

Н.Є. Сеньківська
Українська академія друкарства

СИНТЕЗ МОДЕЛІ ФАКТОРІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ ДРУКУВАННЯ (НА ПРИКЛАДІ ПЛОСКОГО ОФСЕТНОГО ДРУКУ)

Наведено множини факторів, які визначають якість книжкового видання у процесі друкування накладу. Розроблено вихідний граф зв'язків між факторами. Сформовано матрицю досяжності, на основі якої синтезовано модель факторів прогнозування якості друкарського процесу.

It is resulted множество факторов which determine quality of book edition in the process of seal of drawing. The initial count of connections is developed between factors. The matrix of reach which the model of factors of prognostication of quality of seal of drawing is synthesized on the basis of is formed.

Контроль якості друкарського процесу здійснюється, як відомо, за допомогою візуальних, електронних та статистичних методів, які, як слідує з наведених назв, потребують залучення досвідчених експертів, електронних засобів вимірювання, опрацювання експериментальних даних методами теорії ймовірності та математичної статистики [1,3-6,11]. Повторюваність перерахованих варіантів контролю важко передбачити, оскільки апріорі невідомо, на якому ітераційному кроці вони завершаться, позаяк відомі тільки описові або числові характеристики критеріїв, а рішення про остаточне друкування накладу приймається на основі їх аналізу та порівняння з еталонними значеннями.

Прийняті схеми та методи забезпечують належну якість продукції, однак при цьому досить значною є трудомісткість процедур, які супроводжують процес контролю і забезпечення якості видання, потрібні додаткові витрати матеріалів і машинного ресурсу, затрати робочого часу персоналу. Економія перерахованих та інших чинників обумовлює актуальність досліджень, спрямованих на розроблення інформаційних моделей та альтернативних варіантів апріорного прогнозування якості друкарського процесу і його реалізації.

Методика розв'язання поставленої задачі передбачає виокремлення множини факторів, дотичних до процесу друкування, утворення вихідного графа зв'язків між ними, реалізацію ітераційних процедур над матрицею досяжності, синтез та оптимізацію ієрархічної моделі пріоритетного впливу факторів на прогнозування якості видання, проектування варіантів друкування накладу з врахуванням домінуючих факторів та вибір альтернативного за критерієм максимального значення функції корисності.

На основі аналізу літературних джерел [5,6,8,9,11,16,17] та експертного оцінювання згрупуємо фактори за призначенням та основними характеристиками, виділивши технічне оснащення, матеріали і технологічні процедури. Утворимо множини лінгвістичних змінних, які відповідають виокремленим факторам, до яких віднесемо:

- s_1 – тип друкарської машини (ТДМ);

- s_2 – тип друкарської форми (ТДФ);
- s_3 – тип декеля (ТДК);
- s_4 – тип паперу (ТПП);
- s_5 – подавання фарби (ПФБ);
- s_6 – зволожувальний розчин (ЗВР);
- s_7 – узгодженість між параметрами (УЗП);
- s_8 – деформацію декеля в зоні контакту з друкарською формою (ДДФ);
- s_9 – деформацію декеля в зоні друкарського контакту (ДДК);
- s_{10} – швидкість друкування (ШВД);

Першу умову для розв'язання цієї задачі виконано – вибрано множину факторів сформованих у вигляді лінгвістичних змінних.

$$S = \{s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6, s_7, s_8, s_9, s_{10}\},$$

Наступний крок полягає у встановленні бінарних відношень між факторами. Сукупність множини факторів із заданим відношенням між ними згідно теорії [15] утворить граф (рис. 1), у якому враховано експертні судження стосовно зв'язків між ними. Вершини графа ідентифікують лінгвістичні фактори, ребра з'єднують суміжні пари вершин, для котрих визначено зв'язок. Нагадаємо, що якщо зв'язок приєднано до деякої вершини, то це означає, що фактор, позначений цією вершиною, впливає на фактор, від вершини якого спрямована стрілка-ребро.

Вихідний граф рис. 1 використаємо для упорядкування факторів за важливістю впливу на досліджуваний процес, результатом якого стане ієрархічна модель факторів друкарського процесу. Для синтезу лінгвістичної моделі використаємо засоби теорії матриць і системного аналізу [2,7,10,13-15].

