

УДК 655.3.022

МЕТОДИКА РЕГРЕСІЙНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ОЦІНКИ ЧИННИКІВ УПРАВЛІННЯ У СИСТЕМІ «ОРИГІНАЛ—ВІДБИТОК»

© Я. В. Зоренко, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

Определены главные параметры репродукций, оригиналов, файлов и параметры формного и печатного процессов как факторы управления в системе «оригинал—оттиск». Для систематизации и оценки влияния факторов управления системой «оригинал—оттиск» обоснованно применение методики регрессионного анализа.

The main parameters of reproductions, originals, files and parameters of the prepress and printing processes were considered as management factors in the system «original—print». For systematization and estimation of influencing of management factors by the system «original—print» we grounded using the method of regressive analysis.

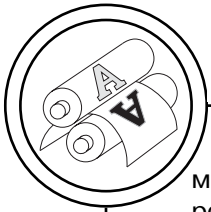
Постановка проблеми

Процес поліграфічного відтворення оригіналу плоским офсетним друком зі зволоженням друкарських форм є багатфакторним та ієрархічним. Головним завданням процесу створення репродукції є максимальна подібність до оригіналу, що вимагає врахування всіх можливих факторів та їх взаємодії в межах технологічного процесу репродукування. Якщо розглядати систему «оригінал—відбиток» як технологічний процес створення репродукції можна виділити наступні підсистеми: «оригінал—цифровий оригінал—цифрова кольоропроба», «цифровий оригінал—фотоформа—друкарська форма» та «друкарська форма—відбиток». У кожній з підсистем присутні фактори та параметри, які в тій чи іншій мірі впливають на інші підсистеми та на систему «оригінал—відбиток» в цілому,

що дозволяє здійснювати управління технологічним процесом створення репродукції. Тому розробка методів оцінки впливу і управління факторами взаємодії параметрів репродукції, оригіналів, файлів і параметрів формного та друкарського процесу продовжує бути актуальним напрямком досліджень.

Аналіз попередніх досліджень

При аналізі технологічного процесу задача математичного моделювання полягає у виявленні впливу технологічних параметрів на його точність і надійність, або визначення зміни показника якості (вихідного параметра) залежно від зміни параметрів оригіналу, електронного файлу і режимів технологічного процесу тощо. При моделюванні процесу важливою є математична модель, що відображає взає-



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

модію цих величин у сталому режимі. Динамічні характеристики процесу, як правило, представляють менший інтерес. Знання відповідних залежностей дозволяє оптимізувати процес, прогнозувати ефективність різноманітних способів покращення технології.

При математичному моделюванні розрізняють два підходи до розробки математичного опису технологічного процесу. Перший підхід передбачає застосування аналітичних, а другий — експериментальних методів складання математичного опису [1].

Аналітичні методи складання математичної моделі технологічного процесу припускають проведення теоретичного аналізу фізико-хімічних та інших явищ, що відбуваються, і передбачають складання відповідних диференціальних та алгебраїчних рівнянь. Перевагою цих методів є можливість знаходження відповідних рівнянь без експериментів на діючій технологічній базі. Недоліком аналітичних методів є відносно невисока точність, пов'язана із спрощеннями, низькою точністю і складністю визначення чисельних значень параметрів і коефіцієнтів, що входять у рівняння. Рішення аналітичних залежностей, що описують технологічні процеси, є складною і трудомісткою задачею.

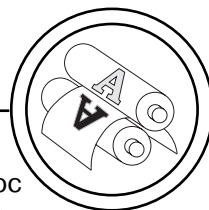
Експериментальні методи математичного моделювання технологічних процесів припускають складання математичного опису на підґрунті даних, одержаних експериментальним шляхом у діючому технологічному

процесі. Отримана таким чином модель називається статистичною. Вона повинна охоплювати весь можливий діапазон зміни режимів технологічного процесу. Одним з найбільш поширених методів для отримання статистичної моделі процесу є метод регресійного аналізу [1, 2]. Оскільки для оцінки технологічного процесу, як правило, достатньо статичної моделі, метод регресійного аналізу широко застосовується при моделюванні технологічних процесів і оцінці їх точності.

Аналіз останніх досліджень [3—5] присвячених покращенню та оптимізації якості поліграфічного процесу репродукування у плоскому офсетному друці зі зволоженням друкарських форм показав значний інтерес науковців до застосування методики регресійного аналізу для визначення характеру взаємодії та впливу параметрів формного та друкарського процесів на функціонування окремих підсистем системи «оригінал—відбиток».

