

УДК 655.3.022

П. М. Ривак, І. В. Шаблій, В. Б. Ренета, Р. В. Рибка

Українська академія друкарства

**ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ДРУКОВАНИХ ВІДБИТКІВ З
ВИКОРИСТАННЯМ «ФУНКЦІЇ БАЖАНОСТІ» ДЛЯ
ФОРМАЛІЗАЦІЇ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗНИКА
КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ ДРУКАРНІ**

Розроблено та впроваджено у виробництво методику визначення комплексного показника конкурентоспроможності друкарні з використанням функції Харрінгтона. Для формування одиничних показників конкурентоздатності та правил їх комбінування використовується психофізична «шкала бажаності», яка формує оцінку конкурентоспроможності шляхом уведення кількісних показників.

Ключові слова: *шкала бажаності, функції бажаності Харрінгтона, показники контролю якості.*

Одна із важливих проблем сучасної поліграфії, що особливо актуальна при виробництві багатофарбової продукції, — контроль якості. Якщо років десять тому обсяги випуску багатофарбової продукції були невеликими, а участь у виробництві брало порівняно вузьке коло досвідчених фахівців, чия кваліфікація дозволяла візуально контролювати якість і за необхідності вносити коригування в налаштування обладнання, сьогодні ситуація кардинально змінилася.

Число друкарень, які прагнуть випускати високоякісну багатофарбову продукцію, безперервно збільшується, конкуренція на ринку посилюється, відповідно, зростають і вимоги замовників. У нинішніх умовах підприємство, прагнучи почуватися впевнено на ринку, про контроль якості «на око» й говорити не має права. Причина прихована не тільки в тому, що фахівців, спроможних без приладів виробляти продукцію стабільно високої якості, щораз стає менше.

Загальні тенденції розвитку техніки є такими, що роль людини у виробничому процесі поступово змінюється. Оптимізація роботи систем автоматизованого друкарського виробництва супроводжується уніфікуванням технологічного процесу, підвищенням його економічної ефективності та конкурентоспроможності, зниженням ролі людського чинника. Повною мірою такі тенденції виявляються в сфері контролю якості продукції, де щораз ширше застосовуються інструментальні методи оцінки та сучасні методики про-

ведення експериментальних досліджень — з допомогою оптичних приладів різного принципу дії.

Проведений аналіз досліджень літературних джерел [1–3] та нормативних документів [4–6] підтвердив актуальність і необхідність виконання оптимізації роботи друкарської машини, що сприяє підвищенню якості друку, розширенню асортименту друкованої продукції та зниженню її собівартості, скорочуючи витрати від браку і простоїв обладнання. Загалом оптимізація технологічного процесу виготовлення друкованої продукції зумовлює підвищення конкурентоспроможності друкарні як такої.

Враховуючи сказане та виробничі потреби друкарень сьогодення, перед авторами постало завдання розробити сучасну методику для проведення експериментальних досліджень якості відбитків із застосуванням структурованого підходу аналізу окремих елементів друкованого зображення, на основі якого складається комплексний показник оцінки якості за узагальненим критерієм оптимізації на підставі функції бажаності Харрінгтона [7–9].

Комплексна методика охоплює кілька стадій, у результаті яких виробляється єдина концепція з розрахунком комплексного показника, що й описує рівень якості досліджуваного відбитка, а також процес друкування та тестоване обладнання. Спочатку необхідно було вибрати та обґрунтувати перелік параметрів, за якими слід проводити оцінку. В поліграфії існує перелік нормативних документів [5–6], які дозволяють використовувати ряд оціночних показників, базуючись на регламентованих значеннях. Це оптична густина відбитка, колірна відмінність ΔE , величини трепінгу, контрасту, розтискування, ковзання, роздільної та видільної здатності, контролю суміщення фарб, балансу по-сірому. Існують рекомендації стосовно відтворення на відбитку дрібних растрових елементів з урахуванням виду задруковуваного матеріалу [10–11]. Отже, при виборі оціночного критерію виходитимемо з нормативних, максимальних і максимально можливих значень.

