

УДК 004.94

## АНАЛІЗ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПОЛІГРАФІЇ

Т. С. Голубник, В. В. Хашівський

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

*Розкрито суть сучасних цифрових технологій та їх переваги. Проаналізовано перелік аналогових процесів та застосування цифрових для схематичного представлення усіх технологій. Враховуючи, що симбіоз усіх процесів використовується на великих підприємствах, побудовано і представлено зміни видавничо-поліграфічного виробництва у всіх технологіях workflow, а саме: прецифрова, настільне виробництво, Стр та цифрові технології. Виокремлено друк змінних даних та технології його використання. Побудовано схему бази даних із друкуванням змінних даних. Окремо описано системи цифрових технологій. Струменевий друк та його технології наведено схематично. Описаний принцип побудови електрофотографічного цифрового друку. Перераховано вторинні технології, які пов'язані з механізмом цифрового друку.*

**Ключові слова:** цифрові технології, струменеві, електрографічні, процеси.

**Постановка проблеми.** Традиційно в поліграфії домінували аналогові процеси, зокрема високий і офсетний друк. Ці методи сприяли поширенню інформації через газети, журнали та книги. Однак поява цифрових технологій, зокрема Інтернету, ознаменувала зміну парадигми в комунікації та поширенні інформації. Часи складних налаштувань і тривалого часу виконання минули — цифровий друк здійснив революцію в поліграфічній галузі. Цифровий друк дає змогу скорочувати тиражі, друкувати змінні дані та пришвидшувати час виконання. Ця гнучкість зробила підприємствам більш рентабельне виробництво персоналізованих друкованих матеріалів і матеріалів на вимогу, задовольняючи ринкові ніші та індивідуальні вподобання споживачів.

Аналогова технологія буде вигідною при великих накладках, однак сьогодні не завжди є потреба у великій кількості примірників. Зміни у поліграфії на сучасному етапі не чітко представлені, тому варто представити їх схематично.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Кожен спосіб друкування має як переваги, так і недоліки, як стверджують фахівці з цифрових технологій [1, 2]. Світлодіодна технологія зазвичай використовується в широкоформатних принтерах. Електрофотографічна технологія використовується в настільних і офісних принтерах [3, 4].

Дедалі частіше зростає прагнення персоналізувати продукцію, зменшують довжину окремих замовлень на різних ринках, ефективність струменевого друку дедалі посилюється [5].

**Мета статті** — проаналізувати переваги цифрових технологій та представити схематично зміни у технологіях від додрукарських процесів до друкування. Виділити цифровий друк з можливістю включати змінні дані та описати системи цифрового друку.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Сьогодні майже будь-яка поліграфія пов'язана з високим рівнем цифрової функціональності. Введення тексту і графіки на пристрій, який може відтворювати їх на великій швидкості (друкарський верстат), передбачає дедалі менше ручних операцій.

Зі «звичайних» типів друку — офсет, глибокий друк, флексографія — тільки процес фізичного друку відрізняється від сучасного цифрового друку. Його технології засновані загалом на струменевих принтерах та плотерах, також електрофотографічний друк (ЕР — electrophotographic printing).

Більшість процесів цифрового друку відтворюють зображення «без тиску» за своєю природою. Наприклад, ЕР-друк не використовує традиційну вологу друкарську фарбу, але використовує тонер, спрямований на область зображення через електростатичні заряди. Струменеві пристрої наносять чорнила безпосередньо на папір із сопла чи подібного пристрою. Отже, струменевий і електростатичний або ЕР цифровий друк немає видавлювання чорнила на форму, а безпосередньо на папір чи поверхню друкування.

Переваги цифрового друку:

- Окрім різних методів візуалізації, цифрові друкарські машини також можуть легше приймати роботу безпосередньо з комп'ютерної системи та виготовляти друкарські форми або зображення на циліндрі так, як в технології «Computer to press». Вони можуть виконувати замовлення за коротші терміни, ніж звичайні способи друкування, а також можуть економічно працювати.
- Цифровий друк досяг свого піку на початку ХХІ століття. Цифрові друкарські обладнання зараз створюють зображення, які конкурують з офсетом. Сучасні малі підприємства більше спеціалізуються на цифрових технологіях, які забезпечують швидке та якісне виконання замовлення і його невеликий обсяг.
- Водночас у робочих потоках (workflow) теж відбулися зміни, які змінили та витіснили аналогову технологію через тривалість процесів, відповідно змінилася ціна та якість готового видання. Друкування змінних даних та збірних тиражів, які зручно подавати на великі підприємства дистанційно і отримати за короткий термін.

