

## ПРОЦЕСИ

УДК 655.533

### ПРОБЛЕМА СТАНДАРТИЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕДАЧІ ГРАДАЦІЇ НА ПРИГРАНИЧНИХ ДІЛЯНКАХ ТОНОВОГО ДІАПАЗОНУ РАСТРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОФСЕТНІЙ АВТОТИПНІЙ РЕПРОДУКЦІЇ

І.В. Барановський

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

*У роботі досліджуються нормативні вимоги і допуски до цільового параметра, розрахованого у межах приграничних ділянок, застосувавши для цього величину середнього значення відношення різниці кольору на відбитку  $\Delta E$ , до відповідної зміни показника тону  $\Delta S$  на цифровій фото чи друкарській формі -  $g = \Delta E / \Delta S$ . Необхідні для розрахунку 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%.*

**Ключові слова:** офсетний друк, автотипія, стандартизація тонопередача, растрове зображення, градієнт, показник тону.

**Постановка проблеми.** Серед заходів для здійснення контролю передачі тонів в офсетному друці у міжнародному стандарті ISO 12647-2:2013 наведено вимоги до показників тону растрових елементів мінімального і максимального розмірів (наприклад, 2% і 98%), якими й визначаються границі відтворення тону для растрової репродукції. Згідно стандарту ці показники ще перед друкуванням чітко фіксуються на цифровій фото чи друкарській формах, в той час, як на відбитку ніяких вимірів проводити не треба, досить лиш візуально підтвердити сам факт стабільного відтворення цих граничних растрових елементів. Така невизначеність кінцевого результату друкарського процесу розцінюється спеціалістами, як суттєвий недолік стандарту, який не можна виправити, якщо не змінити самої методики контролю за передачею градації растрових зображень в ділянках світлих тонів і тіней растрової репродукції.

Таким чином, замість теперішнього аналізу відтворення за окремими точками, пропонується перейти до розгляду приграничних діапазонів, ввівши при цьому особливий «градієнтний параметр», в якому би взаємозалежно і цілісно поєднувалися вихідний і вихідний показники друкарського процесу.

У роботі рекомендується ввести конкретні нормативні вимоги з допусками до цільового параметра, розрахованого у межах цих приграничних ділянок, застосувавши величину середнього значення відношення різниці кольору на відбитку  $\Delta E$ , до відповідної зміни показника тону  $\Delta S$  на цифровій фото чи друкарській формі -  $g = \Delta E / \Delta S$ . Необхідні для розрахунку 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%.

Дуже важливо, що в запропонованому методі, для знаходження градієнтного параметру не потрібні додаткові мікрометричні чи спектрометричні вимірювання, для цього достатньо використати тільки дані, які одержують в процесі стандартної колориметричної процедури при профілізації процесів друкарського виробництва.

**Аналіз останніх досліджень.** У міжнародних стандартах друку серії ISO 12647 серед іншого, подана методика контролю за передачею градації на приграничних ділянках відтворення тонового діапазону растрової репродукції та поставлені конкретні вимоги до цільових параметрів, через які визначається прийнятність чи не прийнятність надрукованих робіт [1].

У стандарті ISO 12647-1:2013 [2] дається визначення меж відтворення показників тону растрових елементів, як найнижчого і найвищого показників тону на растрових кольороподілених плівках чи серед числових даних у прикладних програмах, що відтворюються при друку в постійному і стабільному режимі.

За міжнародним стандартом офсетного друку ISO 12647-2:2013 [3] для правильної передачі градації на приграничних ділянках тонового діапазону офсетного друку необхідно забезпечити відтворення показників тону мінімального ( $\approx 2\%$ ) і максимального ( $\approx 98\%$ ) розмірів растрових елементів, при тому, що ці показники стосуються тільки стадії додрукарської підготовки, в той час, як на відбитку їхньої величини не контролюють, а ставиться умова лишень стабільності відтворення. Ця оцінка межових параметрів зрозуміла й проста, хоча й ґрунтується на не до кінця коректному методі випробування, що описаний тільки щодо растрових кольороподілених плівок. Що ж цифрових даних, то для цього потрібно використовувати значення, зняті з не відомо, з яких прикладних програм [4].

На ці недоліки показників стандарту ISO 12647 :2013 раніше вказали Роберт Чанг і Пін-хсу Чен з Рочестерського технологічного інституту [5,6], які запропонували новий підхід до методики контролю правильності передачі градації на приграничних ділянках тонового діапазону .