За критерій якості зображення, отриманого в результаті офсетного друку, було вибрано 13 основних показників контролю якості. Надамо їм стислу характеристику.

1. *Оптична густина фону*. В ідеальному випадку фону на відбитковій бути не повинно. Крок можливого розрізнення вуалі приймаємо 0,05 (мінімально помітне для ока значення оптичної густини).

2. *Оптична густина плашки (100% поле)* для плоского офсетного друку складає 0,9–1,9 залежно від виду паперу.

3. *Рівномірність друку*. Приймаємо для офсетного друку максимально допустиме відхилення 0,2 — це граничне значення візуальної відмінності тіней.

4. *Трепінг (100% поле)*: критерієм вибрана величина попарних накладань фарб 100% поля шкали. Допустима величина 50%.

5. *Баланс по-сірому (80% поле)*: критерієм вибрана величина оптичних густин 80% поля шкали, виміряних за трьома кольоровими світлофільтрами. Допустима величина не повинна перевищувати 0,1.

6. *Контраст друку (75% поле)*. В офсетному друці параметр, що характеризує відтворення деталей у тінях, становить 0,25–0,5 для 75% поля шкали залежно від виду паперу.

7. *Розтискування растрових елементів (50% поле)*. Один із важливих показників якості оцінюється за якістю півтонів, що передаються. За критерій взято величину розтискування 50% поля шкали. Допустима величина 15%.

8. *Ковзання (змазування, двоїння)*: критерієм вибрано елементи у вигляді кружечок із концентричних кіл товщиною 0,04 мм. Оцінка якості здійснювалась візуально за п'ятибальною шкалою.

9. *Відтворення дрібних растрових елементів*: за критерій вибрано растрові елементи з відносною площею 2%, 3%, 4%, 5% і 98%, 97%, 96%, 95%. Допустима величина 0,1.

10. *Видільна здатність*. Критерієм стали окремо стоячі штрихи різної ширини: 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60 мкм. Допустима величина — до 40 мкм.

11. *Роздільна здатність*. Як критерій вибрано 40 блоків із групами штрихів різної ширини: ширина штрихів першого блока складає 0,352 мм (розмір одного американського друкарського пункту), а для наступних полів зменшується за геометричною прогресією на 0,99 [12]. Допустима величина — до 45 л/см, зменшення якої негативно відобразиться на якості відтворення деталей зображення і призведе до появи муару.

12. *Суміщення фарб*. Максимально допустиме відхилення між центрами хрестів-міток двох будь-яких фарб повинно становити: не більше, ніж 0,08 мм — для друкарських машин середнього формату при щільності паперу понад 65 г/м²; не більш ніж 0,12 мм — для всіх інших випадків.

13. *Мікротекст*. За критерій взято зображення тексту кеглем до 5 п. Задовільним вважається відтворення кегля в 3 п.

З урахуванням перелічених параметрів складається комплексний показник якості друкованого зображення. Існує безліч методик його розрахунку [13, 14]. У нашому випадку вибрана методика оцінки за узагальненим критерієм оптимізації на підставі функції бажаності Харрінгтона, значення якої розраховується за формулою:

$$O = \sqrt[n]{d_1 d_2 d_3 \dots \dots n},$$

де d_i — одиничні функції бажаності за основними показниками (зазначені вище). Значення одиничної функції бажаності:

$$d_i = \exp [-\exp (-y_i)],$$

де y_i — кодоване значення показників, визначених за шкалою бажаності з одностороннім обмеженням.

Загальний вигляд функції бажаності Харрінгтона з одностороннім обмеженням $y \geq y_{\min}$ подано на рис. 1.

