

DOI 10.32820/2079-1747-2020-26-57-64

УДК 621.941.015:681.5

**СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ЦИФРОВОГО ДРУКУ**© **Гордєєв А.С.***Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця***Інформація про автора**

**Гордєєв Андрій Сергійович:** ORCID: 0000-0002-9601-6220; [gordeew@ukr.net](mailto:gordeew@ukr.net); доктор технічних наук; професор кафедри комп'ютерних систем і технологій; Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, пр-т Науки 9а, м. Харків, Україна

В процесі цифрового друку виникають проблеми технічного регулювання якості продукту, так як існує бар'єр у вигляді несумісних систем в відтворенні кольору на різному обладнанні. Без дотримання визначених умов освітлення, калібрування різноманітних типів пристроїв, профілювання, стандартизації кольору, і десятків інших факторів, що впливають на кінцевий колір продукту, часто неможливо досягти того колірною стандарту, який встановив замовник.

Необхідно дослідження технологій поліграфічних процесів і зокрема цифрового друку. Це необхідно для того, щоб визначити, чи можуть специфікації друку і засоби контролю якості (в тому числі управління кольором) застосовуватися в цифровому друку і, якщо можливо, в якому сегменті. Оскільки колір дуже важливий для друку, особливо в сфері упаковки та маркетингу.

Актуальним стає питання застосування існуючих стандартів в цифровому друку. Хоча цифровий друк вносить структурні зміни в виробничий процес, їй не вистачає стандартизації, в порівнянні, наприклад, з офсетним друком, де за допомогою ISO 12647-2 застосовуються узгоджені цільові значення і керівні принципи.

Мета роботи полягає в огляді сучасних тенденцій стандартизації цифрових методів друку та розробки рекомендацій щодо управління якістю друку пробних відбитків.

Для визначення значущості факторів, що впливають на якість цифрового друку використовувався метод рангової кореляції з розрахунком коефіцієнта конкордації.

В результаті проведеної роботи можна констатувати, що основна концепція ISO 12647-2 повністю підходить для офсетного друку. Однак для цифрового друку вона важко застосовна. Попит на стандарт цифрового друку, поряд з методами контролю процесу і забезпечення якості, очевидна.

**Ключові слова:** стандартизація, цифровий друк, система менеджменту якості, поліграфія, обладнання, денситометр.

**Гордєєв А.С.** „Стандартизация технологических процессов цифровой печати“.

При цифровой печати возникают проблемы технического регулирования качества продукта, так как существует барьер в виде несопоставимых систем воспроизведения цвета на различном оборудовании. Без соблюдения определенных условий освещения, калибровки различных типов устройств, профилирования, стандартизации цветов, печатного процесса и десятков других факторов, влияющих на конечный цвет продукта, зачастую не возможно достичь того цветового стандарта, который установил заказчик.

Необходимо исследование технологий, процессов и рабочих полиграфических процессов и в частности цифровой печати. Это необходимо для того, чтобы определить, могут

ли спецификации печати и средства контроля качества (в том числе управление цветом) применяться в цифровой печати и, если возможно, в каком сегменте. Поскольку цвет очень важен для печати, особенно в сфере упаковки и маркетинга, эволюция печати требует согласования цветов в разных технологиях, материалах, материалах и красителях.

Актуальным становится вопрос применения существующих стандартов в цифровой печати. Хотя цифровая печать вносит структурные изменения в производственный рабочий процесс и процессы, ей не хватает стандартизации печати, по сравнению, например, с офсетной печатью, где посредством ISO 12647-2 применяются согласованные целевые значения и руководящие принципы.

Цель работы состоит в обзоре современных тенденций стандартизации цифровых методов печати и разработки рекомендаций по управлению качеством печати пробных оттисков.

Для определения значимости факторов влияющих на качество цифровой печати использовался метод ранговой корреляции с расчетом коэффициента конкордации.

В результате проведенной работы можно констатировать, что основная концепция ISO 12647-2 полностью подходит для офсетной печати. Однако для цифровой печати она трудно применима. Спрос на стандарт цифровой печати, наряду с методами контроля процесса и обеспечения качества, очевиден.