Отже, при застосуванні міжнародного стандарту ISO 12647-2:2013 для офсетного друку щодо контролю за передачею градації на приграничних ділянках відтворення тонового діапазону растрової репродукції виникає певна невизначеність, що знижує реальну ефективність відповідних положень стандарту і викликає потребу шукати засоби для його вдосконалення. Для цього потрібно змінити саму методику контролю за якістю передачі градації растрових зображень в ділянках світлих тонів і тіней растрової репродукції.

Слід відзначити, що питання вибору параметрів для побудови «градаційної» характеристики друкарського процесу і розрахунку «градієнтного параметру» є не однозначним. За своєю суттю складовими параметрами цього показника могли б служити кольорові характеристики, відносні площі растрових елементів,

показники тону, растрові та оптичні щільності, виміряні на відбитку та цифровій чи друкарській формі, взяті в тих чи інших, однакових чи різних комбінаціях.

**Мета роботи** - розробка і випробування методу аналізу зміни тональності в зонах меж відтворення параметрів тону, як з вхідної (величина тону), так і вихідної (зміна тональності) точки зору для встановлення відповідності межових параметрів репродукції цільовим значенням стандарту ISO 12647-2.

Таким чином, замість теперішнього аналізу відтворення граничних тонів за окремими точками, пропонується перейти до розгляду приграничних діапазонів, ввівши при цьому особливий «градієнтний параметр», в якому би взаємозалежно і цілісно поєднувалися вихідний і вихідний показники друкарського процесу.

Завдання роботи – дослідити ефективність запропонованої методики контролю правильності передачі градації на межових ділянках і встановити, якими повинні бути допустимі межі зміни об'єктивних показників, покладених в її основу.

Це дослідження спрямоване на вдосконалення методу випробування, призначеного для контролю правильності відтворення тону на межових ділянках тонового діапазону, що ґрунтується на установленні взаємозв'язку між вхідним і вихідним характеристиками процесу, якими є, відповідно, показник тону на цифровій, фото- чи друкарській формі і кольорова різниця на відбитку. Зокрема, рекомендується ввести конкретні нормативні вимоги з допусками до цільового параметра, розрахованого у межах цих приграничних ділянок, застосувавши величину його середнього значення.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У цій роботі здійснено спробу обґрунтувати вимоги до числового вираження «градієнтного параметру», 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

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

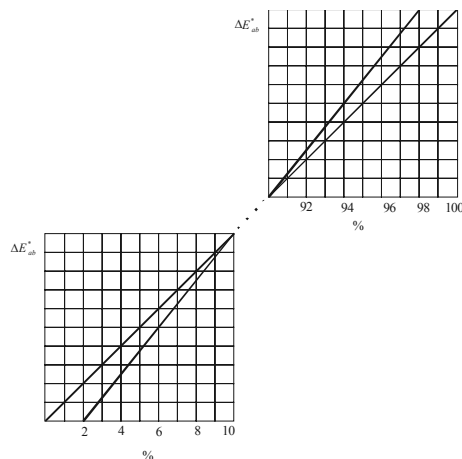


Рис. 1 Залежність кольорової різниці  $\Delta E$ : на ділянці світлих тонів – між полем чистого паперу (0%) і полями з растровими елементами з показником тону у від 2 до 10%, а на ділянці тіней – між полем плашки (100%) і полями з растровими елементами з показником тону від 90 до 98%.

Потрібні для розрахунку 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%.

Теоретичний аналіз Спочатку розглянемо докладніше суть проблеми у теоретичному плані. Для автотипних координат друкарських растрових елементів  $L_A, a_A, b_A$  виконуються рівняння Нейгебауера [1]:

