

УДК 681.3.04

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЯКОСТІ НАДРУКОВАНИХ ШТРИХ-КОДІВ

О. Д. Конюхов

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

Наведено результати експериментальних досліджень параметрів якості друкування штрих-кодів EAN-13 та QR-кодів (ширини, розмитості, контрастності та рівномірності країв ліній).

Ключові слова: *кодування, штрих-код, якість друку, ширина лінії, контрастність, розмитість лінії.*

Постановка проблеми. Сьогодні система GS1 охоплює такі стандартні символи штрих-кодів: EAN/UPC, ITF-14, GS1-128, GS1 DataBar, GS1 DataMatrix, GS1 QR. Важливим параметром контролю якості надрукованих штрих-кодів, від якого залежить правильність їх верифікації, є точність відтворення ліній і проміжків, що містять важливу закодовану інформацію. Кваліметричними показниками, за якими оцінюють лінії штрих-кодів, є: ширина, щільність, різкість, рівномірність країв тощо. Крім того, якість лінії є важливим показником таких основних параметрів друкувальних пристроїв, як стабільність затискачів, товщина шару фарби, що визначають однорідність поверхні, якість тексту тощо.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Надруковані штрих-коди мають визначені стандартом лінійні параметри і допустимі їх відхилення. Під час планування процесу друкування штрих-кодів потрібно звертати увагу на спосіб друку, вибір задрукованого матеріалу, характер структури його поверхні, можливість уникнення приросту ширини ліній штрих-коду. Якщо визначення розмірів середнього приросту ширини ліній у процесі друкування становить $G=+80\mu\text{m}$, то проєктант повинен зменшити ширину кожної лінії на $G=80\mu\text{m}$ симетрично, або $G/2=40\mu\text{m}$ з лівого і правого боку кожної лінії штрих-коду.

Штрих-код може бути надрукований на різних матеріалах, тому від їхньої якості залежатиме і якість відтворення штрихів. Згідно з стандартом ДСТУ 3146-95 якість друку штрих-кодових позначок має відповідати таким загальним вимогам:

- ширина штрихів і проміжків повинна бути в межах доступних розмірів;
- проміжки, зони стабілізації та штрихи мають бути контрастними;
- не має бути світлих плям усередині штрихів і темних плям у зоні проміжків і зон стабілізації.

Спосіб друку, тип друкувального пристрою та якість поверхні матеріалу, на який наноситься штриховий код, впливають на допустиму мінімальну ширину нанесеного елемента штрихового коду і можливість відхилення цієї ширини від номінального розміру. Найімовірніші відхилення геометричних розмірів елементів

штрихового коду повинні бути меншими від допустимих для даного типу коду за заданої щільності друку [1–5].

Мета статті — визначення геометричних параметрів штрих-кодових позначок, зокрема ширини, розмитості та контрасту надрукованих ліній і рівномірності їх країв.

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єктами досліджень були штрих-коди та QR-коди, надруковані офсетним способом друку на картонних пакуваннях. Технічну характеристику взірців картону наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Технічна характеристика взірців картонів

№ зразка	Марка картону	Щільність, г/м ²	Глянець, (Gloss 75°Gardner, %)	Білизна, (ISO Elrepho, %)	Вологопоглинання (COBB-60)
1	Simcote GC-2	230	35	84	<40
2	Normprint GD3	230	>77	92	<100
3	Alaska GC-2	230	>45	90	<55
4	Alfaprint GD2	230	>40	77	<50
5	UmkaColor GD2	230	35	80	<40

Існує два способи верифікації штрих-кодів. Перший — традиційний, який базується на геометричних розмірах штрих-коду, а також на аналізі коефіцієнта контрастності. Цей метод не стандартизований, тому різні пристрої можуть показувати різні результати. Часто в друкарнях використовують саме цей метод, оскільки завдяки йому можна визначити точне місцезнаходження помилки в коді.

Другий метод — ANSI. На сьогодні це єдиний стандартизований метод. За його допомогою можна проводити вимірювання одного і того ж штрих-коду на різних верифікаторах та отримувати подібні результати. Цей метод заснований на детальному аналізі сканувального променя профілю відображення. Під час цієї верифікації перевіряють 7 параметрів: декодування, символ контрастності (SC), край контрасту (E_{Cmin}), мінімальний коефіцієнт відображення (R_{min}), модуляції (MOD), декодувальність (V) і дефекти. Для кожного з цих параметрів верифікатор виставляє загальний бал від 4 до 0,5. Значення від 3,5 до 4 вказують, що код дуже хорошої якості. Для досліджень були вибрані такі важливі параметри штрих-кодів, як ширина, розмитість і контрастність лінії (ДСТУ 3146-95).

