017). Kontrol' peredachi hradatsiyi na pryhranychnykh dilyankakh tonovoho diapazonu rastrovyykh zobrazhen' : tezy dop. L'viv : UAD, 24 (in Ukrainian).
17. FOGRA52.txt. Retrieved from [www.fogra.org](http://www.fogra.org) (in English).

doi: 10.32403/2411-3611-2021-2-40-68-77

## OPTIMIZATION OF GRADATION TRANSFER ON BORDER PARTS OF TONE RANGE

R. T. Bukhta, I. V. Baranovskyi

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

*The disadvantage of the international standard for offset printing ISO 12647-2: 2013 to control the correct transfer of gradation within the border areas of the tone range is that the requirements are only for the allowable sizes of the minimum and maximum raster elements that come from the prepress stage, without control these sizes on the imprint. Alternatively, it is recommended to set and introduce a limit on the gradient parameter  $g = \Delta E / \Delta S$  - the value of the average value of the ratio of the color difference on the imprint (output) to the tone on the pre-printing stage (input), calculated within these areas.*

**Keywords:** *offset printing technique, standardization and metrology, reproduction range, digital image processing, color reproduction, color profile.*

*Стаття надійшла до редакції 16.08.2021.*

*Received 16.08.2021.*