$$\begin{aligned}
 a_A &= \Gamma P' \mathcal{J}' \int_0^\infty \tau_z(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{a}(\lambda) d\lambda + \Gamma' P \mathcal{J} \int_0^\infty \tau_n(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{a}(\lambda) d\lambda + \\
 &+ \Gamma' P' \mathcal{J}' \int_0^\infty \tau_{жк}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{a}(\lambda) d\lambda + \Gamma P \mathcal{J} \int_0^\infty \tau_{гп}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{a}(\lambda) d\lambda + \\
 &+ \Gamma P' \mathcal{J}' \int_0^\infty \tau_{гж}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{a}(\lambda) d\lambda + \Gamma' P \mathcal{J} \int_0^\infty \tau_{пж}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{a}(\lambda) d\lambda + \\
 &+ \Gamma P \mathcal{J} \int_0^\infty \tau_{гжк}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{a}(\lambda) d\lambda + \Gamma' P' \mathcal{J}' \int_0^\infty \tau_{б}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{a}(\lambda) d\lambda, \\
 b_A &= \Gamma P' \mathcal{J}' \int_0^\infty \tau_z(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda + \Gamma' P \mathcal{J} \int_0^\infty \tau_n(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda + \\
 &+ \Gamma' P' \mathcal{J}' \int_0^\infty \tau_{жк}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda + \Gamma P \mathcal{J} \int_0^\infty \tau_{гп}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda + \\
 &+ \Gamma P' \mathcal{J}' \int_0^\infty \tau_{гж}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda + \Gamma' P \mathcal{J} \int_0^\infty \tau_{пж}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda + \\
 &+ \Gamma P \mathcal{J} \int_0^\infty \tau_{гжк}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda + \Gamma' P' \mathcal{J}' \int_0^\infty \tau_{б}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda, \\
 L_A &= \Gamma P' \mathcal{J}' \int_0^\infty \tau_z(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda + \Gamma' P \mathcal{J} \int_0^\infty \tau_n(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda + \\
 &+ \Gamma' P' \mathcal{J}' \int_0^\infty \tau_{жк}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda + \Gamma P \mathcal{J} \int_0^\infty \tau_{гп}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda + \\
 &+ \Gamma P' \mathcal{J}' \int_0^\infty \tau_{гж}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda + \Gamma' P \mathcal{J} \int_0^\infty \tau_{пж}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda + \\
 &+ \Gamma P \mathcal{J} \int_0^\infty \tau_{гжк}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda + \Gamma' P' \mathcal{J}' \int_0^\infty \tau_{б}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda,
 \end{aligned}$$

де  $\Gamma, P, \mathcal{J}$  – показники тону голубої, пурпурної і жовтої фарб;

$\Gamma' = 1 - \Gamma$ ;  $P' = 1 - P$ ;  $\mathcal{J}' = 1 - \mathcal{J}$ ;  $\tau_z(\lambda), \tau_n(\lambda), \tau_{жк}(\lambda)$  – функції залежності коефіцієнтів відбивання полів голубої пурпурної і жовтої фарб від довжини хвилі  $\lambda$ ;

$\tau_{гп}(\lambda), \tau_{гж}(\lambda), \tau_{пж}(\lambda)$  – функції залежності коефіцієнтів відбивання полів, утворених накладанням голубої і пурпурної, голубої і жовтої, пурпурної і жовтої фарб від довжини хвилі;

$\tau_{\text{гпж}}(\lambda)$  – функція залежності коефіцієнта відбивання поля, утвореного накладанням голубої, пурпурної і жовтої фарб, від довжини хвилі;

$\tau_{\delta}(\lambda)$  – функція залежності коефіцієнта відбивання паперу від довжини хвилі;

$\Phi(\lambda)$  – функція розподілу світлової енергії в спектрі джерела;

$\bar{L}(\lambda)$ ,  $\bar{a}(\lambda)$ ,  $\bar{b}(\lambda)$  – функції залежності питомих координат у системі LAB від довжини хвилі.

Для одно фарбового поля, наприклад, голубої фарби з показником тону  $\Gamma$ , одержимо:

$$a_A = \Gamma \int_0^{\infty} \tau_z(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{a}(\lambda) d\lambda + (1 - \Gamma) \int_0^{\infty} \tau_{\delta}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{a}(\lambda) d\lambda,$$

$$L_A = \Gamma \int_0^{\infty} \tau_z(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda + (1 - \Gamma) \int_0^{\infty} \tau_{\delta}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda,$$

$$b_A = \Gamma \int_0^{\infty} \tau_z(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda + (1 - \Gamma) \int_0^{\infty} \tau_{\delta}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda.$$

Різниця кольорових координат полів з показником тону  $\Gamma$  і білого паперу ( $\Gamma = 0$ ) дорівнює:

$$L_A - L_0 = \Gamma \int_0^{\infty} \tau_z(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda + (1 - \Gamma) \int_0^{\infty} \tau_{\delta}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda - \int_0^{\infty} \tau_{\delta}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda =$$

$$= \Gamma \int_0^{\infty} \tau_z(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda - \int_0^{\infty} \tau_{\delta}(\lambda) \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda = \Gamma \int_0^{\infty} [\tau_z(\lambda) - \tau_{\delta}(\lambda)] \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda.$$

Аналогічно, для інших координат, одержимо:

$$a_A - a_0 = \Gamma \int_0^{\infty} [\tau_z(\lambda) - \tau_{\delta}(\lambda)] \Phi(\lambda) \bar{a}(\lambda) d\lambda.$$

$$b_A - b_0 = \Gamma \int_0^{\infty} [\tau_z(\lambda) - \tau_{\delta}(\lambda)] \Phi(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda.$$