Ширина лінії (W, мкм) — це відстань між краями кривої профілю відбивної здатності світла в точці 60 %.

Розмитість лінії (B, мкм) — це параметр, який визначає ширину перехідної зони відбивання R_{max} до R_{min} (від фону підкладки паперу до лінії). Ідеальна лінія немає розмитості і є ідеально виразною. Фактична лінія — це плавний перехід від R_{max} до R_{min}. Розмитість лінії визначається як відстань між порогами 10 % і 90 % для кожного ребра.

Рівномірність країв ліній (R мкм) є стандартним відхиленням залишку зображення ліній за межами 60 % порогового коефіцієнта відбивання лінії.

Контрастність (K) — це параметр, який показує залежність між коефіцієнтом відбивання світла папером (R_{\max}) і лінією (R_{\min}):

$$K_L = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{\max}}$$

Вимірювання основних параметрів якості відтворення ліній, а саме: ширини, розмитості, рівномірності країв і контрастності лінії, було проведено за допомогою пристрою IAS (QEA) відповідно до ISO / IEC 13360: 2001 (рис. 1). Вимірювання параметрів якості надрукованих ліній проводилося для лінії з номінальною шириною 300 мкм, розташованих горизонтально і вертикально. Пристрій складається з цифрового мікроскопа з високою роздільною здатністю, Pocket PC і сучасного програмного забезпечення для аналізу зображень, зберігання та експорту в інші пристрої. Щоб отримати порівняльні значення цих параметрів, стандарт ISO вводить поняття динамічного порогу. Динамічний поріг розраховують для кожного вимірювання на основі здатності відбивання світла папером (R_{\max}) і лінією (R_{\min}). На рис. 2 показано криву профілю лінії, де зазначено величини R_{\max} і R_{\min} . Динамічний поріг використовують для позиціонування поперечного положення до профілю кривої відбивання світла. Наприклад, 50 % буде перетинати поріг динамічної кривої відбивання світла в точці між R_{\min} і R_{\max} .

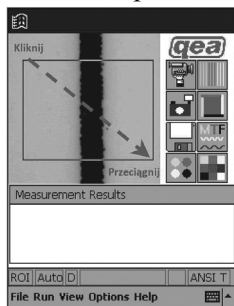


Рис. 1. Пристрій IAS (QEA)

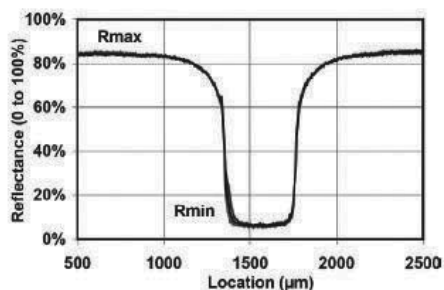
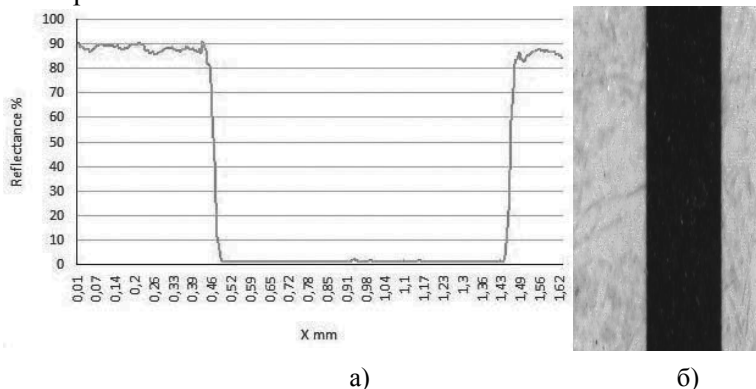


Рис. 2. Крива профілю лінії

На рис. 3–7 зображено криві профілю ліній штрих-кодів EAN-13, надрукованих на різних картонах.



