

ФАКТОРИ ЯКОСТІ ОПРАЦЮВАННЯ ТА ПІДГОТОВКИ ЗОБРАЖЕНЬ ДО ДРУКУ У ВИДАВНИЧО-ПОЛІГРАФІЧНОМУ ПРОЦЕСІ

О. Г. Хамула¹, Н. В. Сорока²

1. Національний університет «Львівська політехніка», вул. Степана Бандери, 12, Львів, 79013, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-0926-9156>, orest.h.khamula@lpnu.ua

2. Національний університет «Львівська політехніка», вул. Степана Бандери, 12, Львів, 79013, Україна, <https://orcid.org/0009-0002-0944-2967>, nazar.v.soroka@lpnu.ua

У статті розглянуто опрацювання та підготовку зображень до друку як складний етап видавничо-поліграфічного процесу, від якого залежить стабільність кольорового відтворення, деталізація, тонова передача і загальна візуальна якість друкованої продукції. Обґрунтовано, що якість друкованого зображення формується не лише параметрами друкарського обладнання, а й сукупністю взаємопов'язаних цифрових, колориметричних, технологічних і матеріалознавчих факторів. Сформовано множину основних факторів впливу на якість додрукарського опрацювання зображень, до якої віднесено початкову якість цифрового оригіналу, роздільну здатність, кольорну модель, ІСС-профілювання, тонову та кольорну корекцію, різкість і рівень шуму, формат файлу, тип друкарського процесу, властивості задрукованого матеріалу та контроль якості відбитка. Запропоновано семантичну мережу функціональних зв'язків між зазначеними факторами. Використано елементи логіки предикатів для формалізованого опису взаємозалежностей між параметрами підготовки зображення до поліграфічного відтворення. Розроблено розрахункову схему ранжування факторів, що створює передумови для подальшого моделювання їх пріоритетного впливу на якість друкованої продукції.

Ключові слова: зображення, додрукарська підготовка, опрацювання зображень, поліграфічне відтворення, кольірне керування, ІСС-профіль, роздільна здатність, якість друку.

Постановка проблеми. Сьогодні поліграфічна індустрія ставить все вищі вимоги до якості зображень, точності передачі кольору та відповідності кінцевого продукту побажанням клієнта. У книгах, журналах, рекламних матеріалах та упаківці зображення відіграють не лише естетичну, але й ключову роль у передачі інформації, спілкуванні та просуванні. Неточності, допущені на етапі додрукарської підготовки, часто неможливо виправити під час самого друку. Це призводить до втрати деталей, неправильного відтворення кольорів, надмірного стиснення файлів, невідповідності роздільної здатності зображення частоті растру або ігнорування характеристик паперу.

У поліграфічній практиці, коли готують зображення до друку, надзвичайно

важливо впорядкувати чинники, що впливають на якість кінцевого відбитка. Технологічний успіх залежить не стільки від окремих елементів, скільки від злагодженої взаємодії ряду факторів: якості цифрового файлу, використаної колірної схеми, профілю друку, методу растровання, типу друкарської техніки, оптичних властивостей паперу чи іншого носія, а також способів контролю отриманого зображення. З огляду на це, виправданим є створення формалізованої моделі цих елементів як набору взаємозалежних складових. Це дозволить чітко визначити їхній вплив на досягнення високої якості друкованого зображення.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання, пов'язані з підготовкою візуального контенту для потреб друку, висвітлюються у наукових розвідках, що охоплюють теоретичні аспекти поліграфії, принципи колористики, цифрові методи обробки зображень, технології переддрукарської підготовки, процеси контролю якості відбитків та стандартизацію процесів у графічній сфері. Особлива увага приділяється аспектам управління кольором, застосуванню ICC-профілів, трансформації зображень з колірного простору RGB у CMYK, методиці оцінки відхилень у кольорах, стандартизації умов спостереження кольорів та досягненню відповідності між пробними та серійними відбитками [1–5].