Кольорова різниця, таким чином, дорівнює:

$$\Delta E = \sqrt{(L_A - L_0)^2 + (a_A - a_0)^2 + (b_A - b_0)^2} =$$

$$= \Gamma \sqrt{\int_0^{\infty} [\tau_z(\lambda) - \tau_{\delta}(\lambda)] \Phi(\lambda) \bar{L}(\lambda) d\lambda]^2 + \int_0^{\infty} [\tau_z(\lambda) - \tau_{\delta}(\lambda)] \Phi(\lambda) \bar{a}(\lambda) d\lambda]^2 + \int_0^{\infty} [\tau_z(\lambda) - \tau_{\delta}(\lambda)] \Phi(\lambda) \bar{b}(\lambda) d\lambda]^2}.$$

Оскільки підкореневий вираз не залежить від показника тону  $\Gamma$ , то одержана залежність є лінійною функцією (рис. 1):

$$\Delta E = G \Gamma ;$$

звідки,

$$G = \Delta E / \Gamma = \text{const}$$

Однак, оскільки в процесі друку має місце розтискування, величина якого  $\Delta \Gamma$  залежить зг від технологічних умов друку, так і від самої величини відносної площі растрового елемента  $\Gamma$ , то замість цих формул, потрібно записати:

$$\Delta E = G (\Gamma + \Delta \Gamma)$$

$$G = \Delta E / (\Gamma + \Delta \Gamma).$$

В першому наближенні можна вважати, що всі приграничні растрові елементи розширюються в однаковій мірі і, таким чином, градаційний параметр  $G$  функціонально не залежить від величини тону, а лише від величини розтискування  $\Delta \Gamma$ .

В цьому випадку при стандартизації друкарського процесу потрібно налагодити виробничі умови таким чином, щоб забезпечити потрібне значення параметра  $G$ , яке повинно бути в межах

$$G = G_{sp} \pm \Delta G.$$

Подальші експериментальні дослідження мають на меті провести перевірку цього теоретичного висновку, а також встановити, якими мають бути допустимі середні значення градієнтного параметру  $G_{sp}$  і його відхилення  $\Delta G$ , щоб передача градації на приграничних ділянках відповідала умовам стандартизації.

**Методологія дослідження** На рис.2 подана блок-схема з послідовністю дій для встановлення допустимих відхилень відтворення показника тону на межових ділянках тонового діапазону.



Рис. 2 Блок-схема для ілюстрації методу випробування для встановлення допустимих параметрів відтворення величини тону на приграничних ділянках

Для вимірювань використовуються цифрові шкали з відповідними світлими і тінювими полями, після друку і вимірювань яких формуються колориметричні бази даних [7,8].

Вхідними значеннями для цільової характеристики кольору є параметри міжнародної тестової шкали IT8.7/4 (рис. 3). В табл. 1 подані вхідні показники тону світлих і тінювих точок, а також їх номери ID і координати.

