

Дослідження колориметричних параметрів відбитків за стандартом ISO 12647-2:2013

Б.М. Ковальський^{1*}, Н.В. Занько¹, Н.С. Писанчин¹, М.В. Шовгенюк²

¹ Українська академія друкарства, Львів, Україна

² Інститут фізики конденсованих систем НАН України

*Corresponding author. E-mail: bkovalsky@ukr.net

Paper received 07.12.15; Accepted for publication 20.11.15.

Анотація. На основі колориметричних характеристик багатофарбових відбитків, визначено ступінь нелінійності відтворення фарб за умов стандартизованого процесу офсетного друку, відносно колірному простору Adobe RGB (1988). Розраховано числові значення показника приросту тону (TVI) на відбитках шкал тріадних фарб, одержаних за нормами ISO 12647-2:2013. Представлена порівняльна характеристика відсотку розтискування растрових елементів на різних типах паперу за нормами регламентованими попередньою і новою редакціями стандарту.

Ключові слова: ISO 12647-2:2013, нова класифікація паперу, цифрова обробка зображень, колірний профіль, параметр ступеня флуоресценції, точка білого, спектральні характеристики, показник нелінійності, кольоровідтворення, тоновий приріст

Всесвітня організація ISO представляє пакет нормативних документів, що регламентують вимоги до якості та комплексно описують той рівень техніки й технологій, який є досягнутий на момент їх створення. Стандарти для багатофарбового друку служать мовою спілкування між друкарнею, замовником продукції і дизайнером. У всьому цивілізованому світі учасники процесу створення поліграфічної продукції намагаються виконувати рекомендації міжнародного галузевого стандарту ISO 12647. Успішне запровадження стандартів друку у виробництво стає запорукою прогнозованого кольоровідтворення, підвищення якості, стабільності і продуктивності.

Друга частина стандарту ISO 12647-2 визначає загальну кількість і значення параметрів технологічного процесу чотирифарбового друку офсетним способом. В грудні 2013 року з'явилась нова редакція ISO 12647-2. Ця версія суттєво відрізняється від попередньої, другої, що вийшла ще у 2004 році. Типографіям, що намагаються слідувати стандарту, доведеться докласти чимало зусиль, щоб відповідати новим правилам.

Метою даної роботи є дослідити характеристики багатофарбових відбитків, визначених на основі колориметричних вимірювань в міжнародній системі кольору CIE та дати порівняльну характеристику кольоровідтворення на різних типах стандартизованого паперу

Теорія. При описі кольору стандарт ISO 12647-2:2013 опирається виключно на колориметричні вимірювання CIE LAB. В стандарті чітко вказано, що значення оптичної щільності не визначає колір. Тому щільність рекомендується тільки для визначення значення тону. Спочатку під час друку досягається правильний колір, і лише потім з ОК-листа зчитуються щільності, і використовуються для контролю процесу. І, тим паче, не можна використовувати значення оптичної щільності, для заміни колориметрії при роботі з кольоропробою.

Всі спектральні вимірювання, на підставі яких обчислюють координати CIE L*a*b* для різних типів паперу і фарб, в новій редакції стандарту були виконані з фільтром M1 (D50). Раніше міжнародний стандарт офсетного друку завжди використовував вимірювання з фільтром M0 (no filter). Тепер мова йде про специфічний фільтр M1 (D50). Сकेल्це з певними спектральними характеристиками механічно включається в оптичний тракт спектрофотометра або цей фільтр може бути реалізований в приладі з двох роздільних джерел світла для видимої і ультрафіолетової області. Крім того, тепер регламентовано можливість вимірювання кольо-

ру як на білій, так і на чорній підложці.

Новим стандартом прописані координати кольору CIE L*a*b* для чистих основних кольорів тріадних фарб, їх бінарного та потрійного накладання фарб для усіх стандартизованих типів паперу. І тут варто відзначити ще одну колосальну відмінність нової редакції 2013. Якщо раніше поділ паперу був на п'ять типів, то тепер їх прописано вісім. І всі вони мають в описі параметр ступеня флуоресценції. Таких ступенів за ISO чотири: слабка, низька, помірна і висока, чого раніше в стандарті не було. Щоб поміряти і точно розрахувати рівень флуоресценції від відбілювання паперу недостатньо звичайного спектрофотометра, потрібен, згідно ISO, лабораторний рефлектометр зі сферичним дифузним розсіювачем. На основі його замірів обчислюється ступінь флуоресценції – delta D65 Brightness між вимірами з фільтром M0 і M2 [1].