Серія стандартів ISO 12647 встановлює критерії та методологію контролю виробничих процесів для підготовки растрових зображень, тестових відбитків та видавничих накладів, з особливим акцентом на офсетний друк [1]. Специфікація ICC.1 детально описує побудову профілів та структуру даних, необхідних для ефективного управління кольором у цифрових графічних середовищах [2]. Відповідно до стандарту ISO 3664, визначаються стандартизовані умови, в яких має відбуватися оцінка візуальних зображень, незалежно від того, чи представлені вони на папері, прозорій основі чи комп'ютерному моніторі [3]. Стандарт ISO/TS 15311 фокусується на показниках та критеріях оцінки якості друкованої продукції, особливо в контексті застосування цифрових технологій друку [4]. Питання, пов'язані з обробкою цифрових зображень, зокрема растрованням, кодуванням, стисненням та методами оцінки візуальної якості, детально висвітлені у спеціалізованих публікаціях, присвячених обробці зображень та технологіям видавничих процесів [6–10].

Незважаючи на численні наукові розробки, проблема комплексного, формалізованого опису взаємозв'язків між елементами додрукарської підготовки зображень залишається недостатньо вивченою. У промисловому секторі ці аспекти нерідко аналізуються ізольовано, хоча фактична якість кінцевого друкованого зображення залежить від синергії їх дій. Тому виникає нагальна потреба у створенні семантичної мережі, яка б відображала ці фактори, та подальшій оцінці їх пріоритетного впливу.

Мета статті. Задля цього метою даного дослідження ставиться завдання класифікувати, впорядкувати та чітко визначити ключові чинники, які зумовлюють якісний процес обробки й підготовки зображень для друку. Крім того, планується встановити взаємозв'язки між цими чинниками, застосовуючи концепцію семантичної мережі та інструментарій логіки предикатів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Підготовка зображення для друку – це комплекс технологічних кроків, мета яких – адаптувати цифровий графічний матеріал для стабільного відтворення в поліграфії. Цей процес враховує специфіку друкарського методу, тип паперу, систему кольорів та очікувану якість кінцевої продукції. Серед ключових етапів: аналіз вихідного файлу, оцінка його розширення, обрізка (кадрування), корекція дефектів (ретушування), налаштування яскравості та контрасту (тонова корекція), виправлення кольоропередачі (колірна корекція), зміна колірного простору, застосування відповідного ICC-профілю, збільшення чіткості, зменшення шумів, вибір оптимального формату файлу, підготовка до растровання, створення цифрової (екранної) або фізичної (контрастної) проби, а також порівняння отриманого зображення з технічним завданням.

З точки зору поліграфічного відтворення, якість зображення варто оцінювати як комбіновану величину. Вона включає точність кольору, повний діапазон тонів, чіткість дрібних елементів, відсутність небажаних спотворень, відповідність зображення меті видання, а також стабільність його прояву протягом усього тиражу. Ця інтегральна характеристика виникає на стику діджитал-підготовки та безпосередньо друкарського процесу. Відтак, модель, що описує її формування, повинна брати до уваги як властивості вихідного цифрового файлу, так і особливості використаних матеріалів.

Нехай $F = \{f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7, f_8, f_9, f_{10}\}$ – множина факторів опрацювання та підготовки зображень до друку, де f_1 – початкова якість цифрового зображення; f_2 – роздільна здатність зображення; f_3 – колірна модель і колірний простір; f_4 – ICC-профілювання та керування кольором; f_5 – тонова і колірна корекція; f_6 – різкість, деталізація та рівень шуму; f_7 – формат файлу і ступінь стиснення; f_8 – тип друкарського процесу; f_9 – властивості задруковуваного матеріалу; f_{10} – контроль якості друкованого відбитка.