Для наочності проведено аналіз усіх технологій і складено схематично від настільного видавництва, де кожен крок був механічним, до робочих процесів, які були об'єднані цифровим способом. Будь-який спосіб друкування, навіть сучасні струменеві та ЕР-пристрої, використовує фізичний процес нанесення чорнила або тонера на форму. Різниця полягає в тому, де зупиняється цифровий процес і відбувається механічний процес. До появи настільного видавництва кожен крок був механічним (показано синім кольором (рис. 1)).



Рис. 1. Зміни видавничо-поліграфічного виробництва

Зрозуміло, що із настанням ери цифрових технологій перші етапи робочого процесу були об'єднані цифровим способом. Тоді з кожним наступним просуванням цифровий процес (червоним) наблизився до фактичного моменту друку зображення.

**Друк змінних даних (printing variable data (VDP)).** Один унікальний аспект цифрового друку полягає у можливості включати змінні дані — друк або VDP у завдання. Оскільки кожен аркуш або сторінка зображені в момент його друку, він може буквально відрізнитися від будь-якої іншої сторінки в тиражі. VDP робочі процеси залежать від системи.

Друк змінних даних заснований на принципі, що струменевий або EP-друк відображає кожну сторінку індивідуально з цифрових даних. Найпоширенішим прийомом є вдрукування змінних даних, таких як ім'я та інформація про адресу, на попередньо надрукованому кольоровому шаблоні. Інший, який потребує більшої обчислювальної потужності, це створення унікальної сторінки для кожного показу на основі унікальних даних для тексту та зображень (рис. 2).

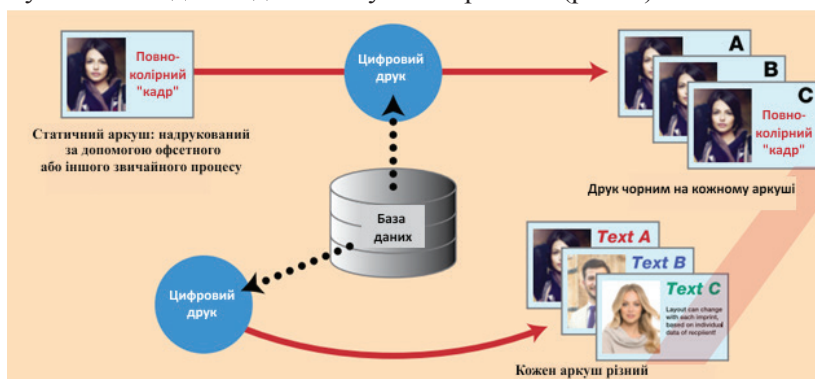


Рис. 2. Друк змінних даних VDP

Здатність обробляти великі обсяги даних і швидко реагувати на кожну зміну без надмірного уповільнення друкування. Також мають бути надійні та безпечні дані, обробка процесів на місці, тому один клієнт не отримує друковане видання, явно призначене для когось іншого.

Переваги VDP для маркетологів і видавці очевидні — і це можливо лише за допомогою цифрової технології. Кожен примірник книги має унікальний серійний номер, створений на основі даних, надрукований всередині передньої обкладинки. У минулому відносно небагато цифрових принтерів використовували потенціал VDP повністю, хоча технологія доступна роками.

Раніше обладнання для цифрового друку постачальники рекламували як VDP, оскільки варіативність виправдана високою вартістю цифрових кольорових сторінок. Статичні сторінки цифрового друку просто не могли конкурувати з офсетною літографією, за винятком надзвичайно коротких пробігів. Сьогодні VDP — це лише один аспект цифрового друку, який безперервно витісняє звичайні процеси в більшості програм друку.

**Системи цифрового друку.** Існують різні механізми цифрового друку. Цифрові системи складаються із струменевих, електронних, електрофотографічних (EP), магнітних, іонних частинок, світлодіодних (LED), рідинний кристалічний затвор (LCS), електронний промінь зображення (EBI), тепловий та електростатичний друк. Це всі процеси, які використані здебільшого для малих тиражів і змінного друкування або персоналізованої інформації, у якій дані представляють зображення в цифровій формі до моменту відображення фактичного зображення.

Струменевий друк спочатку використовувався здебільшого для простого монохромного друку, наприклад адресація змінних, штрих-кодування, комп'ютерні листи, форми тоталізаторів і персоналізована пряма поштова реклама. Однак сьогодні в струменевих пристроях збільшується швидкість, вони характеризуються універсальністю та економічністю, а також ведуть боротьбу за збільшення частки ринку кольорового друку.