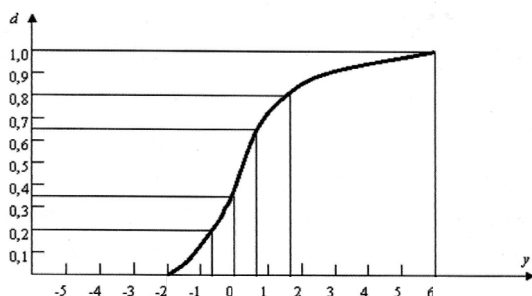


Рис. 1. Функція бажаності Харрінгтона

Для отримання кодованих значень y_i було взято шість рівномірних інтервалів, тобто вибраний код -3, -2, -1, 0, +1, +2, +3, +4, +5, +6. Переведення значень за кодом шкали бажаності відображено в табл.

Таблиця

Шкала бажаності якості друкованого зображення

| Шкала бажаності | Відмітки по шкалі | Кодоване значення параметрів, у | Одиничні функції бажаності для показників | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------------------|---------------------------------|---|------------------------|--------------------------|------------|------------------|-------------------|------------------------------|----------------|---|-------------------------|---------------------------|--------------------|---------------|
| | | | Оптична густина фону | Оптична густина плашки | Рівномірність друкування | Трепінг, % | Баланс по-сірому | Контраст друку, % | Розтискування, розтікання, % | Ковзання, бали | Відтворення дрібних растрових елементів | Видільна здатність, мкм | Роздільна здатність, л/см | Суміщення фарб, мм | Мікрогекст, п |
| Відмінно | 1,00 ÷ 0,80 | 6,00 | 0 | 1,9 | 0 | 89 | 0 | 50 | 0 | 5 | 0 | 10 | 80 | 0 | 1 |
| Добре | 0,80 ÷ 0,63 | 1,50 | 0,05 | 1,6 | 0,1 | 75 | 0,03 | 40 | 5 | 4 | 0,04 | 20 | 70 | 0,05 | |
| Задовільно | 0,63 ÷ 0,37 | 0,85 | 0,1 | 1,3 | 0,15 | 60 | 0,06 | 30 | 10 | 3 | 0,07 | 30 | 60 | 0,08 | 2 |
| Незадовільно | 0,37 ÷ 0,20 | 0,00 | 0,15 | 0,9 | 0,2 | 50 | 0,1 | 25 | 15 | 2 | 0,1 | 40 | 45 | 0,12 | 3 |
| Погано | 0,20 ÷ 0,00 | -0,50 | 0,2 | 0,7 | 0,3 | 30 | 0,2 | 10 | 30 | 1 | 0,15 | 140 | 25 | 0,3 | 5 |

Узагальнюючи, можна подати шкалу бажаності якості друкованого зображення (рис. 2).