а)

б)

Рис. 3. Крива профілю лінії штрих-коду EAN-13 (а) та його мікрофотографія (б) (зразок № 1)

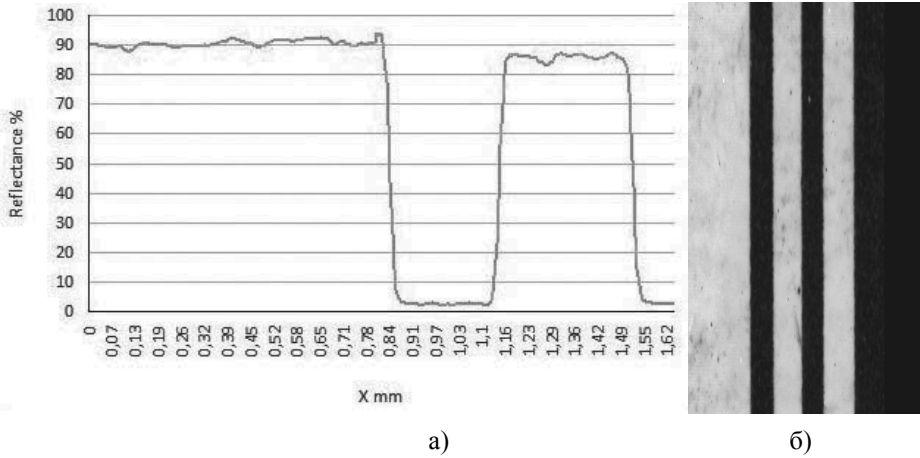


Рис. 4. Крива профілю лінії штрих-коду EAN-13 (а) та його мікрофотографія (б) (зразок № 2)

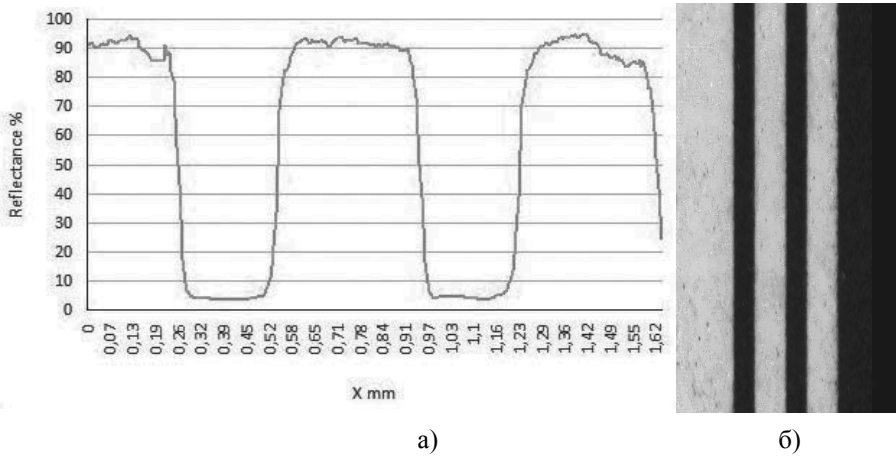


Рис. 5. Крива профілю лінії штрих-коду EAN-13 (а) та його мікрофотографія (б) (зразок № 3)

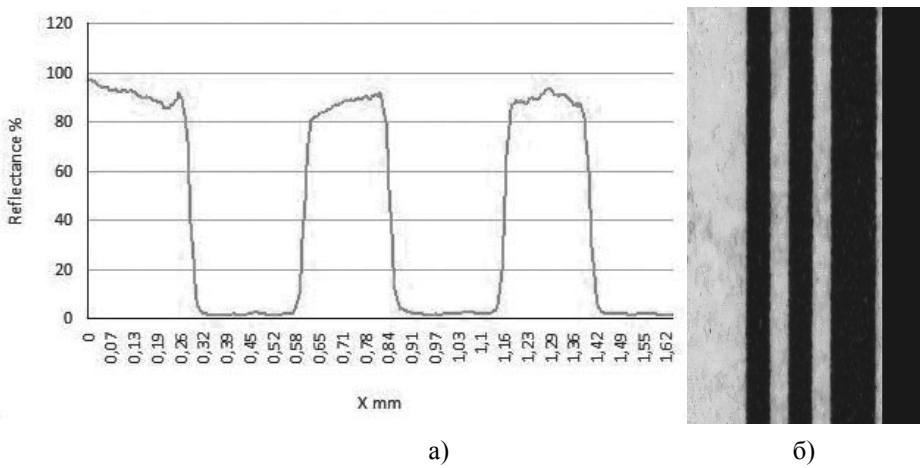


Рис. 6. Крива профілю лінії штрих-коду EAN-13 (а) та його мікрофотографія (б) (зразок № 4)