**Ключевые слова:** стандартизация, цифровая печать, система менеджмента качества, полиграфия, оборудование, денситометр.

**Gordeev A.** "Standardization of digital printing technological processes".

In digital printing, there are problems of technical regulation of product quality, since there is a barrier in the form of incomparable color reproduction systems on different equipment. Without adhering to certain lighting conditions, calibrating various types of devices, profiling, color standardization, printing process and dozens of other factors that affect the final color of a product, it is often impossible to achieve the color standard that the customer has set.

Research is needed on technologies, processes and printing workflows and in particular digital printing. This is to determine if print specifications and quality controls (including color management) can be applied to digital printing and, if possible, in which segment. Since color is so important in printing, especially in packaging and marketing, the evolution of printing requires color matching across technologies, materials, materials and dyes.

The issue of applying existing standards in digital printing is becoming topical. While digital printing brings structural changes to the manufacturing workflow and processes, it lacks printing standardization, compared to, for example, offset printing, where agreed target values and guidelines are applied through ISO 12647-2.

The purpose of this work is to review current trends in the standardization of digital printing methods and develop recommendations for managing the quality of proof printing.

To determine the significance of factors affecting the quality of digital printing, the rank correlation method was used with the calculation of the concordance coefficient.

As a result of the work carried out, it can be stated that the basic concept of ISO 12647-2 is fully suitable for offset printing. However, it is difficult to apply for digital printing. The demand for a digital printing standard, along with process control and quality assurance methods, is clear.

**Keywords:** standardization, digital printing, quality management system, printing industry, equipment, densitometer.

### **Вступ**

Розуміння стандартизації завжди зводиться до приведення числових і фізичних показників виробництва до визначеному еталону або рамкам, при виході за які відбувається ухилення від заданого значення, а значить від стандарту якості.

Впровадження СМЯ - системи менеджменту якості - має свої підводні камені. Вони пов'язані як з небажанням підприємств «даремно» витрачати гроші і час на отримання папірця, який навряд чи кардинально змінить якість поліграфічної продукції що випускається, так і з реальною віддачею від отримання сертифікату.

Тут виникають проблеми технічного регулювання якості продукту, так як існує бар'єр у вигляді несумісних систем відтворення кольору на різному обладнанні. Без дотримання визначених умов освітлення, калібрування різних типів пристроїв, профілювання, стандартизації кольорів, друкованого процесу і десятків інших факторів, що впливають на кінцевий колір продукту, не можна досягти того колірної стандарту, який встановив замовник.

Актуальним стає питання застосування існуючих стандартів в цифровому друку. Хоча цифровий друк вносить структурні зміни в виробничий процес, їй не вистачає стандартизації, в порівнянні, наприклад, з офсетним друком, де за допомогою ISO 12647-2 застосовуються узгоджені цільові значення і керівні принципи. Цей недолік в основному залежить від двох взаємопов'язаних факторів. По-перше, в цифровому друку використовується безліч різних технологій, і кожна з них демонструє істотні відмінності в технології друку, матеріалах для друку, підготовці даних, управлінні процесом і вимогах до якості зображення. По-друге, в порівнянні з традиційною печаткою деякі технології цифрового друку все ще розвиваються. Зрештою, цифровий друк універсальний і варіативний в усіх відношеннях, і його не можна стандартизувати під одним стандартом.

### **Проблеми стандартизації цифрового друку**

Експерт в галузі друкованих ЗМІ Кріс Бейкер, який пропрацював віце-президентом в HP і Indigo протягом п'яти років, прогнозує, що збільшення частки цифровий друк буде продовжуватися і в майбутньому: «Цифровий друк буде всюди в майбутньому. Цифровий друк буде використовуватися не тільки для друку, але і для персоналізації упаковки» [1].

Видавнича індустрія постійно змінюється. На ринок виходять нові революційні технології цифрового друку, стандарти продовжують розвиватися або переглядатися; електронні ЗМІ дозволяють постачальникам послуг друку стати постачальниками послуг зв'язку. Це має на увазі більш складні процеси і пов'язані з ними взаємодії.