Так звані, стандартні профілі, розроблені організацією ECI є доступні до використання у багатьох програмах підготовки цифрових багатоколірних зображень до друку. При здійсненні процесу кольороподілу зображення їх обирають саме за типом паперу, що буде використовуватись при друці конкретного тиражу. Вони створені на підставі міжнародного стандарту ISO 12647-2:2004 за характеристичними даними інституту FOGRA.

Очевидно, з появою нового стандарту FOGRA і ECI побудують найближчим часом нові колірні профілі, що будуть суттєво відрізнятись, від тепер уже застарілих:

FOGRA39 – ISO Coated v2 – Paper type 1,2;

FOGRA45 – PSO LWC Improved – Paper type 3;

FOGRA46 – PSO LWC Standart – Paper type 3;

FOGRA47 – PSO uncoated ISO 12647 – Paper type 4;

FOGRA30 – PSO uncoated Yellowish – Paper type 5;

30 вересня 2015 року FOGRA, ECI і bvdм офіційно представили ICC-профілі за новим ISO 12647-2:2013, але поки лише для крейдованого і офсетного паперу:

FOGRA51 – PSO Coated v3 – Printing Condition 1, Premium coated paper;

FOGRA52 – PSO Uncoated v3 (FOGRA52) – Printing Condition 5, Wood-free uncoated white paper [2].

Матеріали і методи. В стандарт введено поняття – characterization data. Це множина значень тону і, пов'язаних з ними колориметричних значень, котрі повністю описують даний процес друку.

На офіційному сайті FOGRA стали доступні характеристичні дані для умов друку FOGRA51 і FOGRA52, що містять значення експериментально заміряних колірних координат L*,a*,b* для кожної комбінації зна-

чень відносних площ S растрових елементів для тріадних фарб (включно зі всіма можливими варіантами їх подвійного та потрійного накладання в офсетному друці), для плашок тріадних кольорів та паперу [3].

Нові характеристичні дані FOGRA51 прийшли на зміну FOGRA39, а дані FOGRA52 за новим стандартом описують характеристики відбитків тріадних фарб за умов друку на некрейдованому папері (табл.1,2).

Таблиця 1. CIE Lab координати, маса і білизна крейдованих паперів

	ISO 12647-2:2013 PS1			ISO 12647-2:2004 Тип 1,2		
	FOGRA 51			FOGRA 39		
Характеристичні дані	Крейдована преміум			Крейдований глянцевиий або матовий		
Тип поверхні	80-250 (115)			115		
Маса, г/м ²	105-135			не вказано		
Білизна CIE	10-80			35/65		
Глянець	Координати			Тип поверхні		
Колір	L	a	b	L	a	b
	Біла підложка	95	1	-4		
Чорна підложка	93	1	-5	93	0	-3
Допуск	±3	±2	±4	±3	±2	±2
Флуорисценсія	помірна			не вказано		

Таблиця 2. CIE Lab координати, маса і білизна некрейдованих паперів

	ISO 12647-2:2013 PS5			ISO 12647-2:2004 Тип 4		
	FOGRA 52			FOGRA 47		
Характеристичні дані	Не крейдований без вмісту деревної маси			Не крейдований білий		
Тип поверхні	70-250 (120)			115		
Маса, г/м ²	140-175			не вказано		
Білизна CIE	5-15			3		
Глянець	Координати			Тип поверхні		
Колір	L	a	b	L	a	b
	Біла підложка	95	1	-4		
Чорна підложка	92	1	-5	92	0	-3
Допуск	±3	±2	±2	±3	±2	±2
Флуорисценсія	висока			не вказано		

Використання у дослідженні колориметричних характеристик багатофарбових відбитків [3] дає змогу дослідити особливості кольоровідтворення за умов друку, що відповідають нормам нової редакції стандарту ISO 12647-2:2013. Для цього буде використано сучасні методи цифрової обробки зображень на основі координат кольору в міжнародній системі CIE LAB [4-6]. Ці методи базуються на визначенні коефіцієнту γ , що характеризує ступінь нелінійності конкретного репродукційного процесу відносно колірному простору Adobe RGB (1988). Навіть в стандартизованому

процесі є велика кількість факторів, що впливають на відтворення кольору. Запропонований показник γ враховує різні фактори впливу на величину нелінійності відтворення тріадних фарб, а саме – тип паперу, лініатура растра, тип копіювального шару, особливості процесу друку та ін.