Якість цифрового зображення на виході залежить від його початкового стану. Якщо зображення позбавлене потрібної деталізації, містить забагато шуму, має обмежений динамічний діапазон або видимі спотворення від сильного стиснення, то відновити його під час підготовки до друку буде вкрай складно, а іноді й неможливо. Відтак, ретельний аналіз усього вхідного графічного контенту є обов'язковою передумовою для досягнення високої якості друкованої продукції.

Роздільна здатність зображення має узгоджуватися з призначенням його подання, методом друку та щільністю сітки. Якщо роздільна здатність буде занадто низькою, зображення втратить чіткість і стане зернистим. Натомість, надмірна роздільна здатність значно збільшить розмір файлу, але не покращить якість друку. Під час додрукарської підготовки оптимальні параметри обираються не загалом, а з урахуванням масштабу зображення, виду продукції, специфіки растровання та відстані, з якої дивитимуться на зображення.

Спосіб математичного представлення кольорів в цифровому документі встановлюється за допомогою колірної моделі та колірного простору. Переважна більшість зображень формується або потрапляє до простору RGB. Натомість, усталена чотирифарбова система поліграфічного друку оперує моделлю CMYK. Щоб коректно конвертувати кольори між цими системами, потрібне відповідне профілю-

вання. Це зумовлено тим, що діапазони кольорів, які можуть відображати монітор, цифрова камера та процес друку, суттєво відрізняються.

Забезпечення відповідності кольорових вимірювань між різними пристроями, такими як сканери, монітори, принтери для тестових відбитків та пристрої для нанесення фарби, стає можливим завдяки ICC-профілюванню. Якщо застосовується неправильний профіль, це може призвести до таких небажаних наслідків, як викривлення балансу кольорів, зниження яскравості, помилкове відтворення сірих відтінків або надмірне насичення кольором. Саме тому, при підборі профілю конче необхідно брати до уваги специфіку процесу друку, використовуваний тип паперу, особливості фарб, а також нормативи, що стосуються тестових відбитків.

Налаштування тону та кольору включає в себе роботу з яскравістю, контрастом, нейтральними відтінками, насиченістю, специфічними відхиленнями та загальним діапазоном тональностей. Цей аспект тісно пов'язаний з характеристиками паперу, зокрема з його здатністю поглинати фарби, рівнем білизни, наявністю оптичних відбілювачів та текстурою поверхні, які в свою чергу впливають на кінцеве сприйняття кольору та тону. Якщо коригування проводиться без урахування специфіки друкарського процесу, це може призвести до затемнення найтемніших ділянок зображення, втрати дрібних деталей у найсвітліших частинах або невідповідності кольорового балансу.

Якість зображення, зокрема його різкість, деталізація та присутність шумів, безпосередньо залежить від просторової організації елементів на ньому. Перед виконанням друку, застосовуючи збільшення різкості, слід пам'ятати про передбачуване растровання та можливе розтікання друкарської фарби. Гіпертрофована дія на контури може призвести до утворення небажаних ореолів, тоді як недостатня компенсація природного ослаблення чіткості може негативно позначитися на фінальній виразності друкованого зображення. Не менш важливим є ретельний моніторинг цифрового шуму, бо прояви шуму в темних ділянках та однотонних областях можуть бути більш вираженими на етапах кольороподілу й формування растру.

Тип файлу та рівень стиснення безпосередньо впливають на якість передавання візуальних даних у виробничих процесах. Для потреб поліграфічного дизайну найкращими є формати, котрі зберігають інформацію про колірні профілі, шари, прозорість або високоякісні растрові дані. Файли, що використовують стиснення із втратами, можна задіювати лише тоді, коли виявлені недоліки не позначитися на кінцевому результаті друку. У складних ситуаціях варто віддавати перевагу TIFF, PSD, PDF/X або іншим форматам, що відповідають специфічним вимогам конкретного виробника.