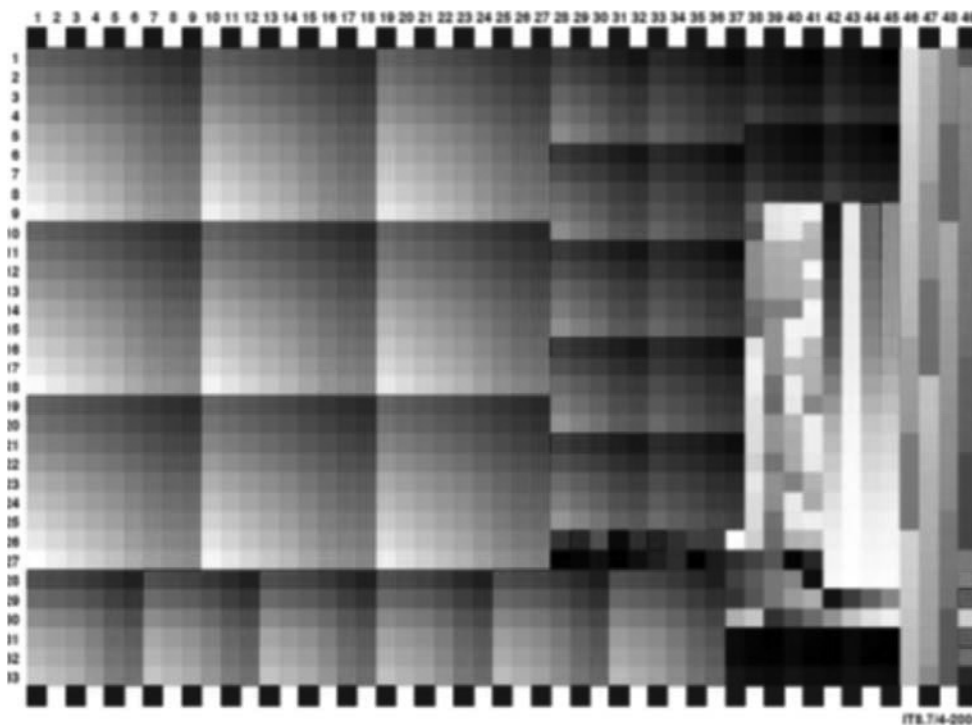


Рис. 3 Міжнародна тестова шкала IT8.7/4

Таблиця 1

**Вхідні величини тону, номери ID і координати растрових елементів в світлих і тінювих ділянках міжнародної тестової шкали IT8.7/4**

Показник тону	ID	Позиція	Показник тону	ID	Позиція
K0	1	N11	M0	1	N11
K2	1366	I9	M2	1326	X33
K3	1365	O38	M3	1325	C31
K5	1364	P45	M5	1324	G26
K7	1363	F36	M7	1323	V42
K10	1362	W19	M10	1322	L44
K90	1350	X36	M90	1310	D27
K95	1349	R14	M95	1309	G42
K98	1348	C48	M98	1308	F32
K100	1347	P24	M100	1307	P26
C0	1	N11	Y0	1	N11
C2	1306	2C42	Y2	1346	2A44
C3	1305	W29	Y3	1345	2F41
C5	1304	R48	Y5	1344	U27
C7	1303	S38	Y7	1343	H28
C10	1302	2F2	Y10	1342	K1
C90	1290	2G36	Y90	1330	V46

C95	1289	2G37	Y95	1329	C11
C98	1288	X23	Y98	1328	D46
C100	1287	P27	Y100	1327	P25

Для досліджуваних полів знаходять відповідні значення CIELAB вибрані в процесі профілізації друкарських машин фірми Гейдельберг. Далі будуються криві тонального контрасту світлів і тіней, що визначаються, як залежності зміни кольорової різниці між показниками тону в даній точці і відповідним посиленням (0% для світлих тонів або 100% для тіні). Для побудови кривої контрастності світлів розраховується і будується графік  $\Delta E$  між папером (референтне значення) і показником тону світлів (2%, 3%, 5%, 7% і 10%) у вигляді функції від процентного розміру точки. Для побудови кривої контрастності тіней, розраховується і будується графік  $\Delta E$  між плашкою (референтне значення) і показником тону тіней (90%, 95% і 98%) у вигляді функції від процентного розміру точки.

**ВИМІРЮВАННЯ: FOGRA52 ISO 12647-2: 2013** [9] GMG GmbH & Co. KG, Heidelberger Druckmaschinen AG»

СТВОРЕНО «травень 2015»

TARGET\_TYPE «ISO12642-2»

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

PRINT\_CONDITIONS «Офсетний друк відповідно до стандарту, друкована підкладка 5 = без дерева без покриттів, висока флуоресценція (> 14 DeltaВ відповідно до ISO 15397), 120 г / м<sup>2</sup>, крива збільшення тону С (СМЯК) «ILLUMINATION\_NAME «D50» OBSERVER\_ANGLE «2»

**ФІЛЬТР «M1»**

SAMPLE\_ID CMYK\_C CMYK\_M CMYK\_Y CMYK\_K LAB\_L LAB\_A LAB\_B

<b>1 0 0 0 0 93.50 2.50 -10.00</b>	<b>1 0 0 0 0 93.50 2.50 -10.00</b>
<b>2 0 10 0 0 87,84 10,05 -10,46</b>	<b>2 0 10 0 0 87,84 10,05 -10,46</b>
<b>3 0 20 0 0 82,74 17,07 -10,66</b>	<b>3 0 20 0 0 82,74 17,07 -10,66</b>
<b>4 0 30 0 0 78,06 23,70 -10,61</b>	<b>4 0 30 0 0 78,06 23,70 -10,61</b>
<b>5 0 40 0 0 73,74 30,00 -10,32</b>	<b>5 0 40 0 0 73,74 30,00 -10,32</b>
<b>6 0 55 0 0 67.80 39.21 -9.60</b>	<b>6 0 55 0 0 67.80 39.21 -9.60</b>
<b>7 0 70 0 0 62,30 47,89 -8,22</b>	<b>7 0 70 0 0 62,30 47,89 -8,22</b>
<b>8 0 85 0 0 57.60 55.31 -6.22</b>	<b>8 0 85 0 0 57.60 55.31 -6.22</b>
<b>9 0 100 0 0 54,54 60,07 -4,30</b>	<b>9 0 100 0 0 54,54 60,07 -4,30</b>
<b>10 10 0 0 0 88,67 -1,16 -15,51</b>	<b>10 10 0 0 0 88,67 -1,16 -15,51</b>