Так у роботі [3] проведений аналіз продуктивності растрового процесора, який відповідає за процес растрування електронного файлу оригіналу. Автор відзначає два головних параметра процесу обробки зображення у растровому процесорі — об'єм файлу та розмір (площа) цифрового зображення, що найбільше впливають на час обробки тонових зображень у процесорі. Для оцінки характеру залежності часу растрування від головних параметрів автором було застосовано кореляційно-регресійний аналіз на

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



основі побудованої лінійної регресії процесу растрівання. В результаті застосування регресійного аналізу було отримано залежність типу $T = f(V, S)$, де T — час обробки зображення, V — об'єм файлу, S — площа ілюстрації. Отримана регресійна модель здійснити попередню оцінку витрати часу на процес растрівання тонового зображення.

У іншій роботі [4] розглядається методика управління параметрами формних вивідних пристроїв. Дана методика заснована на розрахунку необхідних параметрів управління за допомогою побудови регресійних моделей процесу. Запропонована у роботі [4] методика передбачає отримання математичної моделі зміни оптичної густини від потужності лазера, часу процесу проявлення друкарської форми і температури проявлювального розчину. Реалізація даної методики дозволяє управляти процесом експонування та проявлення друкарських форм в межах допустимих відхилень.

Також, в роботі [5] представлена методика регресійного аналізу процесу підготовки цифрового оригінал-макету зі спуском полос складання для виведення на друкарську форму. Методика використовує регресійне рівняння подібне до ряду Тейлора, завдяки чому коефіцієнти регресії визначаються методами математичної статистики і представляють собою наближену оцінку ряду Тейлора. У результаті застосування даної методики було отримано залежність часу підготовки цифрового оригінал-макету до формних процесів від формату го-

тової продукції, кількості полос складання та частоти процесору ЕОМ. Розроблена методика дозволяє достатньо точно оцінити можливу витрату часу на підготовку цифрового оригінал-макету видання з урахуванням характеристик обладнання і необхідних режимів роботи.

Тож дослідження, в яких застосовуються методики регресійного аналізу для управління параметрами процесу репродукування, у більшості випадків, дозволяють описувати лише окремі підсистеми системи «оригінал—відбиток». Ці дослідження не дозволяють оцінити в цілому процес репродукування та здійснювати управління системою «оригінал—відбиток». Більшість розроблених методик дозволяють лише частково та на початкових етапах технологічного процесу здійснювати управління системою «оригінал—відбиток». Тому визначення та систематизація головних параметрів і факторів взаємодії у всіх підсистемах та розробка методик оцінки управління у системі «оригінал—відбиток» є перспективним напрямком досліджень, що має велику наукову та практичну цінність.

Мета дослідження

Розробка методики регресійного аналізу для оцінки управління у системі «оригінал—відбиток» для прогнозування якості кінцевої репродукції.

Результати проведених досліджень

У загальному вигляді математична модель, яка отримана на основі експериментальних



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

даних та описує стан певної характеристики залежно від зміни багатьох параметрів має вигляд:

$$y = F(x_1, x_2, x_3, \dots, x_m) + \varepsilon, \quad (1)$$

де y — залежний параметр (вихідний параметр); $x_1, x_2, x_3, \dots, x_m$ — незалежні параметри; ε — випадкова помилка.

Для методу регресійного аналізу прийнята загальна форма функції:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^k b_i f_i(x_i), \quad (2)$$

де $f_i(x_i)$ — деяка функція від вихідних параметрів.

Для опису технологічного процесу репродукування може бути застосована регресійна модель у вигляді рівняння множинної криволінійної регресії:

$$y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2^2 + \dots + b_m x_m^m, \quad (3)$$

де y — залежний параметр (вихідний показник); x_1, x_2, \dots, x_m — незалежні параметри, фактори та режими технологічного процесу.

Методика регресійного аналізу визначає вихідний показник як функцію безлічі незалежних параметрів. Показники ступеня і коефіцієнти у рівнянні регресії розраховуються на підставі експериментальних даних таким чином, щоб сума квадратів відстаней від експериментальних точок до розрахункової функції була мінімальною. Зазвичай коефіцієнти регресії розраховуються за допомогою методу найменших квадратів, причому

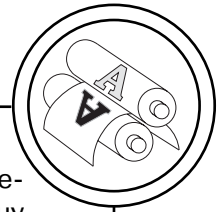
для цього можна застосувати спеціально розроблене програмне забезпечення (MathLAB, MatCAD, СТАТИСТИКА, Origin та ін.) для достатньо великого числа незалежних змінних x в рівнянні (1).

Регресійний аналіз припускає рішення двох задач. Перша полягає у виборі незалежних змінних (параметрів та режимів), що істотно впливають на залежну величину (вихідний параметр), і визначення форми рівняння регресії. Дане завдання вирішується шляхом аналізу взаємозв'язку. Друге завдання — оцінювання параметрів, що вирішується за допомогою підбору оптимального статистичного методу обробки даних спостереження.