Характер процесу друку диктує технічні вимоги до обробки зображення. Офсет, цифра, флексодрок, глибокий друк та струменевий друк відрізняються за способом передачі фарби, роздільною здатністю, розміром растрової точки, стійкістю кольору, допустимим загальним покриттям фарбою та методами контролю якості. З огляду на це, один і той самий графічний файл може вимагати різних налаштувань під час підготовки, залежно від того, яка саме технологія друку буде використана.

Характеристики друкованої продукції включають білизну, шорсткість поверхні, глиняне покриття, повітряність, непрозорість, здатність до поглинання, блиск і стійкість до деформації. Ці параметри визначають охоплення кольорів, контрастність, чіткість друкованих точок, однорідність суцільних заливок і візуальну глибину зображення. Папір та картон не просто є основою, а й активно впливають на фінальний ефект поліграфічного друку.

Фінальним етапом у виробничому процесі друку є контроль отриманого відбитка, який одночасно слугує механізмом для внесення виправлень на попередніх етапах. Цей контроль може охоплювати як суб'єктивну візуальну оцінку в стандартизованих умовах освітлення, так і об'єктивне інструментальне вимірювання відхилень у передачі кольору. Окрім того, він включає перевірку щільності друку, коректності сірого балансу, точності накладання фарб, однорідності зафарбованих ділянок, чіткості зображення та його відповідності еталонному зразку. Таким чином, саме аналіз якості друку дозволяє визначити, які процеси додрукарської підготовки потребують додаткового аналізу та вдосконалення.

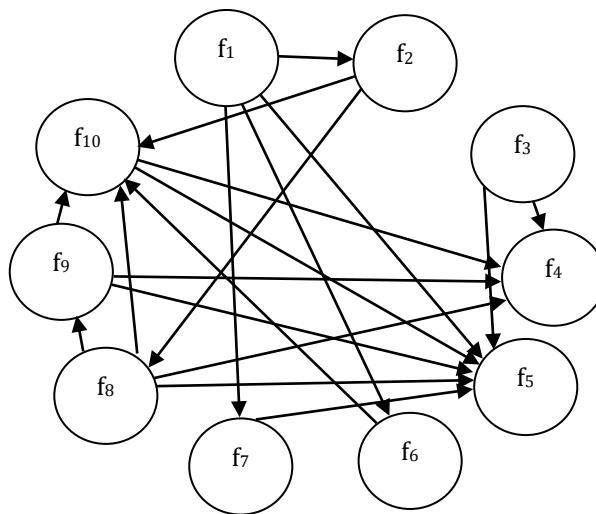


Рис. 1. Семантична мережа факторів якості опрацювання та підготовки зображень до друку

Представлена семантична мережа ілюструє ключові аспекти процесу додрукарської обробки зображень і взаємозв'язки між ними. Вузли графа символізують ці аспекти, тоді як дуги вказують на взаємний вплив. Зокрема, вихідна якість цифрового зображення обмежує потенціал для коригування, деталізації, визначення формату та роздільної здатності. ІСС-профілювання, у свою чергу, впливає на процес кольорової корекції та залежить від обраного методу друку та використовуваного матеріалу. Контроль якості створює механізм зворотного зв'язку, що дозволяє коригувати параметри тонової та кольорової підготовки.

Для формального опису відношень між факторами використаємо предикатні конструкції: $P(x, y)$ — фактор x впливає на фактор y ; $D(x, y)$ — фактор x визначає

параметри фактора y ; $C(x, y)$ — фактор x коригується з урахуванням фактора y ; $Q(x)$ — фактор x безпосередньо впливає на якість друкованого зображення. Тоді фрагмент взаємозв'язків може бути поданий так:

$$\forall f_i \in F : Q(f_i) \rightarrow A(F), \quad (1)$$

$$D(f_1, f_2) \wedge D(f_1, f_5) \wedge D(f_1, f_6) \rightarrow Q(f_1), \quad (2)$$

$$D(f_{\text{ind}}, f) \wedge P(f, f) \wedge P(f, f) \wedge P(f, f) \rightarrow Q(f), \quad (3)$$