Для клієнтів цифрового друкарського обладнання треба знайти компроміс між ціною і якістю. Однак загальна якість цифрових машин - це дуже складна категорія, що включає технічні аспекти, такі як очікуваний термін служби, швидкість друку, допустимі носії, а також такі аспекти, як умови обслуговування. Щоб виявити джерела помилок, які призводять до того, що друкований продукт не відповідає необхідним стандартам якості, потрібні відповідні методи аналізу та спеціальні знання тих, хто експлуатує пристрої [2].

Одним з бар'єрів в стандартизації кольору є величезна кількість самих стандартів (Color Management System) [6]. Це пов'язано з різноманітністю видів друку (глибока, флексографія, висока, офсетна і т.д.). Однак ISO 12647 - 2 все-таки вдалося привести до стандартів ці види друку.

Цей стандарт став настільною книгою для багатьох поліграфічних підприємств. Справа в тому, що стандарт ISO 12647 не просто створив базу стандартів, він ввів поняття про вплив зовнішніх факторів на вимірювання відбитка. Тобто він враховує умови виміру, а саме: під яким джерелом нормованого світла відбувалися вимірювання (5000 K), геометрію приладу вимірювання (спектрофотометра), кут стандартного спостерігача (2°), використання поляризованого фільтра (Pol) і т.п. [5].

Мета роботи полягає в огляді сучасних тенденцій стандартизації цифрових методів друку та розробки рекомендацій щодо управління якістю друку пробних відбитків.

### **Офсетний стандарт процесу (PSO) і цифровий друк**

Оскільки існує безліч різних технологій, процесів і робочих процесів друку, проводиться дослідження, щоб визначити, чи можна застосувати процес управління кольором до цифрового друку і, якщо можливо, до яких додатків цифрового друку. Фізика літографічного процесу не змінюється від однієї моделі або машини до іншої. Але всі виробники цифрових друкованих машин мають унікальні запатентовані процеси.

У цифровому процесі вирішальним фактором якості кольору є гамма - діапазон кольорів, який може відтворити друкарська машина. Чим ширше гамма, тим більше кольорів можна надрукувати. Але гамма однакового розміру не завжди рівні. Один пристрій може бути слабким в червоних тонах, інший - в синьому. Іноді гамма однакового розміру може давати дуже різні результати.

Зазвичай цифрові друкарські машини мають більш широку колірну гамму, ніж офсетний друк (рис.1) [3]. Оскільки діапазон зсуву як і раніше є стандартом в умах багатьох людей, це часто незрозуміло, і це ще більше збиває з пантелику. На відміну від офсетного, кожна модель цифрової друкарської машини має різну кольорову гамму. Все відрізняється від офсетних. І це ще складніше, якщо врахувати відтворення плашечних кольорів, а не тільки звичайні кольори СМУК. Існує також думка, що через величезну діапазону додатків, що є одним з ключових переваг цифрового друку, також ускладнюється стандартизація.