Рис. 4. Зразок виведення основних технологічних і функціональних параметрів для профілізації друкарського процесу, з яких вибиралися потрібні вхідні і вихідні дані.



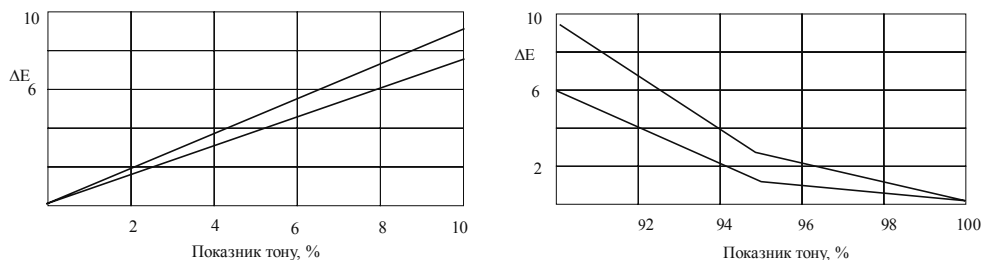


Рис. 5. Розкид межових кривих тонального контрасту для світлих тонів і тіней для чорної фарби К.

**Одержані результати і їх обговорення.** На рис. 4 – 7 показано функціональні залежності величини кольорової різниці  $\Delta E$  від розмірів растрових елементів, які виражені показником тону світлих і тіньових ділянок для всіх кольорових каналів - чорної, голубої, жовтої і пурпурної фарбових складових (КСМУ). Їх можна вважати графіками контрасту тонопередачі світлих тонів і тіней. З першого погляду ці графіки майже лінійні з дещо відмінним нахилом для кожного окремого випадку.

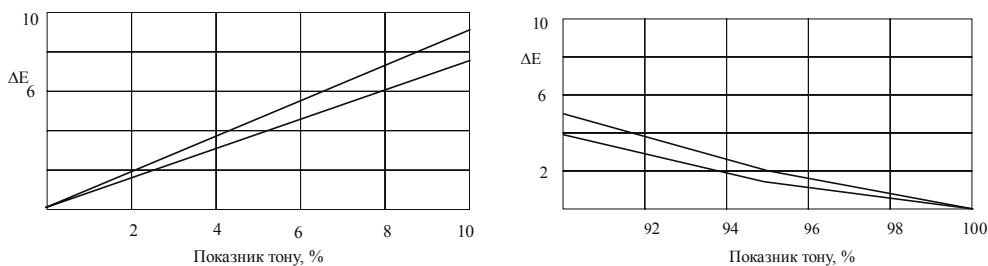


Рис. 6. Розкид межових кривих тонального контрасту для світлих тонів і тіней для пурпурної фарби М.

Таблиця 2

**Середні значення кольорової різниці  $\Delta E$  і стандартні відхилення Ст. в від середніх значень для відтворення світлих тонів від 0 до 10%.**

%	К		С		М		У	
	$\Delta E$	Ст. в	$\Delta E$	Ст. в	$\Delta E$	Ст. в	$\Delta E$	Ст. в
0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
2	1.5	0.53	2.0	0.64	2.1	0.79	2.3	0.77
3	2.4	0.63	2.5	0.70	2.8	0.91	2.0	0.87
5	4.0	0.86	4.2	0.98	4.6	1.20	5.0	1.16
7	5.3	1.07	5.5	1.14	6.2	1.26	6.9	1.65
10	7.2	1.24	7.5	1.31	8.6	1.40	9.5	2.02

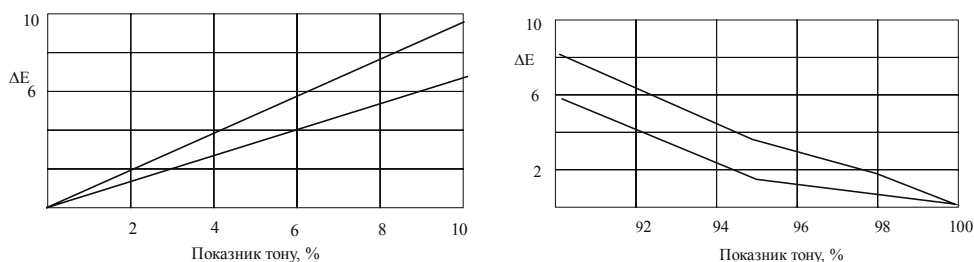


Рис.7. Розкид межових кривих тонального контрасту для світлих тонів і тіней для жовтої фарби (Y).