$$P(f_8, f_9) \wedge C(f_5, f_9) \wedge P(f_9, f_{10}) \rightarrow Q(f_9), \quad (4)$$

$$P(f_{10}, f_5) \wedge P(f_{10}, f_4) \rightarrow A(F), \quad (5)$$

де $A(F)$ — інтегральна функція якості підготовки зображення до друку. Формули (1)–(5) відображають, що кожний фактор може мати прямий або опосередкований вплив на якість, а контроль відбитка забезпечує зворотний зв'язок для уточнення параметрів попередніх етапів.

Для подальшого визначення пріоритетності факторів доцільно використати розрахункову схему, у якій враховано кількість прямих і опосередкованих впливів, залежність фактора від інших параметрів та його роль у кінцевому контролі якості. Нехай r_i — ранг i -го фактора, w_i — його ваговий коефіцієнт, q_i — умовний інтегральний показник впливу i -го фактора на якість друкованого зображення. Тоді:

$$A(F) = \sum w_i q_i, i = 1, 2, \dots, n, \quad (6)$$

$$w_i = (p_i + 0,5m_i + c_i) / \sum (p_i + 0,5m_i + c_i), \quad (7)$$

$$r_i = \text{rank}(w_i), \max(w_i) \rightarrow f_{ip}, \quad (8)$$

де p_i — кількість прямих функціональних впливів фактора; m_i — кількість опосередкованих впливів; c_i — коефіцієнт участі фактора у контролі якості; f_{ip} — пріоритетний фактор у заданій множині. Запропонована схема не підміняє експериментальне дослідження, але створює базу для попереднього ранжування факторів і вибору параметрів, які потребують першочергового контролю у виробничому процесі.

На основі сформованої семантичної мережі та експертного оцінювання умовних зв'язків між факторами можна подати розрахункове ранжування факторів якості підготовки зображення до друку (табл. 1).

Аналіз умовного ранжування показує, що на початку черги стоять завдання, пов'язані з ІСС-профілюванням та управлінням кольором. Це пояснюється тим, що саме ці процеси охоплюють як цифрову підготовку файлу, так і трансформацію кольору, а також враховують специфіку конкретного друкарського процесу та використаних матеріалів. Високі позиції також залежать від типу друкарського процесу, властивостей задруковуваного матеріалу та початкової якості цифрового оригіналу. Це підтверджує, що підготовка зображення до друку повинна виконуватися не як універсальна операція, а як процес, адаптований до конкретних умов виробництва.

Таблиця 1

Розрахункове ранжування факторів якості підготовки зображень до друку

Фактор	Зміст фактора	Прямі впливи p_i	Опосередк. впливи m_i	Коеф. контролю c_i	Вага w_i	Ранг
f_1	Початкова якість цифрового зображення	4	3	1	0,128	3
f_2	Роздільна здатність зображення	2	2	1	0,077	8
f_3	Колірна модель і колірний простір	2	3	1	0,090	6
f_4	ІСС-профілювання та керування кольором	4	4	2	0,154	1
f_5	Тонові і колірні корекції	3	4	2	0,141	2
f_6	Різкість, деталізація та шум	1	2	1	0,051	10
f_7	Формат файлу і ступінь стиснення	1	2	1	0,051	10
f_8	Тип друкарського процесу	3	3	2	0,128	3
f_9	Властивості задрукуваного матеріалу	3	3	2	0,128	3
f_{10}	Контроль якості друкованого відбитка	2	4	2	0,103	5

Відповідно до отриманих даних побудуємо діаграму величини вагомості факторів (рис. 2):