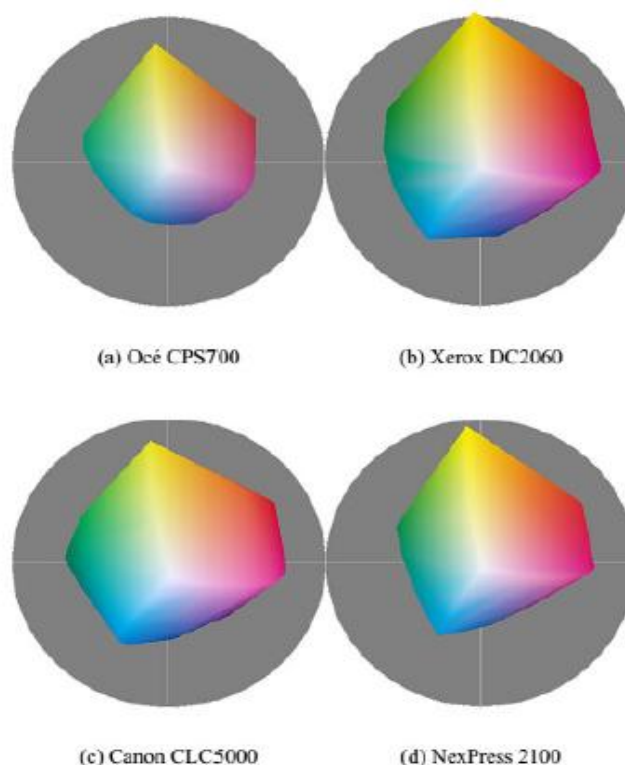


Рис. 1 – Різні цифрові друкарські машини, різні кольорові гами

Офсетний стандарт процесу (PSO) був розроблений Fogra у співпраці з Федерацією поліграфічної та медіаіндустрії Німеччини. Це опис промислово орієнтованої і стандартизованої процедури створення поліграфічної продукції. PSO відповідає міжнародній серії стандартизації ISO 12647 та, отже, визнаний у всьому світі [3].

Використовуючи PSO, можна гарантувати якість виготовлення всього друкованого продукту, від створення макету до готового виробу. PSO описує відповідні кошти тестування і методи контролю, за допомогою яких можна контролювати, направляти і підтверджувати виробничий процес. Сюди входять вимірювальні пристрої зі спектральними і денситометричними настройками, а також відповідні тестові елементи (наприклад, тест-смужки). Крім того, PSO встановлює номінальні значення і допуски для друкованої продукції, яка відповідно до сучасних виробничих матеріалами представляє те, що є розумним і здійсненним.

Мета полягає в тому, щоб забезпечити максимальну ефективність виробничого процесу і в той же час гарантувати, що проміжні та кінцеві результати показують передбачувану якість кольору. У поліграфічній галузі дані друкуються дуже рідко там, де вони були створені. Замовники часто доручають роботу різних фахівців в області друку і ЗМІ.

Ця тенденція збережеться, і буде поширюватися і далі. PSO і ISO 12647 знаходяться в постійному розвитку. Таким чином, якість стає вимірним і відтвореним. ISO 12647-2 є частиною ISO 12647, який складається з наступних частин:

- ISO 12647-1 - Частина 1 Параметри та методи вимірювання
- ISO 12647-2 - Частина 2 Стандартизований офсетний друк
- ISO 12647-3 - Частина 3 Стандартизована друкарська машина
- ISO 12647-4 - Частина 4 Стандартизований глибокий друк
- ISO 12647-5 - Частина 5 Стандартизований трафаретний друк
- ISO 12647-6 - Частина 6 Стандартизована флексопечать
- ISO 12647-7 - Частина 7 Стандартизований цифровий друк

На жаль, частина 7 стосується не цифровий поліграфічної продукції, а тільки пробних відбитків, які друкуються на цифрових принтерах.

Поява такого стандарту, як ISO 12647, конечно, багато в чому сприяло розвитку процесу стандартизації поліграфічних процесів, але також не можна забувати, що сприйняття кольору дуже суб'єктивний параметр. Тому на поліграфічних підприємствах часто при ходиться відходити від стандартів на догоду вимогам замовника, так як він єдиний критерій якості під час оцінки кольору продукції на виході [4]. І відхід від стандартів не завжди є по показником не якісної роботи підприємства.

### **Формулювання вимог для включення їх до стандарту цифрового друку**

Детально вивчивши зміст стандарту ISO 12647-2, нами було визначено, що в стандарті немає не тільки вимог, але навіть рекомендацій із щільності друку. зате є вимоги по колористиці тріадних фарб (тобто їхніх координатах у системі CIE Lab). Але друкар вимірює щільність плашок на шкалах за допомогою денситометра, і йому відразу ясно, як регулювати подачу фарби в даному секторі. Але навіть якщо в друкарні є спектрофотометр і друкар бачить координати кольорів в CIE Lab, те йому не зрозуміло як реагувати. До того ж через те, що реальні фарби й матеріали відрізняються від «стандартних», шуканий результат може бути не досягнутий ніколи.

В роботі для рішення проблеми адаптації стандарту до цифрового друку, експертам було запропоновано переглянути фактори, що впливають на якість відбитка. У таблиці 1 показана преамбула розрахунку.