Струменевий друк використовує або процес безперервної краплі (коли електричний заряд відхиляє краплі, які не друкують зображення), або падіння на вимогу (де електричний заряд ініціює правильні краплі) (рис. 3).

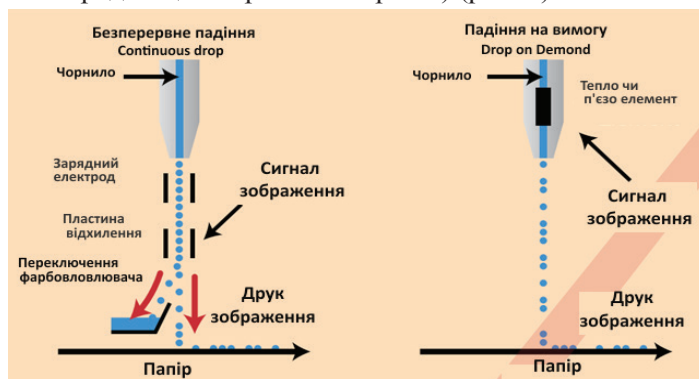


Рис. 3. Струменеві технології

Під час струменевого друку бризкають мікроскопічні краплі чорнила на підкладку з друкуючої головки, що містить одну або кілька насадок. Струменевий друку — безперервний крапельний процес, де струмінь чорнила продавлюється через сопло під постійним тиском. Крапельки чорнила відхиляються в область зображення через електростатичні заряди. Непотрібні крапельки не заряджені та відхиляються в жолоб для переробки.

Є один недолік струменевого друку — чорнило водорозчинне та може легко розмазатися під час впливу вологи (нанесення захисного покриття може запобігти розмазуванню). Іншою основною технологією струменевого друку є процес «краплення за вимогою», де краплі чорнила пробиваються через насадку лише за потреби. Є три види цього процесу. Один — п'єзоелектричний, де коливається кристал, створює електричний заряд, який викликає чорнильну краплю, яку потрібно видати; інший — бульбашкові струменеві/терморідкі чорнила, де електричний заряд прикладається до невеликого опору, у результаті невелика кількість чорнила закипає і утворюється міхур, який розширюється і витісняє краплю чорнила з насадки; третє — суцільне чорнило на основі воску, яке швидко тане і твердне при контакті з основою. Під час друку цією технологією важлива якість обраного чорнила для запобігання утворення сателітів (накраплювання на зображенні частинок чорнила).

Електростатичний і електрофотографічний (ЕР) друк схожі, вони стосуються принципів ксерографії, де використовуються частинки тонера, що формують образ. В електростатичному друці, на відміну від ЕР-друку, немає барабана. Частинки тонера притягуються безпосередньо на папір через контрольовану провідність. Оптична система не використовується. Копіювальний апарат, де скло одразу оголюється і на нього безпосередньо осідає електростатичний заряд паперу. Тонер прилипає до паперу через гаряче повітря. Електростатичний процес зазвичай трапляється в офісних принтерах.

Принцип роботи електрофотографічного цифрового друку схожий на офісний копіювальний апарат. Заряджені частинки тонера прилипають до вибірково заряджених частин барабана, а потім переносяться на паперову підкладку (рис. 4).

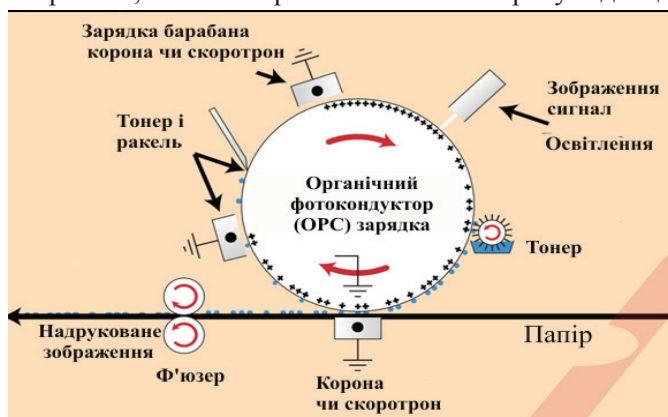


Рис. 4. Принцип електрофотографічного цифрового друку

Електрофотографічний (ЕР) друк використовує друкуючий барабан і фоторецептор, що заряджається коронним розрядом, а потім зображення рухомого лазерного променя, модульованого цифровими сигналами від цифрового формату на основі PostScript або PDF-систем візуалізації. У цьому процесі лазерний промінь фокусується на дзеркалі, що обертається, відхилений промінь через фокусуючу лінзу, що формує приховане зображення на фоторецепторі. Пристрої ЕР працюють швидше, для цього використовуються електростатичні принтери як монохроматичні, так і повнокольорові, які виконуються на виробництві.