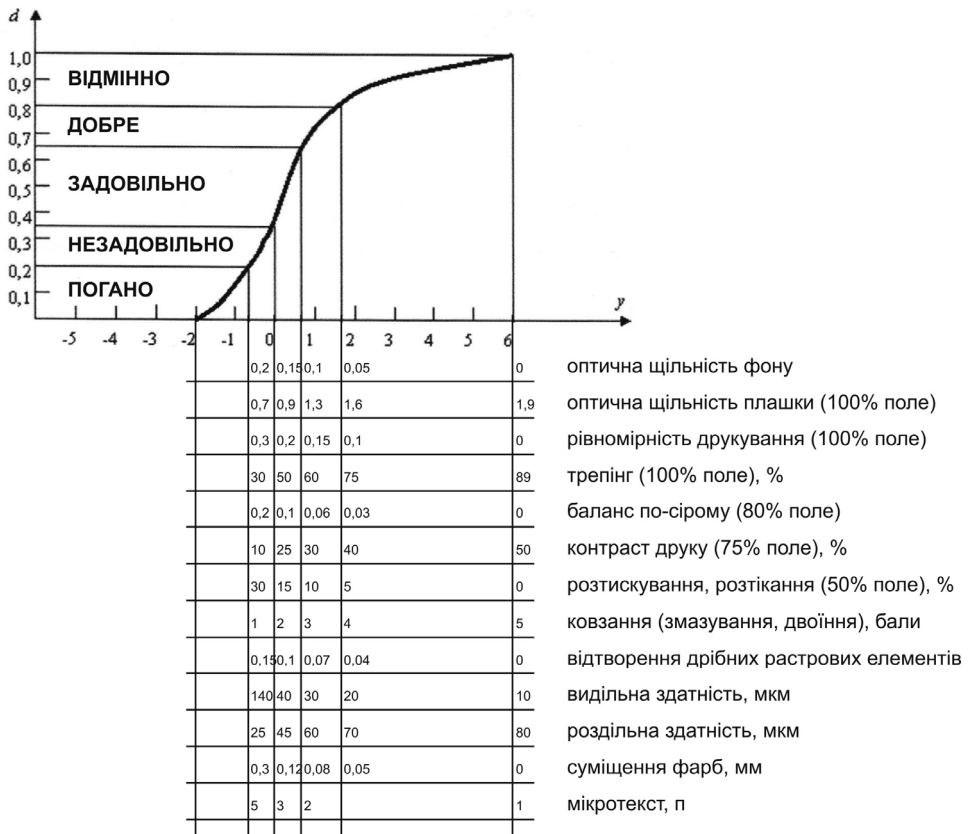


Рис. 2. Шкала бажаності якості друкованого зображення

Для аналізу вказаних показників необхідно застосовувати об'єктивні й суб'єктивні методи оцінки якості з використанням сучасних вимірювальних засобів. Як тестові об'єкти потрібно використовувати стандартизовані тестові шкали різних відомих виробників з усіма перерахованими елементами якості друкованого зображення.

Отже, проведено аналіз критеріїв оцінки якості офсетного друкованого зображення і факторів, які на нього впливають. Наведено діючі методи оцінки якості друкованого зображення.

Серед усього різноманіття параметрів, одиниць виміру, а також методів оцінки якості друкованого зображення здійснено об'єднання роз'єднаних даних для їх порівняння; запропоновано критерій узагальненого параметра оптимізації, розрахований за узагальнюючою функцією бажаності Харрінгтона.

Аналіз літературних джерел і результатів вимірювання надав можливість запропонувати оціночну шкалу з тринадцяти основних параметрів якості друкованого зображення, отриманого за результатами офсетного друку. Можливість багаторівневого застосування функції бажаності Харрінгтона та

гнучкість запропонованого інструменту дозволяє забезпечити виконання розрахунків комплексної оцінки якості шляхом порівняння різних за характеристиками параметрів, що підтверджує простоту застосування та реальну практичну корисність.

Новітня методика оцінювання якості друкованих відбитків з використанням «функції бажаності» для формалізації комплексного показника оптимізації сприяє підвищенню конкурентоспроможності друкарні.

1. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. — Изд. 2-ое и перераб. — М. : Наука, 1976. — 280 с. 2. Ахназарова, С. Л. Использование функции желательности Харрингтона при решении оптимизационных задач химической технологии : учеб.-метод. пособ. / С. Л. Ахназарова, Л. С. Гордеев. — М. : РХТУ им. Д. С. Менделеева, 2003. — 76 с. 3. Воржева О. В. Комплексный показатель качества друкарського відбитка / Ольга Василівна Воржева // Квалілогія книги : зб. наук. праць. — Львів : УАД, 1998. — С. 94. 4. Выбор материала с помощью функции желательности Харрингтона : метод. указания / сост.: Секерин В. Д., Ясонов В. Н., Секерин Д. В. — М. : МГУИЭ, 2005. — 21 с. 5. Гавенко С. Ф. Оптимизация контроля квалиметрических показателей печатной продукции в процессе производства / Светлана Федоровна Гавенко // Надежность и контроль качества. — М., 1998. — № 4. — С. 30–38. 6. Дилигенский Н. В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология / Дилигенский Н. В., Дымова Л. Г., Севастьянов П. В. — М. : Машиностроение, 2004. — 397 с. 7. Конюхова І. Використання статистичних методів оцінки якості друкованої продукції / Конюхова І., Кулік Л., Мартинюк М. // Квалілогія книги : зб. наук. праць. — Львів : УАД, 1998. — С. 114. 8. Методы исследований и организация экспериментов / [под ред. проф. К. П. Власова]. — Х. : Гуманитарный центр, 2002. — 256 с. 9. Пат. 104837, Україна. Шкала контролю якості друкування на цифрових машинах та пристроях / Ривак П. М., Шаблій І. В., Репета В. Б. — Заявл. 11.11.2013 ; опубл. 11.03.2014, Бюл. № 5. 10. Секерин В. Д. Выбор материала с помощью функции Харрингтона (функция желательности) : метод. указания / В. Д. Секерин. — М. : МГУИЭ, 2005. 11. Система контроля плотности красок. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. — США., 2002. — Режим доступа : <http://www.compuart.ru/article.aspx?id=20792&iid=948> 12. Стандартизація многокрасочной печати [Электронный ресурс] / [б/а] // Publish : журнал. — 2012. — № 10, 12 ; 2013. — № 3. — [Публикується з дозволення і при содействии PrintCity]. — Режим доступа : http://www.publish.ru/articles/201303_20013000 ; http://www.publish.ru/articles/201311_20013157. — [12.05.2014]. 13. Хамханов К. М. Основы планирования эксперимента : метод. пособ. / К. М. Хамханов. — Улан-Удэ, 2001. — 50 с. 14. Graphic technology — Process control for the production of half-tone colour separations, proof and production prints [Електронний ресурс]. — Part 2: Offset lithographic processes : ISO 12647-2:2004 [чинний від 2005-01-01]. — Режим доступа : www.reproducer.ru