Таблиця 3

**Середні значення кольорової різниці  $\Delta E_{ab}^*$  і стандартні відхилення від середніх значень для відтворення світлих тонів від 90 до 100%.**

%	К		С		М		Y	
	$\Delta E$	Ст. в	$\Delta E$	Ст. в	$\Delta E$	Ст. в	$\Delta E$	Ст. в
90	9.9	3.25	5.5	1.82	7.8	2.82	9.0	3.21
95	4.2	2.35	2.3	1.38	3.2	1.89	3.4	2.06
98	2.2	1.57	1.1	0.87	1.4	1.23	2.0	1.33
100	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00

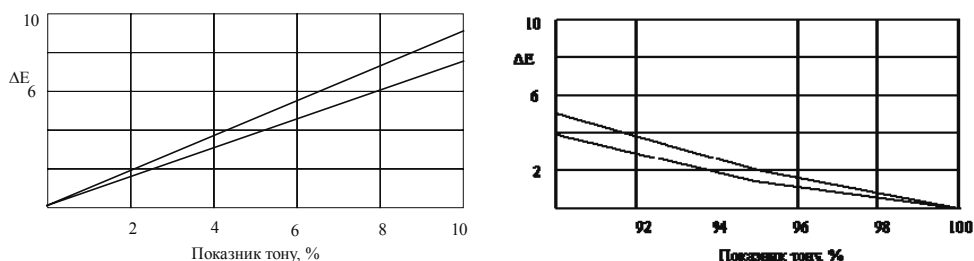


Рис.8. Розкид межових кривих тонального контрасту для світлих тонів і тіней для голубої фарби (C).

**Визначення допусків для значень кольорової різниці на границях відтворення тону.** В загальному, пограничні криві тонального контрасту є майже прямими і близькими до максимального значення ординати  $\Delta E = (6 \pm 1)$ .

Критерієм відповідності на ділянці світлих тонів є зміна тональності за визначена за формулою

$$\Delta E_i = (0,6 \times (\text{показник тону між } 2\% \text{ і } 10\%)).$$

Наприклад, для показника тону 3% зміна тональності повинна дорівнювати на  $(3 \times 0,6) = 1,8 \Delta E$  по відношенню до паперу; чи для 5% -  $(5 \times 0,6) = 3,0 \Delta E$  по відношенню до паперу.

Критерієм відповідності на ділянці тіней є зміна тональності за визначена за формулою

$$\Delta E_i = (0,6 \times (\text{показник тону між}((100 - 90\%) \text{ і } 100 - 98\%))).$$

Наприклад, для показника тону 97% зміна тональності повинна дорівнювати  $(3 \times 0,6) = 1,8 \Delta E_{ab}^*$  по відношенню до плашки; чи для 95% -  $(5 \times 0,6) = 3,0 \Delta E_{ab}^*$  по відношенню до плашки.

**Дослідження використання кольорової різниці CIEDE2000.** Проведено також дослідження зміну тональності у величинах метрики  $\Delta E_{00}$ , адже при такому аналізі можуть виявитися деякі переваги. Встановлено, що таким способом справді можна описати всі приграничні тональні контрасти майже так само, як і з допомогою величини  $\Delta E_{ab}^*$ . Тіньові приграничні контрасти  $\Delta E_{00}$  блакитної, пурпурної, жовтої фарб мають значно менші величини, ніж для  $\Delta E_{ab}^*$ , в той час як для чорної фарби одержуються майже аналогічні результати.

Ґрунтуючись на цих спостереженнях, незаперечної переваги у використанні  $\Delta E_{00}$  як міри в оцінці меж відтворення тону не встановлено.

### **Висновки.**

1. В стандарті ISO 12647-2 (2013) відсутній надійний метод випробування для оцінки правильності відтворення світлових і тьмових приграничних значень тону.