Метод визначення показника нелінійності [4] передбачає побудову експериментальних залежностей координат R (за голубою фарбою), G (за пурпурною фарбою) і B (за жовтою фарбою) відносно величини I-S (рис. 1).

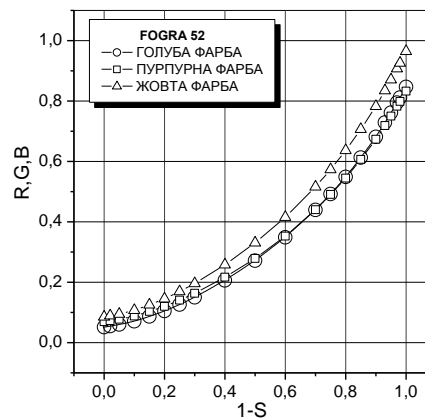
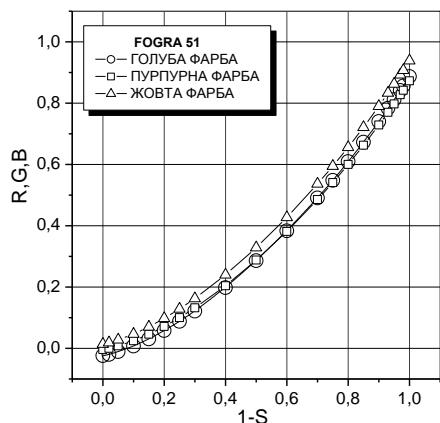


Рис. 1. Нелінійні характеристики тріадних фарб за ISO 12647-2:2013:
а- на крейдованому папері; б- на некрейдованому папері

Для обробки залежностей, представлених на рисунку 1, використано прикладний пакет апроксимуючих степеневих функцій комп'ютерної програми Origin. Для знаходження показника степеня γ записано нелінійні рівняння (1-3) у вигляді степеневих функцій для одно-фарбових відбитків реального друкарського процесу:

$$R = R_c + (R_0 - R_c)(1 - S_c)^{\gamma_c}; \quad (1)$$

$$G = G_m + (G_0 - G_m)(1 - S_m)^{\gamma_m}; \quad (2)$$

$$B = B_y + (B_0 - B_y)(1 - S_y)^{\gamma_y}. \quad (3)$$

Величезний вплив на відтворення кольору на відбитку має розтискування, яке, в свою чергу в значній мірі залежить від типу матеріалу, що задруковується.

В роботі [5] було показано, що показник γ характеризує розтискування для кожної фарби. Виведено залежність між показником γ і ступенем розтискування та записано формулу для розрахунку розтискування стосовно кожної тріадної фарби.

Якщо розглядати загальний випадок градаційної характеристики растрового зображення як залежність координат кольору $C (R, G, B)$ відносно площі S растрових елементів, то нелінійність, яка з високою точністю

описується показником $\gamma > 1$, характеризуватиме величину розтискування ΔS для кожної фарби відносно "ідеальних" умов друку $\gamma = 1$. Виходячи з означення величини розтискування ΔS як різниці між заданими відносними площами растрових елементів і відносними площами растрових елементів з урахуванням показника нелінійності γ на відбитку, записано формулу:

$$\Delta S = 100 \left[(1 - S) - (1 - S)^{\gamma} \right], \quad (4)$$

де S – відносна площа растрової точки; γ – показник нелінійності друкарського процесу.

Авторами розроблено програму «FindBaseVectors», що дає змогу автоматично отримувати числові значення ΔS для кожної фарби при різних умовах відтворення, за рахунок цифрової обробки координат кольору CIE L*a*b*, що відповідають полям досліджуваних шкал на відбитках. В програмі є можливість побудови залежностей, які показують відсоток розтискування для усіх полів кольорових шкал.

Обговорення результатів. Одержані значення величини показника нелінійності, з врахуванням технологічних параметрів офсетного друку згідно стандартів ISO 12647-2:2004 та ISO 12647-2:2013, представлено в таблиці 3.