Всі експерти розташували фактори в строгій послідовності, не прибігаючи до прийому стирання границі між рівнозначними факторами. Для визначення ступеня погодженості думок експертів використовується обчислення коефіцієнта конкордації. отриманий коефіцієнт конкордації  $W=0,544$  для 1%- рівня вірогідності вказує на те, що існує не випадкова погодженість у думках чотирьох дослідників. Одержання цього результату дозволяє побудувати середню апіорну діаграму рангів (рис.2).

Таблиця 1

Експертна інформація у вигляді чотирьох нескладних ранжировок

Вихідні дані	
X1	Оптична щільність плашок
X2	Колориметричні координати
X3	Баланс «по сірому»
X4	Лініатура растра
X5	Тоновий приріст (розтискування)

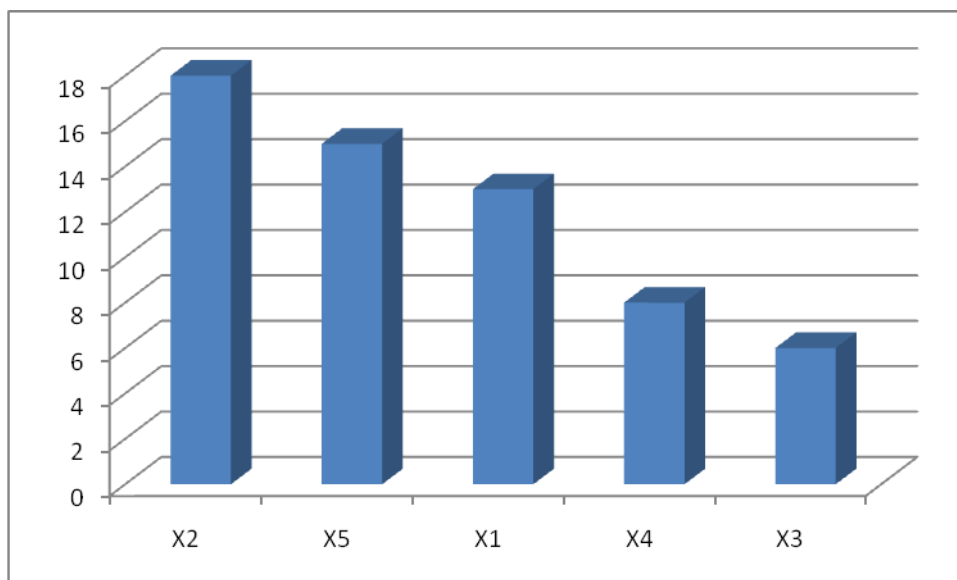


Рис. 2 – Середня апіорна діаграма рангів

Запропонований підхід, коли спочатку технолог за допомогою спектрофотометрамагається правильних кольорів і фіксує відповідні значення оптичної щільності на відбиття елементів контрольної шкали із суцільним барвистим шаром. Потім друкар стежить за їхньою сталістю за допомогою денситометра. У роботі визначені допуски на варіацію значень денситометричних густин на відбиття кольорових плашок (табл.2).

Таблиця 2

Допуски значень денситометричних густин на відбиття для плашечних кольорів

Тип паперу	Кольори			
	Блакитний	Пурпурний	Жовтий	Чорний
Глянцевий без деревної маси (від 70 г/м <sup>2</sup> і вище)	0,11	0,11	0,1	0,1
Матовий без деревної маси	0,09	0,09	0,09	0,09
Глянцевий, рулонний	0,14	0,14	0,18	0,14
Некрейдований (офсетний)	0,1	0,1	0,11	0,1
Некрейдований (газетний, суперкаландрований)	0,15	0,19	0,26	0,17
Виміри здійснюються: чорна підкладка, джерело висвітлення D50,2 <sup>00</sup> огляди 0/45 або 45/0.				

Також було визначено, що якщо друкувати в припустимих стандартом межах відхилення щільності фарби й розтискування, то на границях межі різниця в кольорі досить відчутна. Тому в даній роботі були змінені допуски цих значень (табл.3).