На значення вихідних параметрів може впливати безліч різноманітних виробничих та технологічних факторів, що серйозно ускладнює вибір найголовніших незалежних параметрів для регресійної моделі. Тому для формування списку незалежних параметрів, необхідних для побудови регресійної моделі процесу репродукування тонового зображення, доцільно застосувати метод опитування експертів, при цьому можуть застосовуються різні спеціалізовані експертні процедури, що дозволяють досягти узгодженості думок експертів [6].

Оскільки процес репродукування складається з декількох різних технологічних операцій, то на кожній з них можливий вплив різних чинників. Тому формування їх переліку доцільно здійснювати у декілька етапів.

ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



Враховуючи це, технологічний процес репродукування тонування зображення можна розглядати як систему «оригінал—відбиток», що складається з окремих підсистем. Причому для кожної підсистеми можна виділити ряд незалежних параметрів. Так, наприклад для підсистеми «оригінал—цифровий оригінал—цифрова кольоропроба» незалежними параметрами можна вважати режими сканування (гамма; роздільна здатність сканування; значення точок білого та чорного; колірні моделі Grayscale, RGB чи CIE Lab; глибина кольору та ін.) режими обробки цифрового оригіналу (тоно- та кольорокорекція; формат файлу та спосіб стиснення даних зображення та ін.). До підсистеми «цифровий оригінал—фотоформа—друкарська форма» можна віднести наступні параметри управління: режими кольороподілу (ICR, GCR та UCR), форма растрової точки, кути повороту і лініатура растру, мінімальна растрова точка, роздільна здатність виведення. Підсистема «друкарська форма—відбиток» включає: тиражестійкість друкарських форм, тоновий діапазон друкарської форми та відбитка (кількість градацій), баланс «фарба—вода», товщина фарбового шару та ін. Вихідними параметрами (параметрами контролю) підсистем можуть бути динамічний діапазон сканування, відносна площа растрових елементів на друкарській формі та оптична густина відбитка відповідно.

Тож на підставі визначення головних незалежних та вихід-

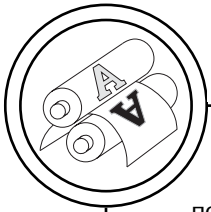
них параметрів кожної підсистеми можна розробити регресійну математичну модель управління системою «оригінал—відбиток». Для визначення якості регресійної моделі визначають наступні статистичні властивості моделі: інваріантність (коефіцієнт кореляції), адекватність (критерій Фішера) та стійкість моделі (структура рівняння та оцінка коефіцієнту регресії) [2].

Отже, застосування методики регресійного аналізу технологічного процесу дозволяє, у визначених на етапі експерименту межах та із заданою точністю, здійснювати управління параметрами якості репродукції на різних етапах технологічного процесу, що у свою чергу дає можливість оптимізувати процес репродукування та наблизити точність відтворення оригіналу на репродукції.

Висновки

1. Визначено актуальність та ефективність застосування методики регресійного аналізу для управління у системі «оригінал—відбиток» і розробки математичної моделі технологічного процесу репродукування, що дозволить здійснювати управління параметрами якості репродукції на різних етапах технологічного процесу та оптимізувати процес у цілому.

2. Обґрунтовано доцільність застосування опитування експертів та експертних процедур для визначення головних незалежних параметрів для кожної підсистеми репродукування.



ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

1. Батюшко А. Л. Точность и надежность технологических процессов в полиграфии. Основные понятия и определения. Примеры расчета / А. Л. Батюшко. — М. : Книга, 1975. — 104 с. 2. Лапач С. М. Статистичні методи в медико-біологічних дослідженнях із застосуванням Excel. [2-е вид., перероб. і доп.] / С. М. Лапач, А. В. Чубенко, П. М. Бабіч. — К. : МОРІОН, 2001. — 408 с. 3. Панкин П. В. Влияние параметров растровых полутоновых иллюстраций на время их обработки растровым процессором / П. В. Панкин // Проблемы полиграфии и издательского дела. — М. : МГУП, 2006. — С. 40—44. 4. Снежко Е. В. Анализ влияния размера пятна лазера на точностные характеристики записи изображения / Е. В. Снежко // Проблемы полиграфии и издательского дела. — М. : МГУП, 2006. — С. 30—40. 5. Горбачев А. А. Методика определения временных затрат на процесс подготовки сверстанных полос к выводу / А. А. Горбачев, Ю. Н. Самарин // Проблемы полиграфии и издательского дела. — М. : МГУП, 2005. — С. 76—84. 6. ГОСТ 23554.0-79 СУКП. Экспертные методы оценки качества промышленной продукции. Основные положения. Введ. 01.01.80. М., 1979. — 29 с.

Рецензент — В. В. Степанець, к.т.н.,
доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 09.10.09