Таблиця 3. Числові значення показника нелінійності за експериментальними даними інституту FOGRA

Номер даних FOGRA, рік коротка форма ISO	Спосіб друку, тип копіювального шару	Колір підложки	Коефіцієнт нелінійності γ		
			Голуба, С	Пурпурна, М	Жовта, Y
FOGRA51, 2015	Офсет, позитивний	білий	1,585	1,61	1,586
FOGRA39, 2007	Офсет, позитивний	чорний	1,48	1,52	1,505
FOGRA52, 2015	Офсет, позитивний	білий	1,978	1,994	1,969
FOGRA47, 2009	Офсет, негативний	чорний	1,74	1,772	1,781

Як і раніше, можна стверджувати, що величина показника нелінійності в значній мірі залежить від типу паперу. На величину колірної охоплення на відбитку впливає шорсткість і пористість паперу. У пористу поверхню некрейдованого паперу фарба всотується в більшій мірі і глибше у порівнянні з гладким крейдованим папером. Показник нелінійності для крейдова-

ного паперу більший по кожній фарбі, як за умовами друку за старим, так і за новим стандартом (табл.3).

Враховуючи незначну різницю у величині γ для паперу тип 1,2 за старим і паперу першого класу PS1 за новим стандартом, можна вважати, що характеристики кольоровідтворення на цьому папері суттєво не зміняться.

Таблиця 4. Числові значення показника приросту тону (TVI) за експериментальними даними інституту FOGRA

% точки	Крейдований папір PS1 (Fogra51)			Крейдований папір тип 1,2 (Fogra39)			Некрейдований папір PS5 (Fogra52)			Некрейдований папір тип 4 (Fogra47)		
	С	М	Y	С	М	Y	С	М	Y	С	М	Y
98%	1.41	2.21	1.44	1.05	1.25	1.29	1.5	1.53	1.55	1.19	1.40	1.38
95%	3.30	3.81	3.09	2.61	3.07	3.18	3.73	3.8	3.86	2.92	3.34	3.48
90%	5.80	5.85	5.45	4.99	5.89	6.12	7.13	7.26	7.42	5.64	6.36	6.76
85%	7.18	7.41	7.35	7.04	8.34	8.69	9.81	10.05	10.35	8.11	9.13	9.74
80%	8.47	8.31	8.45	8.70	10.22	10.77	12.34	12.65	13.11	10.26	11.52	12.31
75%	9.05	11.01	9.57	9.91	11.57	12.32	14.36	14.74	15.32	12.02	13.62	14.41
70%	10.25	11.85	11.25	10.82	12.68	13.52	16.12	16.6	17.28	13.51	15.37	16.21
60%	11.98	13.45	13.28	11.72	13.81	14.63	18.65	19.32	2.2	15.63	17.81	18.65
55%	10.79	10.70	12.79	11.60	13.90	14.63	19.58	20.32	21.23	16.19	18.43	19.31
50%	10.00	12.05	13.10	11.43	13.67	14.42	20.19	20.98	21.94	16.41	18.62	19.57
40%	9.52	10.38	12.28	10.52	12.31	13.13	20.45	21.36	22.28	15.84	17.97	18.94
30%	6.53	8.32	10.47	8.51	10.15	10.77	19.1	19.98	20.88	14.03	15.91	16.63
25%	6.51	7.80	8.81	7.39	8.80	9.25	17.61	18.41	19.3	12.52	14.37	14.91
20%	5.96	7.58	8.91	6.32	7.22	7.56	15.69	16.42	17.18	10.57	12.44	12.80
15%	4.73	7.31	6.85	4.84	5.63	5.91	12.95	13.55	14.2	8.50	9.93	10.26
10%	1.90	3.19	4.16	3.32	3.93	4.02	9.64	10.09	10.6	6.09	7.03	7.30
7%	0.53	2.04	2.70	2.34	2.84	2.77	7	7.35	7.72	4.48	5.10	5.29
5%	0.54	1.76	2.37	1.67	2.03	1.99	5.11	5.34	5.65	3.31	3.76	3.88
3%	0.59	1.78	1.37	0.94	1.16	1.18	3.16	3.3	3.48	2.07	2.35	2.37
2%	0.27	1.48	0.69	0.58	0.72	0.74	2.12	2.22	2.34	1.43	1.63	1.60