На підставі графа рис. 1 будемо бінарну матрицю залежності A для множини вершин S за таким правилом [10,13]:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i \text{ є батьком } j; \\ 0, & \text{якщо } i \text{ не є батьком } j. \end{cases} \quad (1)$$

Матрицю A розмірності 10×10 елементів помістимо в таблицю (табл. 1). Встановлені зв'язки для кожного фактора розмістяться на перетині відповідного рядка і стовпця таблиці. Діагональні елементи такої матриці матимуть нульові значення.

Бінарна матриця залежності стає основою для побудови базової бінарної матриці досяжності (табл. 2) за наступною умовою:

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } i \text{ є батьком } j \text{ або } i \text{ є батьком батька } j; \\ 0, & \text{якщо } i \text{ не є батьком } j \text{ або } i \text{ не є батьком батька } j. \end{cases} \quad (2)$$

Наявність шляху фіксується також при переході через проміжні вершини вихідного графа.

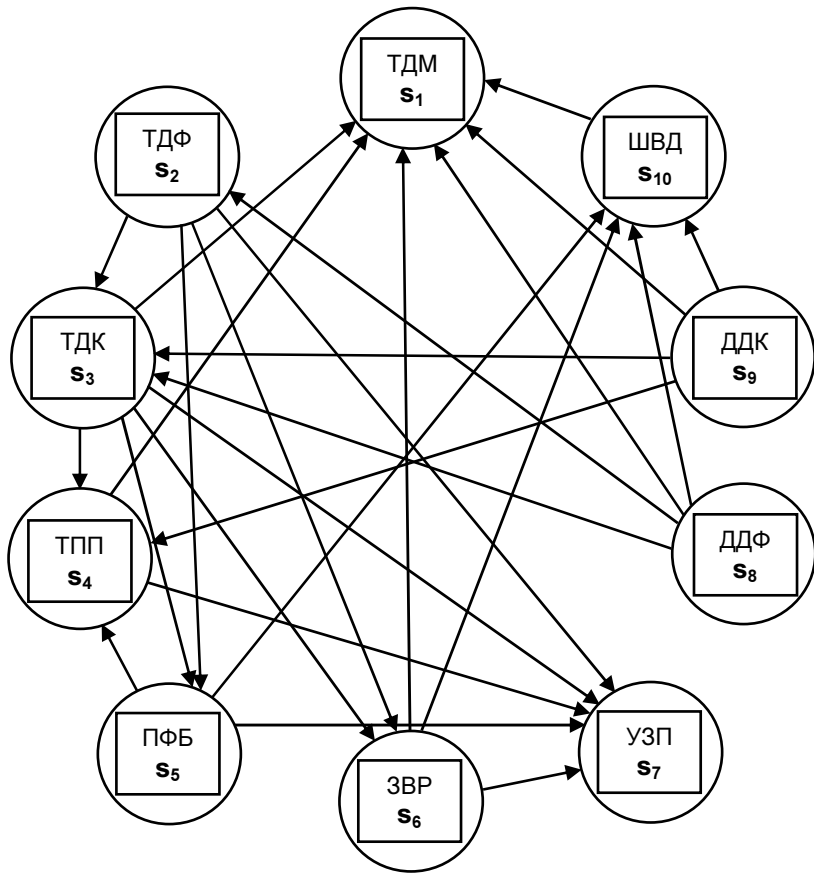


Рис. 1. Вихідний граф зв'язків між факторами друкування накладу

Таблиця 1

Матриця залежності

| | ТДМ (s ₁) | ТДФ (s ₂) | ТДК (s ₃) | ТПП (s ₄) | ПФБ (s ₅) | ЗВР (s ₆) | УЗП (s ₇) | ДДФ (s ₈) | ДДК (s ₉) | ШВД (s ₁₀) |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|
| ТДМ (s ₁) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ТДФ (s ₂) | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| ТДК (s ₃) | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ТПП (s ₄) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| ПФБ (s ₅) | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| ЗВР (s ₆) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| УЗП (s ₇) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ДДФ (s ₈) | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ДДК (s ₉) | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| ШВД (s ₁₀) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Матриця досяжності

| | ТДМ (s ₁) | ТДФ (s ₂) | ТДК (s ₃) | ТПП (s ₄) | ПФБ (s ₅) | ЗВР (s ₆) | УЗП (s ₇) | ДДФ (s ₈) | ДДК (s ₉) | ШВД (s ₁₀) |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
| ТДМ (s ₁) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ТДФ (s ₂) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| ТДК (s ₃) | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| ТПП (s ₄) | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| ПФБ (s ₅) | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| ЗВР (s ₆) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| УЗП (s ₇) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| ДДФ (s ₈) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| ДДК (s ₉) | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| ШВД (s ₁₀) | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |

Матриця досяжності використовується для реалізації ітераційного алгоритму утворення рівнів важливості факторів, початковий з яких є найнижчим за пріоритетністю впливу на досліджуваний процес. Для визначення вказаного рівня додатково послуговуємося математичними залежностями

$$Z(s_i) = D(s_i) \cap P(s_i), \quad (3)$$

$$P(s_i) = Z(s_i). \quad (4)$$

на основі чого будується табл. 3.