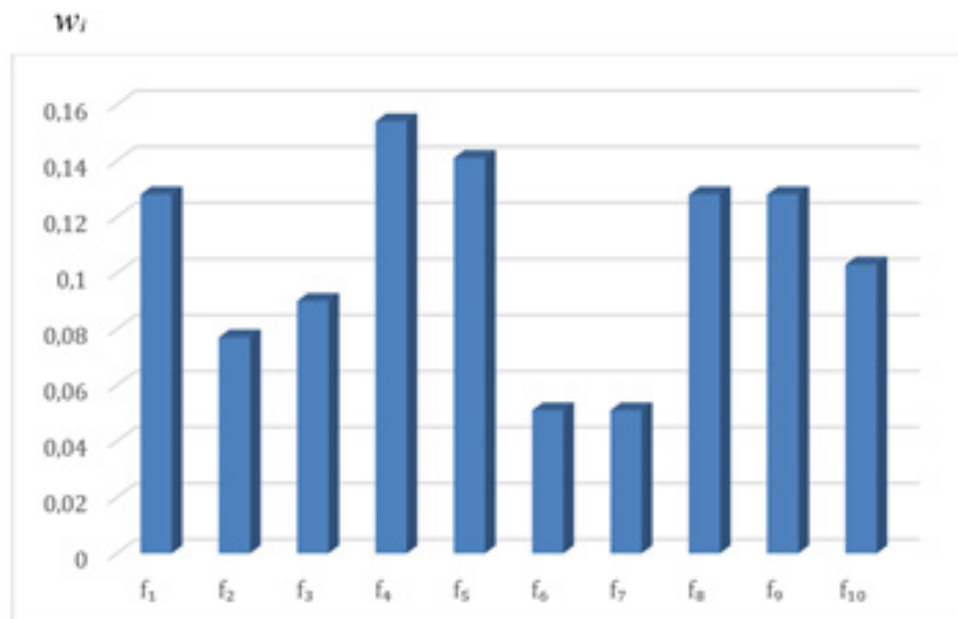


Рис. 2. Величини вагомості факторів якості підготовки зображень до друку

Практичне використання описаної моделі полягає у формуванні чіткої технологічної інструкції з підготовки зображень до подальшого друку. На початковому етапі проводиться вхідна перевірка файлу: оцінюються формат, колірний профіль, роздільна здатність, відсутність артефактів, правильність кадрування та відповідність технічним вимогам. Другий етап передбачає нормалізацію зображення, що включає визначення робочого колірного простору, виправлення тону, кольору, а також коригування різкості та усунення шуму. На третьому кроці відбувається підготовка зображення до друку: йому надається відповідний профіль виведення, перевіряється загальне забарвлення, передбачається збільшення друкованої точки та враховуються характеристики паперу. На четвертому етапі проводяться пробний запуск і перевірка якості, а отримані результати слугують для точнішого налаштування параметрів підготовки.

У сфері видавничої та поліграфічної діяльності ключове значення має поділ на технічну та візуальну якість. Технічна якість визначається відповідністю файлу нормативним і виробничим параметрам: роздільній здатності, профілю, формату, кольороподілу, а також допустимому рівню стиснення. Візуальна якість визначається тим, наскільки зображення відповідає задуму дизайнера, редактора, фотографа або замовника. Обидві складові взаємопов'язані: технічно коректний файл не завжди забезпечує оптимальний естетичний результат, а візуально привабливе зображення може виявитися непридатним для стабільного відтворення без додаткової технологічної адаптації.

Описаний метод знайде застосування у викладанні таких навчальних курсів, як цифрові медіатехнології, додрукарська підготовка, комп'ютерна графіка, матеріалознавство у поліграфії, а також управління якістю поліграфічних виробів. Крім того, він може стати фундаментом для створення контрольних списків (чек-листів) для перевірки зображень у редакціях, друкарнях та дизайн-студіях.