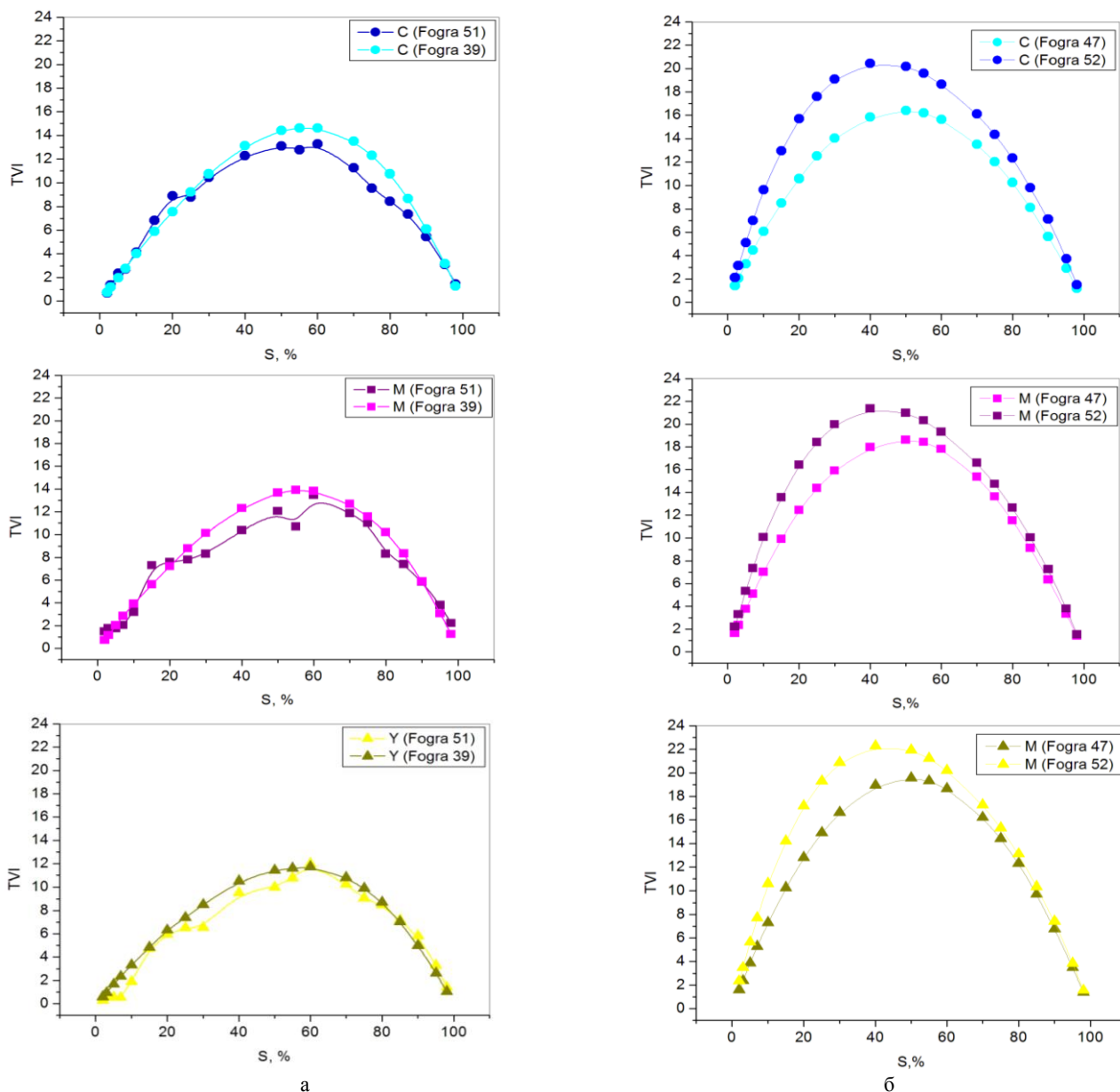


Рис. 2. Криві TVI для тріадних фарб згідно стандартів ISO 12647-2:2004 та ISO 12647-2:2013
а – для крейдованих паперів, б – для некрейдованих паперів