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПЕЧАТНЫХ ОТТИСКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «ФУНКЦИИ ЖЕЛАТЕЛЬНОСТИ» ДЛЯ ФОРМАЛИЗАЦИИ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТИПОГРАФИИ

Разработана и внедрена в производство методика определения комплексного показателя конкурентоспособности типографии с использованием функции Харрингтона. Для формирования единичных показателей конкурентоспособности и правил

их комбинирования используется психофизическая «шкала желательности», которая формирует оценку конкурентоспособности путем введения количественных показателей.

QUALITY ASSESSMENT PRINTED IMPRESSIONS USING THE «DESIRABILITY FUNCTION» FOR THE FORMALIZATION OF COMPLEX REFRACTIVE COMPETITIVENESS PRINTING

The method for determination the complex indicator of printing house's competitiveness by using the Harrington's function is developed and put into production in this article. The psychophysical "desirability scale" used to form a single indicators of competitiveness and rules of their combination. This scale forms the assessment of competitiveness by introducing quantitative indicators.

УДК 778.14

О. В. Воржева

Українська академія друкарства

МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Подані загальні підходи до моделювання технологічних процесів, етапи створення математичних моделей та комп'ютерне моделювання технологічних процесів.

Ключові слова: *моделювання технологічних процесів, підходи моделювання, етапи комп'ютерного моделювання, модельно-обґрунтовані методи дослідження.*

Технологічний процес — це сукупність технологічних операцій, методів, прийомів, режимів роботи і процедур, спрямованих на перетворення речовини, енергії, інформації в процесі виготовлення продукції, контролю якості, управління виробництвом тощо. У рамках системного підходу технологічний процес — складна динамічна система, в якій взаємодіють: устаткування, засоби контролю та керування, допоміжні й транспортні пристрої, об'єкт виробництва, люди, котрі здійснюють процес та управляють ним.

Будь-який технологічний процес можна подати у вигляді множини дій, умов та зв'язків. Послідовність стадій описується з допомогою технологічної схеми, кожний елемент якої відповідає конкретній технологічній операції. Для аналізу складний технологічний процес можливо розподілити на підсистеми різних рівнів.

Розглянемо *підходи до моделювання технологічних процесів*. Робота не з самим об'єктом (явищем, процесом), а з його моделлю в багатьох випадках дає можливість доволі швидко та без суттєвих матеріальних затрат дослідити властивості й поведінку об'єкта (явища, процесу) в будь-яких ситуаціях. Математичне моделювання — процес створення абстрактної моделі у вигляді формального опису об'єкта дослідження «математичною мовою», а також