Висновки. У представленій статті здійснено виокремлення та впорядкування ключових елементів, що визначають ступінь обробки та підготовки візуальних даних до подальшого друку. Було встановлено, що кінцева якість надрукованого зображення є результатом комплексного впливу цифрових атрибутів файлу, систем управління кольором, технічних особливостей самого процесу друку, характеристик матеріалу, на який наноситься зображення, а також процесів, пов'язаних із забезпеченням якості. Побудовано семантичну мережу факторів, яка відображає прямі та опосередковані зв'язки між параметрами додрукарської підготовки. З використанням елементів логіки предикатів подано формалізований опис взаємозалежностей між факторами. Запропоновано умовну схему ранжування, що дає змогу визначити пріоритетні чинники впливу на якість друкованого відбитка.

До найважливіших чинників віднесено: наявність ICC-профіль, впровадження системи керування кольором, проведення тонової та колірної корекції, вибір типу друкарської машини, властивості матеріалу для друку, а також оригінальна якість цифрового зображення. Як наступний крок, пропонується провести експериментальну апробацію розробленої моделі, здійснити кількісний аналіз впливу вагових коефіцієнтів описаних чинників, і розробити практичні поради для різних методів друку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ISO 12647-2:2013. Graphic technology — Process control for the production of half-tone color separations, proof and production prints — Part 2: Offset lithographic processes. Geneva: International Organization for Standardization, 2013. URL: <https://www.iso.org/standard/57833.html>.
2. ICC.1:2022. Image technology color management — Architecture, profile format, and data structure. International Color Consortium, 2022. URL: <https://www.color.org/specifications/index.xalter>.
3. ISO 3664:2009. Graphic technology and photography — Viewing conditions. Geneva: International Organization for Standardization, 2009. URL: <https://www.iso.org/standard/43234.html>.
4. ISO/TS 15311-1:2019. Graphic technology — Print quality requirements for printed matter — Part 1: Measurement methods and reporting schema. Geneva: International Organization for Standardization, 2019. URL: <https://www.iso.org/standard/73371.html>.
5. ISO/TS 15311-2:2018. Graphic technology — Print quality requirements for printed matter — Part 2: Commercial print applications utilizing digital printing technologies. Geneva: International Organization for Standardization, 2018. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/en/>.
6. Sharma G. Digital Color Imaging Handbook. Boca Raton : CRC Press, 2003. 764 p.
7. Kipphan H. Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods. Berlin ; Heidelberg : Springer, 2001. 1207 p.
8. Field G. G. Color and Its Reproduction: Fundamentals for the Digital Imaging and Printing Industry. 3rd ed. Pittsburgh: GATFPRESS, 2004. 420 p.
9. Fraser B., Murphy C., Bunting F. Real World Color Management. 2nd ed. Berkeley: Peachpit Press, 2004. 608 p.
10. Gonzalez R. C., Woods R. E. Digital Image Processing. 4th ed. New York: Pearson, 2018. 1168 p.
11. Poynton C. Digital Video and HD: Algorithms and Interfaces. 2nd ed. Waltham: Morgan Kaufmann, 2012. 752 p.
12. Adams R. M., Romano F. J. Computer-to-Plate: Automating the Printing Industry. Pittsburgh: GATFPRESS, 2003. 280 p.

REFERENCES

1. ISO 12647-2:2013. Graphic technology — Process control for the production of half-tone color separations, proof and production prints — Part 2: Offset lithographic processes. Geneva: International Organization for Standardization. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/57833.html>.
2. International Color Consortium. (2022). ICC.1:2022. Image technology color management — Architecture, profile format, and data structure. Retrieved from <https://www.color.org/specifications/index.xalter>.
3. ISO 3664:2009. Graphic technology and photography — Viewing conditions. Geneva: International Organization for Standardization. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/43234.html>.
4. ISO/TS 15311-1:2019. Graphic technology — Print quality requirements for printed matter — Part 1: Measurement methods and reporting schema. Geneva: International Organization for Standardization. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/73371.html>.
5. ISO/TS 15311-2:2018. Graphic technology — Print quality requirements for printed matter — Part 2: Commercial print applications utilizing digital printing technologies. Geneva: International Organization for Standardization. Retrieved from <https://www.iso.org/obp/ui/en/>.