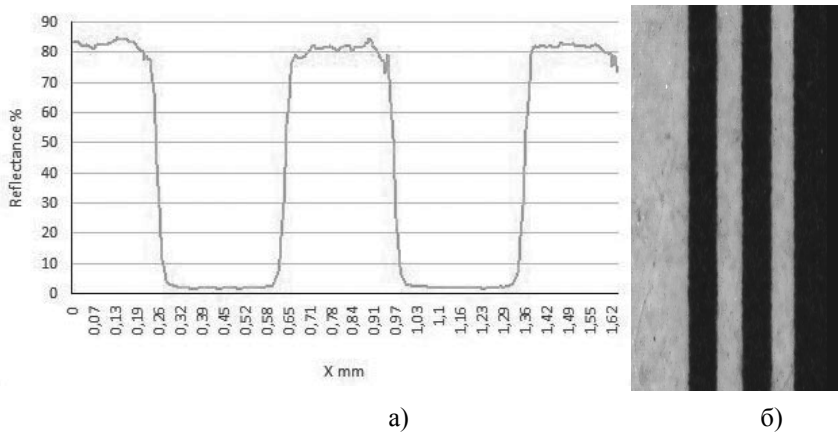


Рис. 7. Крива профілю лінії штрих-коду EAN-13 (а) та його мікрофотографія (б) (зразок № 5)

На рис. 8–10 зображено криві профілю ліній QR-кодів, надрукованих на різних картонах.

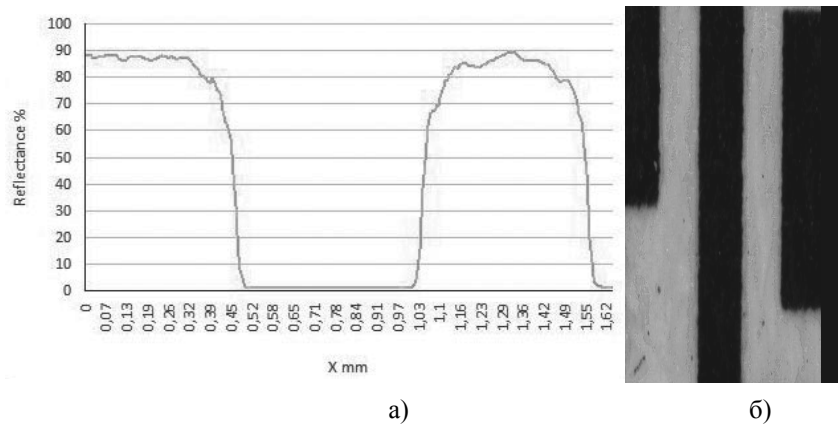


Рис. 8. Крива профілю лінії QR-коду (а) та його мікрофотографія (б) (зразок № 6)

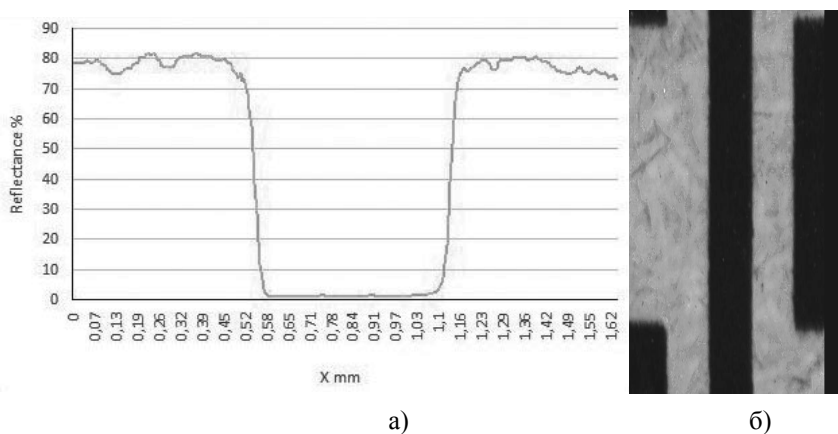


Рис. 9. Крива профілю лінії QR-коду (а) та його мікрофотографія (б) (зразок № 7)