Нагадаємо, що у другий стовпець таблиці заносимо підмножину $D(s_i)$ – номерів досяжних вершин, або номери одиничних елементів відповідних рядків матриці досяжності; третій стовпець визначає підмножину вершин попередниць $P(s_i)$ – номери одиничних елементів стовпців цієї матриці. У цьому випадку залежність (4) означатиме виконання умови рівності номерів факторів, заданих у другому і третьому стовпцях таблиці, в результаті чого утворюється певний рівень ієрархії факторів у результуючій графічній моделі.

Таблиця 3 фіксує співпадання номерів факторів 8 – деформація декаля в зоні контакту з друкарською формою (ДДФ) і 9 – деформація декаля в зоні друкарського контакту (ДДК). Отже, для двох відзначених факторів маємо перший найнижчий рівень в ієрархії пріоритетності впливу на друкарський процес.

Таблиця 3

| i | $D(s_i)$ | $P(s_i)$ | $D(s_i) \cap P(s_i)$ |
|-----|--------------------|--------------------|----------------------|
| 1 | 1 | 1,2,3,4,5,6,8,9,10 | 1 |
| 2 | 1,2,3,4,5,6,7,10 | 2,8 | 2 |
| 2 | 1,3,4,5,6,7,10 | 2,3,8,9 | 3 |
| 4 | 1,4,7 | 2,3,4,5,8,9 | 4 |
| 5 | 1,4,5,7,10 | 2,3,5,8,9 | 5 |
| 6 | 1,6,7,10 | 2,3,6,8,9 | 6 |
| 7 | 7 | 2,3,4,5,6,7,8,9, | 7 |
| 8 | 1,2,3,4,5,6,7,8,10 | 8 | 8 |
| 9 | 1,3,4,5,6,7,9,10 | 9 | 9 |
| 10 | 1,10 | 2,3,5,6,8,9,10 | 10 |

Наступна таблиця, як відомо [10,14], не буде містити цифр 8 і 9, а також аналогічних за номерами рядків. Дії над нею та наступними таблицями, кожна з яких визначає черговий рівень ієрархії факторів, аналогічні до наведених вище. У результаті одержимо модель:

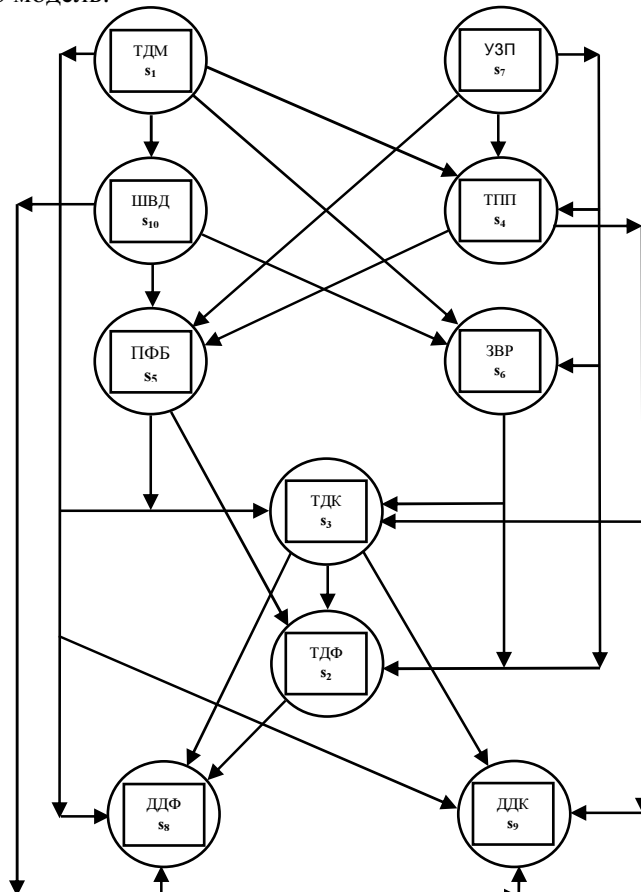


Рис. 2. Ієрархічна модель факторів друкування накладу

Синтезована модель стає підставою для розроблення моделі, в якій відображено пріоритетність впливу виокремлених нами факторів на процес друкування накладу (рис. 3).