Таблиця 3

Допуск на тонове збільшення й максимальний спред півтону для кольорпроби

Тонова градація контрольного поля	Допуск на відхилення (кольоропроба)	Допуск на відхилення (Ок-аркуш)	Допуск на відхилення (тиражна продукція)
40 або 50%	1,5	2	2
75 або 80%	1	1,	1,5
Максимальний спред півтону	2	2,5	2,5

### Висновки

Підводячи підсумок, можна сказати, що основна концепція ISO 12647-2 повністю підходить для офсетного друку. Навпаки, цифровий друк з урахуванням конкретних технологій важко собі уявити. Замість цього здається більш придатною концепція, незалежна від процесу, яка звертається до окремих програм зі спеціальними показниками якості друку. Попит на стандарт цифрового друку, поряд з методами контролю процесу і забезпечення якості, очевидна.

Розроблені рекомендації з допусків значень денситометричних густин на відбитки для плашечних кольорів, які дозволяють більш об'єктивно керувати якістю пробних і тиражних відбитків. Практична значимість результатів роботи полягає у тому, що розроблені рекомендації можливо застосовувати в цифровому друку для виготовлення кольоропроб и друкуванню тиражу.

### Список використаних джерел

1. History of Digital Print [Electronic resource]. – URL : <https://www.printed.com/history-of-digital-print> (last request: 2020-12-06).
2. Höchstes gerätetechnisches Niveau [Electronic resource]. – URL : <https://fogra.org/pruefen/laboraustattung> (last request: 2020-12-06).
3. Trochoutsos Ch. Developments in digital print standardization [Electronic resource] / Ch. Trochoutsos, A. Politis. – URL : <https://doi.org/10.24867/GRID-2018-p58> (last request: 2020-12-01).
4. Саблина Н. В. Проблемы внедрения стандартизации и технического регулирования в полиграфии Н. В. Саблина // Журнал правовых и экономических исследований. – 2013. – № 4. – С. 268–271.
5. Hardeberg J. Y. Comparing color image quality of four digital presses [Electronic resource] / J. Y. Hardeberg, S. E. Skarsbø. – URL : [http://www.ansatt.hig.no/jonh/archive/ipgac02\\_iq.pdf](http://www.ansatt.hig.no/jonh/archive/ipgac02_iq.pdf) (last request: 2020-12-02).
6. Шадрин А. Color Management System (CMS) в логике цветowych координатных систем [Electronic resource] / А. Шадрин, А. Френкель. – URL : <http://www.darkroomphoto.ru/stati/tsvet-i-kolorimetriya/color-management-system-cms-v-logike-tsvetovyih-koordinatnyih-sistem.-chast-i.html> (last request: 2020-11-20)

### References

1. History of Digital Print n.d., viewed 06 February 2020, <<https://www.printed.com/history-of-digital-print>>.
2. Höchstes gerätetechnisches Niveau n.d., viewed 06 February 2020, <<https://fogra.org/pruefen/laboraustattung>>.
3. Christos Trochoutsos, Anastasios Politis. Developments in digital print standardization n.d., viewed 01 February 2020, <<https://doi.org/10.24867/GRID-2018-p58>>.
4. Sablina, NV 2013, ‘Problemy vnedreniya standartizatsii i tehnikeskogo regulirovaniya v poligrafii’, *Zhurnal pravovyh i jekonomicheskikh issledovanij*, no. 4, pp. 268-271.
5. Hardeberg, JY & Skarsbø, SE n.d., *Comparing color image quality of four digital presses*, viewed 02 February 2020, <[http://www.ansatt.hig.no/jonh/archive/ipgac02\\_iq.pdf](http://www.ansatt.hig.no/jonh/archive/ipgac02_iq.pdf)>.
6. Shadrin, A & Frenkel, A n.d., *Color Management System (CMS) v logike cvetovyh koordinatnyh system*, viewed 11 November 2020, <<http://www.darkroomphoto.ru/stati/tsvet-i-kolorimetriya/color-management-system-cms-v-logike-tsvetovyih-koordinatnyih-sistem.-chast-i.html>>.

Стаття надійшла до редакції 07 грудня 2020 р.