2. Запропонована методика базується на оцінці передачі контрастності світлих тонів і тіней на растровому відбитку. Вхідними даними для оцінки границь відтворення показника тону рекомендуються поля на тест-оригіналі світлих тонів: 0%, 2%, 4%, 6%, 8%, 10%), і тіней: 90%, 92%, 94%, 96%, 98%, і 100%. Вихідні дані беруться з результатів вимірювань, що здійснюються для профілізації друкарського процесу.

3. На основі досліджень цифрових фото і друкарських форм та відбитків, одержаних з них в нормалізованих технологічних умовах поліграфічних підприємств, встановлено, що існує лінійна залежність між  $\Delta E_{ab}^*$  і зміною показників тону в обох ділянках світлих ділянок і тіней.

4. Для досягнення прийнятної якості відтворення растрових зображень в широкому діапазоні лінійтур растра, типів паперу і фарби необхідно, щоб числове значення досліджуваного градієнтного параметру знаходилося у межах  $g = 0,6 \pm 0,1$ .

5. Використовуючи параметр «середнє значення мінус одне середнє квадратичне відхилення», можна встановити частку робіт зі заниженим і завищеним контрастом (приблизно, 17%).

6. Запропонований метод випробування має на меті покращити використання ISO 12647-2 по наданню документованої відповідності при оцінці меж відтворення тону і може бути прийнятий не тільки для офсету, але й для інших видів друку, наприклад для флексографії.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Барановський І.В., Яхимович Ю.П., Поліграфічна переробка образотворчої інформації. Навч. Посібнику. – Київ-Львів, 1999. – 400 с.

2. 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.
3. 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
4. ISO 12647-7, Graphic technology - Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints - Part 7: Proofing processes working directly from digital data.
5. Robert Chung, Soren Jensen Printing Standards: A 2010 Survey Report A Research Monograph of the Printing Industry Center at RIT Rochester, NY January 2011 PICRM-2011-01
6. Robert Chung, Ping-hsu Chen 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
7. X-Rite. (2006, March). *NetProfilerR instrument management software*. [http://www.xrite.com/documents/literature/gmb/en/100\\_netprofiler\\_en](http://www.xrite.com/documents/literature/gmb/en/100_netprofiler_en).
8. ISO 15076, Image technology colour management - Architecture, profile format and data structure - Part 1: Based on ICC.1:2004-10.
9. Fogra. (2016). *Process Standard Offset (PSO) database* [Database].

## REFERENCES

1. Baranovs'kyi I.V., Yakhymovych Yu.P., (1999). Polihrafichna pererobka obrazotvorchoyi informatsiyi. Navch. Posibnykyu. – Kyiv-L'viv, 400 s. (in Ukrainian)
2. 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)
3. 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)
4. ISO 12647-7, Graphic technology - Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints - Part 7: Proofing processes working directly from digital data. (in English)
5. Robert Chung, Soren Jensen (2011). Printing Standards: A 2010 Survey Report A Research Monograph of the Printing Industry Center at RIT Rochester, NY January PICRM-2011-01. (in English)
6. Robert Chung, Ping-hsu Chen (2011). 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)
7. X-Rite. (2006). *NetProfilerR instrument management software*. [http://www.xrite.com/documents/literature/gmb/en/100\\_netprofiler\\_en](http://www.xrite.com/documents/literature/gmb/en/100_netprofiler_en). (in English)
8. ISO 15076, Image technology colour management - Architecture, profile format and data structure - Part 1: Based on ICC.1:2004-10. (in English)
9. Fogra. (2016). *Process Standard Offset (PSO) database* [Database]. (in English)

UDC 655.533

**PROBLEM OF STANDARDIZATION OF GRADATION REPRODUCTION  
PARAMETERS IN THE BORDER AREAS OF TONE RANGE OF RASTER  
IMAGES IN OFFSET AUTO-TYPE REPRODUCTION**

Baranovskiy I.V.

*Ukrainian Academy of Printing,  
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine*

*The paper examines the regulatory requirements and tolerances for the target parameter calculated within border sections, using for this the value of the ratio of the color difference in the imprint  $\Delta E$  to the corresponding change in the tone  $\Delta S$  on the digital photo or printing plate -  $g = \Delta E / \Delta S$ . The required color values are calculated according to the formula CIE76: in the area of light tones - between the area of clean paper (0%) and the areas with raster elements with tone values from 2 to 10%, and in the area of shadows - between the area of the dash (100%) and the areas with raster elements with tone values from 90 to 98%.*

**Keywords:** *offset printing, autotype, standardization of tone reproduction, raster image, gradient, tone index.*

*Стаття надійшла до редакції 25.05.2017  
Received 25.05.2017*