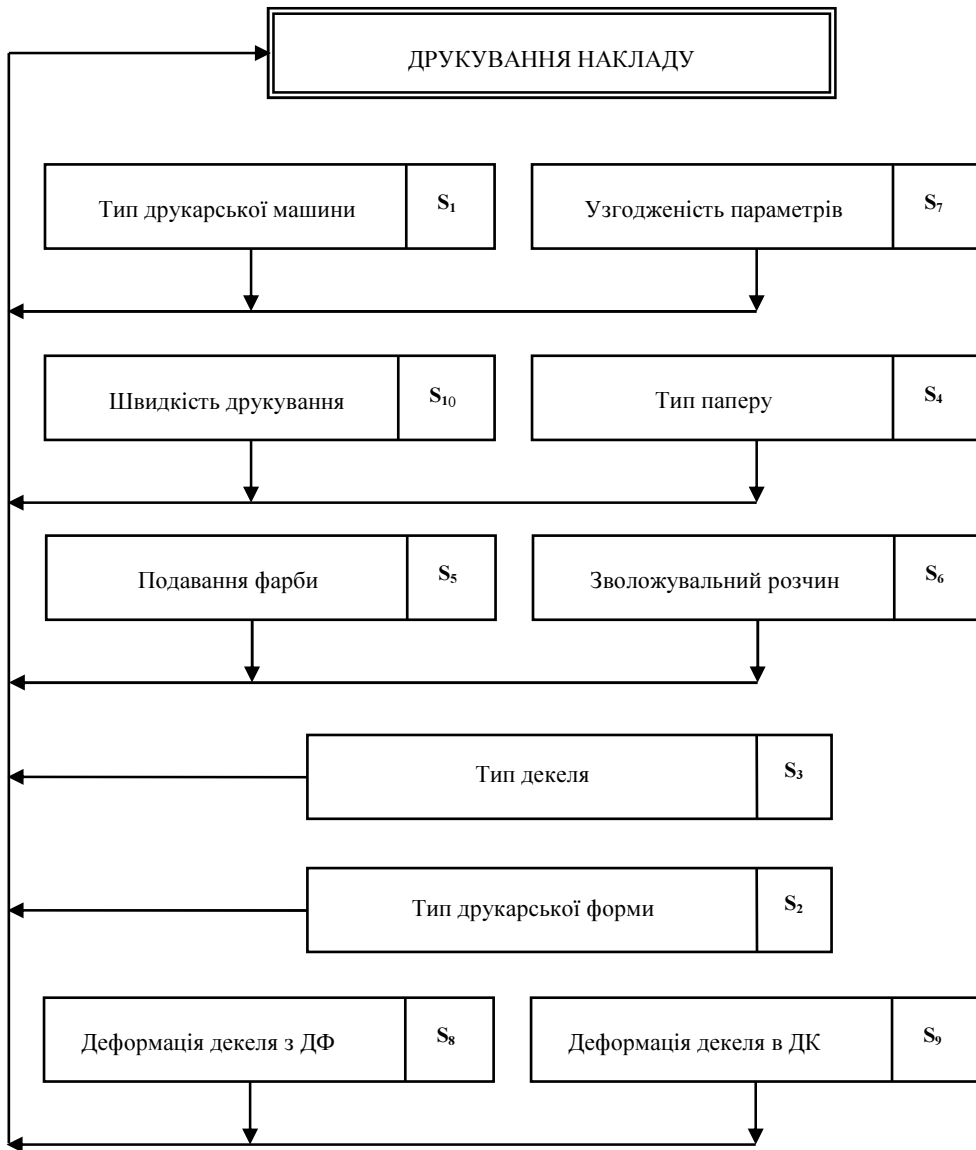


Рис. 3. Модель пріоритетного впливу факторів на процес друкування накладу

Незважаючи на теоретичне обґрунтування синтезованих моделей ієрархічного впорядкування факторів за важливістю дії на процес друкування накладу, відтворене на рис. 2 і рис. 3, вони є наслідком опрацювання результатів суб'єктивних суджень експертів стосовно бінарних залежностей між факторами, відображених нами у якісно зваженому вихідному графі рис. 1. Оцінки, як і самі фактори, поки-що описові, без числового обґрунтування вагових коефіцієнтів. Тим не менше, маємо підстави для наступного твердження.