Інші процеси цифрового друку. Є безліч вторинних технологій, які пов'язані з механізмом друку процесів цифрового друку. До них належать електронно-променеве зображення (ЕВІ), іонне осадження, світловипромінюючий діод (LED), рідинний кристалічний затвор (LCS), магнітографія і термодрук. Зазвичай вони є «безнапірні», за своєю природою є компонентами друкуючих голівок, мають мало рухомих частин і випромінюють світло високої інтенсивності та електричні сигнали для перетворення даних у друковані сторінки. На відміну від струменевих і електродрукованих технологій, ці процеси здебільшого використовують офісні принтери, і вони не є широко використовувані у високопродуктивному середовищі.

**Висновки.** Проаналізовано переваги цифрових технологій та представлено схематично зміни у технологіях від додрукарських процесів до друкування. Виокремлено цифровий друк з можливістю включати змінні дані та описано системи цифрового друку.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Цифровий друк, за і проти. URL: <https://rvs.com.ua/ua/articles/205-tsifrovaya-pechat-za-i-protiv>.
2. Цифровий друк у поліграфії. URL: <https://vesnaph.com/ua/blog/czifrovij-druk-u-poligrafii>.
3. Цифрова поліграфія «РВС-Принт» — оперативний цифровий друк зв низькими цінами. URL: <https://rvs.com.ua/ua/services/digital-printing>.
4. Бортник Г. Г. Засоби оргтехніки. URL: [https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/firen/9bortnyk\\_zasoby\\_orgtehniky/25.html](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/firen/9bortnyk_zasoby_orgtehniky/25.html).
5. Перспектива цифрових та струменевих технологій. URL: <https://printus.com.ua/article/read/5789>.

#### REFERENCES

1. Tsyfrovyi druk, za i proty. Retrieved from <https://rvs.com.ua/ua/articles/205-tsifrovaya-pechat-za-i-protiv> (in Ukrainian).
2. Tsyfrovyi druk u polihrafii. Retrieved from <https://vesnaph.com/ua/blog/czifrovij-druk-u-poligrafii> (in Ukrainian).
3. Tsyfrova polihrafiia «RVS-Prynt» — operatyvnyi tsyfrovyi druk zv nyzkymy tsinamy. Retrieved from <https://rvs.com.ua/ua/services/digital-printing> (in Ukrainian).
4. Bortnyk, H. H. Zasoby orhtekhniky. Retrieved from [https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/firen/9bortnyk\\_zasoby\\_orgtehniky/25.html](https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/firen/9bortnyk_zasoby_orgtehniky/25.html) (in Ukrainian).

5. Perspektyva tsyfrovyykh ta strumenevykh tekhnolohii. Retrieved from <https://printus.com.ua/article/read/5789> (in Ukrainian).

doi: 10.32403/2411-3611-2024-1-45-51-57

## ANALYSIS OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN PRINTING

T. S. Holubnyk, V. V. Khashchivskyi

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

*The essence of modern digital technologies and their advantages is revealed. Most digital printing processes reproduce images “without pressure” by nature. The development of digital printing technologies has radically changed the situation in the industry. Digital printing enables shorter print runs, variable data printing and faster turnaround times. The list of analog processes and the use of digital ones is analyzed for a schematic presentation of all technologies. In the work for clarity, all technologies are analyzed and compiled schematically from desktop publishing, where every step was mechanical, to workflows that were brought together digitally. Taking into account that the symbiosis of all processes is used at large enterprises, the changes in publishing and printing production according to all workflow technologies are constructed and presented, namely: pre-digital, desktop manufacturing, Ctp and digital technologies. The printing of variable data and the technology of its use are highlighted. A database scheme with variable data manipulation is built. Digital technology systems are described separately. Digital systems consist of inkjet, electronic, electrophotographic (EP), magnetic, ion particle, light emitting diode (LED), liquid crystal shutter (LCS), electron beam imaging (EBI), thermal and electrostatic printing. Inkjet printing and its technologies are presented schematically. The principle of construction of electrophotographic digital printing is described. The advantage of digital technologies is analyzed and the changes in technologies from prepress to printing are schematically presented. Digital printing with the possibility of including variable data is singled out and digital printing systems are described. Secondary technologies that are related to the printing mechanism of digital printing processes are listed.*

**Keywords:** digital technologies, inkjet, electrographic, processes.

*Стаття надійшла до редакції 07.05.2024.*

*Received 07.05.2024.*