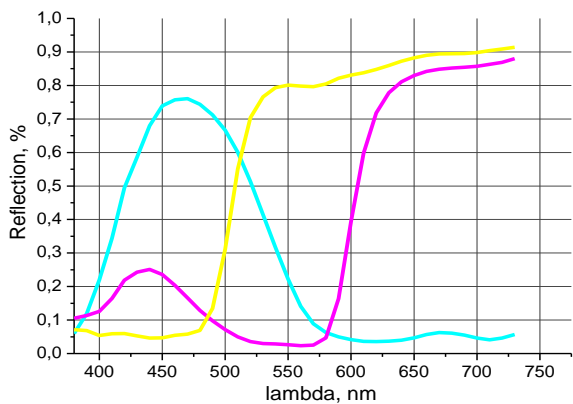


Рис. 3. Спектральні криві відбивання голубої, пурпурної та жовтої фарб

Більшою є різниця у величині показника нелінійності γ для некрейдованих паперів, за старим і новим стандартами, що в середньому складає 0,25 по кольорових фарбах. Це може пояснюватись тим, що характеристичні дані FOGRA52, більше відображають особливості

реального процесу, ніж FOGRA47. Координати $L^*a^*b^*$ білої точки 93 3 -10, відповідають типовому офсетному паперу і відрізняються від вказаних у новому стандарті 95 1 -4. Тому і профілі, побудовані за цими даними називаються не як ISO, а як PSO.

Папір, який у колишньому стандарті відносився до четвертого типу, у новому ISO 12647-2:2013 містить оптичні відбілювачі і має найбільший рівень флуоресценції (табл. 2).

При оцінюванні результатів дослідження колориметричних параметрів необхідно врахувати, що всі спектральні вимірювання, на підставі яких обчислені координати CIE $L^*a^*b^*$ для усіх типів паперу і фарб у новому стандарті були виконані з фільтром M1 (D50). При вимірюванні однакових зразків фарб на вибілених паперах показує характерний флуоресцентний синій зсув за фільтром M1 в порівнянні з фільтром M0.

Для порівняльної характеристики величини розтискування на різних типах паперу вибрано експериментальні дані FOGRA [3], які покладені в основу розробки стандартизованих умов офсетного друку. На основі координат $L^*a^*b^*$ розраховано приріст тону (TVI) для кожної з тріадних фарб при друці на крейдованому та некрейдованому папері (табл. 4).

Отримані результати досліджень показують, що для офсетного друку на крейдованому папері оптимальна величина розтискування $\Delta S=12-14\%$, тоді як на некрейдованому папері розтискування фарб зростає і складає величину $\Delta S=16-23\%$. Однак, якщо порівнювати розтискування при друці на відповідних типах паперу, то з рис. 2 видно, що для крейдованих паперів криві приросту тону (TVI) близькі для кожної з тріадних фарб: відхилення в розтискуванні на паперах тип 1,2 та на паперах **PS1** складає приблизно 1%. Тоді як для некрейдованих паперів різниця суттєва по кожній фарбі. Максимальний приріст тону на папері типу **PS5** в середньому на 4 % більший за аналогічний параметр при друці на папері тип 4. Тобто умови друку на некрейдованому папері, визначені новою редакцією стандарту більш наближені до реальних умов друку. При розрахунку показника нелінійності за даними, на яких базується ISO 12647-2:2013 (результати приведено у табл. 3), видно, що значення γ є більшим по кожній з тріадних фарб, а це підтверджує залежність: чим біль-

ше значення показника нелінійності, тим більший відсоток розтискування.

В 2015 році вперше інститутом Fogra було представлено спектральні дані відбитку шкал на крейдованому папері PS1, що містять 1617 полів, в тому числі чистих тріадних фарб та різних комбінацій їх накладань і чорної фарби. На рисунку 3 побудовано спектральні криві відбивання для відбитків 100% полів чистих фарб за умов друку FOGRA51.

Ця інформація цінна тим, що при усьому різноманітті асортименту фарб для офсетного друку та фірмовиробників, новим стандартом представлено спектральні характеристики відбитків фарб, що в свою чергу відповідають ISO 2846-1 [7], може служити для порівняльної характеристики і практичного визначення відповідності європейським нормам.