Найсуттєвіший вплив на прогноз якісного друкування видання для вибраної друкарської машини та параметрично узгоджених матеріалів мають згідно наведених вище моделей тип паперу, фарба, зволожувальний розчин і швидкість друкування. Даний висновок узгоджується з результатами досліджень (1,4,5,11,16,17), проведених на основі численних експериментів на реально діючих офсетних машинах. Практика роботи друкарень також підтверджує достовірність одержаних нами результатів.

Задекларовані на початку статті задачі оптимізації ієрархічної моделі пріоритетного впливу факторів на прогнозування якості видання, формування багатofакторних альтернатив процесу друкування накладу на основі множини Парето (до якої віднесено непоміновані фактори: узгодженість між параметрами; швидкість друкування; тип паперу; подавання фарби; зволожувальний розчин) та вибір оптимального варіанту друкування накладу за критерієм максимального значення функції корисності альтернативи можуть стати темами окремих публікацій.

1. Александров Д. *Современные средства повышения качества офсетной печати* / Д. Александров. – СПб: Текст, 1998. – 76 с.
2. Бартіш М.Я. *Дослідження операцій. Частина 3. Ухвалення рішень і теорія ігор* / М.Я. Бартіш, І.М. Дудзяний. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. – 278 с.
3. Гавенко С.Ф. *Оцінка якості поліграфічної продукції: навч. пос. / Під ред. д.т.н., проф. Лазаренка Е.Т. / С.Ф. Гавенко, О.В. Мельников. – Львів: Афіша, 2000. – 120 с.*
4. Гавенко С. *Системний аналіз і методи керування якістю книжкової продукції* / С. Гавенко, І. Корнілов, В. Нічка. – Ужгород: Карпати, 1996. – 80 с.
5. Гавенко С.Ф. *Класифікація і оптимізація системи показників якості книжкової продукції* / С.Ф. Гавенко // *Поліграфія і видавнича справа: наук.-техн. зб.* – Львів: УАД, 1997. – Вип. 32. – С. 109.
6. Жидецький Ю.Ц. *Поліграфічні матеріали: підруч.* / Ю.Ц. Жидецький, О.В. Лазаренко, Н.Д. Лотошинська, В.З. Майк, О.В. Мельников, Т.В. Олянишен, Ю.М. Румянцев, С.Є. Хаджинова, С. Якуцевич. – Львів: Афіша, 2001. – 328 с.
7. Заде Л.А. *Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений* / Л.А. Заде. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
8. Киппхан Г. *Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства: пер. с нем.* / Г. Киппхан. – М.: Моск. Гос. Ун-т печати, 2003. – 1253 с.
9. Лихачев В.В. *Основы управления качеством печатной продукции: Учеб. пособ.* / В.В. Лихачев. – М.: МГУП, 1999. – 88 с.
10. Лямець В.І., Тевяшев А.Д. *Системний аналіз. Вступний курс. 2-е вид., перероб. та допов., Х., 2004. – 448 с.*
11. Мельников О.В. *Технологія плоского офсетного друку: підруч.* / О.В. Мельников. – 2-е вид., випр. – Львів: Укр. акад. друкарства, 2007. – 388 с.
12. Ромейков И.В. *Графические искажения на оттисках офсетной печати* / И.В. Ромейков, А.В. Владимиров // *Научные труды по печатным процессам.* – Ч. II, 1975. – С. 44-48.
13. Т. Саати. *Принятие решений (Метод анализа иерархий)* / Т. Саати – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.
14. Сеньківський В.М., Козак Р.О. *Модель критеріїв композиційного оформлення книжкових видань* // *Наукові записки УАД, 2008. Вип.1 (13). С. 125-139.*
15. Сеньківська Н.Є. *Фактори впливу на якість друкування книжкових видань* / Н.Є. Сеньківська // *Наук.-техн. конф. УАД. Тези доп. Львів: 2011. – С. 48.*
16. Jakuciewicz S. *Papier w poligrafii* / S. Jakuciewicz. – Warszawa: Inicjal, 1999. – 210 s.
17. Jakuciewicz S. *Farbe drukowe* / S. Jakuciewicz. – Wroclaw: Korab, 2001. – 186 s.