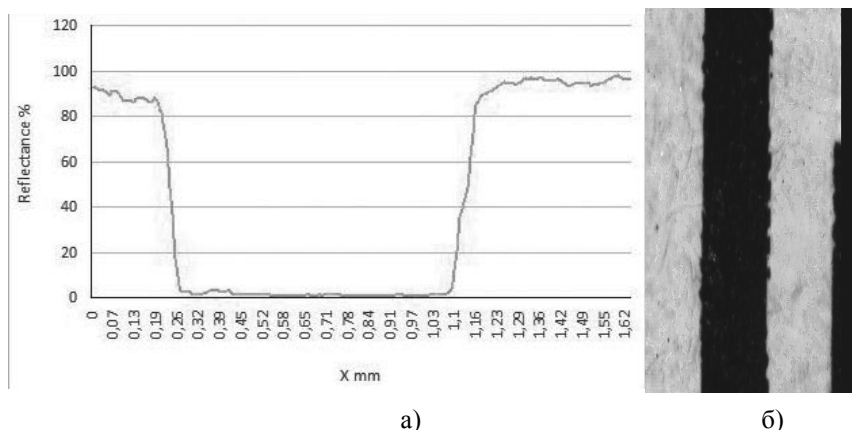


Рис. 10. Крива профілю лінії QR-коду (а) та його мікрофотографія (б) (зразок № 8)

Таблиця 2

Параметри якості надрукованих штрих-кодів

№ зразка	Rmax, мкм	Rmin, мкм	Контраст, K_L	Ширина лінії, W, мкм	Оптична щільність лінії, D	Розмитість лінії, B, мкм
1	0,474	0,431	0,084	0,932	1,172	0,043
2	0,856	0,819	0,043	0,242	1,059	0,037
3	0,275	0,232	0,156	0,199	1,257	0,043
4	0,302	0,259	0,142	0,237	1,245	0,043
5	0,566	0,458	0,191	0,506	1,317	0,124
6	0,479	0,318	0,336	0,517	1,376	0,161
7	0,269	0,145	0,461	0,307	1,573	0,108
8	0,259	0,194	0,251	0,803	0,93	0,065

Висновки. Для розрахунку контрастності треба використовувати співвідношення параметрів Rmax та Rmin проміжку та штриха, які розміщені поряд і дають найменшу контрастність за нестабільних оптичних характеристик проміжків і зон стабілізації. Результати експериментальних досліджень показали, що найвищу оптичну щільність (1,573) і величину контрасту (0,461) мають штрих-коди на картоні зразка № 7. Найменша (1,059) оптична щільність і найменший контраст (0,043) характерні для зразка № 2.

Друкуючи штрих-кодову позначку, треба пам'ятати: що вища оптична щільність проміжку (зони стабілізації), то вищою має бути контрастність, тобто оптична щільність штриха.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСТУ 3147-95. Коди та кодування інформації. Штрихове кодування. Маркування об'єктів ідентифікації. Формат та розташування штрих-кодових позначок EAN на тарі та пакованні товарної продукції. Загальні вимоги. — Держстандарт України, К. — 1995. — 21 с.

2. ДСТУ 3146-95. Коди та кодування інформації. Штрихове кодування. Маркування об'єктів ідентифікації. Штрихові позначки EAN. Вимоги до побудови. — Держстандарт України, К. — 1990. — 20 с.
3. Гавенко С. Ф., Савченко О. М. Системи автоматичної ідентифікації видавничо-поліграфічної продукції та паковань: навчальний посібник / С. Ф. Гавенко, О. М. Савченко — Львів: УАД, 2010. — 208 с.
4. Гавенко С. Ф., Конюхов О. Д. Особливості екологічного маркування / С. Ф. Гавенко, О. Д. Конюхов // Наукові записки [Української академії друкарства]. — 2015. — № 1 (50). — С. 59–64.
5. EAN-13. — Режим доступу: <http://ean-13.dlawas.com/>.

DETERMINING QUALITY PARAMETERS OF PRINTED BARCODES

O. D. Konyukhov

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

The paper presents the results of experimental studies of quality parameters of EAN-13 barcodes and QR-codes printing (width, blurring, contrast and uniformity of line edges).

Keywords: *coding, barcode, printing quality, line width, contrast, line blurring.*

Стаття надійшла до редакції 14.04.2016.