6. Sharma, G. (2003). Digital Color Imaging Handbook. Boca Raton: CRC Press.
7. Kipphan, H. (2001). Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods. Berlin; Heidelberg: Springer.
8. Field, G. G. (2004). Color and Its Reproduction: Fundamentals for the Digital Imaging and Printing Industry (3rd ed.). Pittsburgh: GATFPRESS.
9. Fraser, B., Murphy, C., & Bunting, F. (2004). Real World Color Management (2nd ed.). Berkeley: Peachpit Press.
10. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). Digital Image Processing (4th ed.). New York: Pearson.
11. Poynton, C. (2012). Digital Video and HD: Algorithms and Interfaces (2nd ed.). Waltham: Morgan Kaufmann.
12. Adams, R. M., & Romano, F. J. (2003). Computer-to-Plate: Automating the Printing Industry. Pittsburgh: GATFPRESS.

doi: 10.32403/0554-4866-2026-1-91-311-321

QUALITY FACTORS IN IMAGE PROCESSING AND PREPRESS PREPARATION FOR PRINTING IN THE PUBLISHING AND PRINTING PROCESS

O. H. Khamula¹, N. V. Soroka²

1. Lviv Polytechnic National University, 12 Stepan Bandera St., Lviv, 79013, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-0926-9156>, orest.h.khamula@lpnu.ua

2. Lviv Polytechnic National University, 12 Stepan Bandera St., Lviv, 79013, Ukraine, <https://orcid.org/0009-0002-0944-2967>, nazar.v.soroka@lpnu.ua

The article considers image processing and prepress preparation for printing as a complex and technologically significant stage of the publishing and printing process that determines the stability of colour reproduction, detail rendering, tonal transfer, sharpness, visual perception and overall quality of printed products. It is emphasized that the preparation of images for printing cannot be reduced only to mechanical file conversion or simple colour correction, since the final printed result depends on the coordinated interaction of digital, colourimetric, technological and material-related parameters. The quality of a printed image is formed not only by the characteristics of printing equipment, but also by the initial quality of the digital original, the correctness of image resolution selection, the adequacy of the colour model and colour space, the accuracy of ICC profiling, the consistency of tonal and colour correction, the level of sharpness and noise, the choice of file format, the degree of compression, the printing process type, the properties of the substrate and the effectiveness of print quality control.

A set of key factors influencing the quality of image prepress preparation has been formed and theoretically substantiated. These factors include the initial quality of the digital original, image resolution, colour model and colour space, ICC profiling and colour management, tonal and colour correction, sharpness and noise level, file format and compression, printing process type, substrate properties and print quality control. The functional role of each factor in the technological chain of image preparation for

printing reproduction has been described. Particular attention is paid to the relationship between colour management, printing conditions and substrate characteristics, since these parameters directly influence colour accuracy, tonal stability, ink coverage, grey balance and the predictability of the final print.

A semantic network of functional links between the identified factors has been proposed. This network makes it possible to represent the process of image preparation as an interconnected system in which each factor can have both direct and indirect influence on the final quality of printed reproduction. Elements of predicate logic have been used to formalize the relationships between the parameters of image processing and prepress preparation. Such formalization allows the dependencies between the factors to be described more clearly and creates a basis for further analytical modelling. A calculation scheme for ranking the factors has also been developed, which makes it possible to determine their priority influence on the quality of printed products. The proposed approach can be used for improving prepress workflows, developing quality control procedures and substantiating technological decisions in publishing and printing production.

Keywords: *image, prepress preparation, image processing, printing reproduction, colour management, ICC profile, resolution, print quality.*

Стаття надійшла до редакції 10.05.2026.

Received 10.05.2026.

Прийнято до друку: 15.05.2026.

Accepted: 15.05.2026.

Опубліковано: 30.05.2026.

Published: 30.05.2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© О. Г. Хамула, Н. В. Сорока