Висновки. Досліджено характеристики кольоровідтворення відбитків за методами, які базуються на обробці характеристичних даних FOGRA, що описують процес офсетного друку на різних типах паперу. На основі розрахованих значень показника нелінійності відтворення кольору на паперах тип 1,2 (ISO 12647-2:2004) та PS1 (ISO 12647-2:2013) можна стверджувати, що перехід на нові норми при друці на крейдованому папері для друкарень, що слідує вимогам стандарту, не складе труднощів. Різниця значень показника нелінійності γ в новій і старій редакціях ISO 12647-2 знаходиться в межах 0,08-0,1.

При організації репродукційного процесу на некрейдованому папері за рекомендаціями нового стандарту потрібно врахувати більш суттєві відмінності. Показник γ для умов друку на PS5 в середньому на 0,23 більший за той ж параметр, визначений для паперу тип 4. Це підтверджує, розрахований показник TVI для тріадних фарб.

Побудовано графіки і подано значення приросту тону при друці на різних типах паперу, що може бути використано для компенсації розміру растрової крапки на додрукарському етапі підготовки цифрових зображень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Process control for the production of half-tone color separation, proof and production prints. Part 2: Offset processes. – Graphic technology. – Geneva, Switzerland. – ISO/DIS 12647-2:2013.
2. European Color Initiative (ECI) / URL: <http://www.eci.org/en/start>
3. FOGRA characterisation data for offset: International Color Consortium / URL: <http://www.color.org/FOGRA.html>
4. Шовгенюк М.В. Характеристики відбитків тріадних фарб у кольоровому просторі Adobe RGB / М.В. Шовгенюк, Н.В. Занько, Н.С. Писанчин // Комп'ютерні технології друкарства: зб. наук. праць. – Львів : УАД, 2007. – № 19. – С. 203-222.
5. Занько Н.В. Оцінка розтискування тріадних фарб на основі показника нелінійності / Н.В. Занько, Н.С. Писанчин, М.В. Шовгенюк // Комп'ютерні технології друкарства : зб. наук. праць. – Львів : УАД, 2008. – № 20. – С. 247-259.
6. Занько Н.В. Модель автотипного синтезу кольорів реальними фарбами / Н.В. Занько, Н.С. Писанчин, М.В. Шовгенюк // Управління розвитком : зб. наук. робіт. – Харків, 2008. – № 15. – С. 87-89.
7. Graphic technology – Color and transparency of printing ink sets. – ISO 2846-1. – Part 1 : Offset printing. – ISO Geneva, 1997.

REFERENCES

1. Process control for the production of half-tone color separation, proof and production prints. Part 2: Offset processes. – Graphic technology. – Geneva, Switzerland. – ISO/DIS 12647-2:2013.
2. European Color Initiative (ECI) / URL: <http://www.eci.org/en/start>
3. FOGRA characterisation data for offset: International Color Consortium / URL: <http://www.color.org/FOGRA.html>
4. Shovhenyuk, M.V. Characteristics of process inks prints in color space Adobe RGB / M.V. Shovhenyuk, N.V. Zanko, N.S. Pysanchyn // Computer Technology Printing: Coll. Science. works. – Lviv: UAH works, 2007. – № 19. – P. 203-222.
5. Zanko, N.V. Dot gain evaluation of triad color based on the index of nonlinearity / N.V. Zanko, N.S. Pysanchyn, M.V. Shovhenyuk // Computer technologies of Printing: Coll. Scie. Works. – Lviv: Ukrainian Academy of Printing, 2008. – № 20. – P. 247-259.
6. Zanko, N.V. Model of avtotype synthesis of colors by real paints / N.V. Zanko, N.S. Pysanchyn, M.V. Shovhenyuk // Development Management: Coll. Scie. Works. – Kharkiv, 2008. – № 15. – P. 87-89.
7. Graphic technology – Color and transparency of printing ink sets. – ISO 2846-1. – Part 1 : Offset printing. – ISO Geneva, 1997.

Research colorimetric parameters prints according to standard ISO 12647-2:2013

B. M. Kovalskiy, N. V. Zanko, N. S. Pysanchyn, M. V. Shovgenyuk

Abstract. Based on colorimetric characteristics colored prints, defined degree of nonlinearity reproduction of colors in the conditions standardized offset printing relative color space Adobe RGB (1988). TVI is calculated on the prints obtained on standards ISO 12647-2:2013. The comparative percentage of dot gain characteristics of screen elements on different types of paper regulated by norms and previous revised standard, TVI.

Keywords: colorimetric characteristics of process inks, standard ISO, spectral values, index of non-linearity of printing process