

УДК 004+655.5+655.26+65.012.123

Дурняк Б.В., д.т.н., проф., Сеньківський В.М., д.т.н., проф., Піх І.В., к.т.н.

Українська академія друкарства

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИДАВНИЧО-ПОЛІГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСІВ (МЕТОДОЛОГІЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ)

Сформульовано методологію прогностичного забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів на підставі використання інформаційної концепції, нечіткої логіки та нейро-нечітких мереж у побудові інформаційних технологій.

Методологія, інформаційна технологія, прогнозування, якість, видавничо-поліграфічні процеси, нечітка логіка, нейро-нечітка модель.

Сучасні видавничо-поліграфічні процеси ґрунтуються на використанні перевірених практикою засад, а саме: технологічних процедур, технічного оснащення, матеріалів, організаційних заходів, програмного (комп'ютерного) забезпечення. Сукупна їх взаємодія при дотриманні встановлених стандартами вимог приводить до отримання продукції належної якості. Водночас, при цьому досить значною є трудомісткість операцій, які супроводжують процес забезпечення якості реалізації основних технологічних етапів підготування та випуску друкованої продукції. На даний час контроль якості продукції потребує додаткових матеріалів і машинного ресурсу, складних технічних рішень, зайвих витрат робочого часу персоналу. Економія перерахованих та інших чинників обумовлює актуальність досліджень, спрямованих на розроблення інформаційних технологій для прогнозованого забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів.

Зрозуміло також, що сучасні методи, способи і засоби перевірки якості друкованої продукції дають належний результат, однак є недостатніми, оскільки контроль здійснюється на завершальних стадіях випуску накладу, у той же час відсутній механізм оцінювання результатів реалізації попередніх (видавничих) етапів – проектування та додрукарського підготування видань.

Множину вимог та правил, які стосуються показників якісного завершення процедур, пов'язаних з різними стадіями підготування книжкових видань неможливо задати лише числовими параметрами. Так, достатньо значний їх обсяг у технологічних інструкціях зі складальних процесів носить словесно описовий характер. Набір таких мовних характеристик процесів, явищ чи процедур прийнято називати лінгвістичними змінними, які є основою теорії нечітких множин. Допустимі значення лінгвістичних змінних утворюють терм-множину, або нечітку множину, яка підпорядковується певним обмеженням. Перехід від описових сутностей терм-множини до їх формалізованого подання здійснюється за допомогою відображення, яке ідентифікується функціями належності. З їх допомогою лінгвістична інформація перетворюється у числові дані, які, у свою чергу, забезпечують комп'ютерне опрацювання моделей, що стосуються проектування видань, їх композиційного оформлення на етапі додрукарського опрацювання, друкування та післядрукарського оформлення накладу, задач прогнозування та забезпечення якості книжкових видань.

Розрахунок функцій належності здійснюється на підставі побудови матриць попарних порівнянь, елементи яких містять відношення між рангами значень лінгвістичної змінної у точках поділу на кванти діапазону їх задання універсальною терм-множиною. При цьому значення функцій належності визначають ступінь впливу факторів чи параметрів, описаних лінгвістичними змінними, на реалізацію відповідних їм процедур і можуть бути використані для моделювання прогнозу якості видавничо-поліграфічних процесів.

Наведені процедури є визначальними для етапу фазифікації, суть якого полягає у зіставленні терм-множини значень аналізованих факторів та необхідних для їх формалізації функцій належності – відповідника нечіткого формату змінних величин.

Отримані результати стають підставою для подальшого моделювання прогнозу і забезпечення якості досліджуваних процесів. При цьому використовуються нечіткі логічні рівняння і нечітка база знань, побудована на використанні експертних висловлювань та продукційних моделей, поданих засобами логічних предикатів мовою математичної логіки у вигляді нечітких

лінгвістичних правил «якщо <умова>, тоді <висновок (дія)>», або «якщо <вхід>, тоді <вихід>». Цей етап зворотний до попереднього і називається дефазифікацією. Його результат звичайно подають у вигляді аналітичних розв'язків або сигналів виконавчих пристроїв.

Сукупність рішень, що реалізують описані вище процедури, складають зміст методології прогнозування та забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів, в основі якої – інформаційні технології, побудовані з використанням нечітких множин та лінгвістичних змінних. Подамо у скороченому викладі найважливіші етапи вирішення вказаної проблеми.

1. Виокремлення та аналіз факторів (лінгвістичних змінних), що впливають на якість реалізації досліджуваного процесу [1-7].

2. Формалізоване відтворення заданих факторів [2,6].

3. Побудова семантичної мережі у вигляді орієнтованого графа, вершини якого позначають множину факторів, а ребра – бінарні зв'язки між ними [7-9].

4. Встановлення рангів (рівнів важливості) факторів з незалежним використанням вказаних нижче методів.

4.1. Метод математичного моделювання ієрархій [9-12].

Отримання бінарної матриці досяжності на підставі отриманого вихідного орієнтованого графа. Побудова та опрацювання ітераційних таблиць. Встановлення рівнів пріоритетності впливу факторів на процес.

4.2. Метод ранжування факторів [13,14].

Визначення показників, які стосуються кількісного вираження впливів та залежностей між факторами. Побудова ієрархічних моделей впливів (залежностей) для кожного з факторів. Розрахунок вагових значень факторів. Встановлення рангів факторів за сумарними показниками вагових коефіцієнтів (з врахуванням впливів та залежностей між факторами).

5. Синтез графічної моделі за інтегральними ваговими значеннями, що відображають пріоритетність впливу факторів на процес [6,9,15-19].

6. Оптимізація отриманої моделі за методом аналізу ієрархій [9,10,21-25].

6.1. Побудова матриці попарних порівнянь факторів з використанням шкали відносної важливості об'єктів.

6.2. Обчислення компонент головного власного вектора матриці попарних порівнянь.

6.3. Нормалізація значень компонент головного власного вектора матриці попарних порівнянь, що формують множину оптимальних значень ваг факторів впливу на якість процесу.

6.4. Перевірка результатів оптимізації за критеріями максимального значення головного власного вектора матриці попарних порівнянь, індексу узгодженості та відношення узгодженості.

6.5. Синтез оптимізованої моделі пріоритетного впливу факторів на технологічний процес.

7. Розрахунок альтернативних варіантів реалізації процесу.

7.1. Метод лінійного згортання критеріїв [22, 26-28].

Використання теореми методу багатокритеріальної теорії корисності для постановки завдання. Виокремлення взаємно непоміжаних факторів множини Парето. Побудова таблиці оцінювання альтернатив за вибраними факторами. Розрахунок вагових значень факторів. Обчислення функцій корисності альтернатив. Встановлення оптимальної альтернативи за максимальним значенням функцій корисності.

7.2. Метод багатокритеріальної оптимізації за нечітким відношенням переваги [29-33].

Виокремлення взаємно непоміжаних факторів множини Парето. Запис відношень переваги для факторів на множині альтернатив. Встановлення множини альтернатив та відповідних функцій належності. Знаходження адитивної згортки відношень з розрахованими функціями належності. Пошук перетину множин непоміжаних альтернатив, максимум функції належності якого визначає оптимальний варіант реалізації процесу.

8. Моделювання технологічних процесів на підставі нечіткої логіки та лінгвістичних змінних [3,5,9,10,21,34-36].

8.1. Побудова дерева логічного виведення у вигляді графа, структура якого відтворює ієрархію факторів та відповідних їм лінгвістичних термів, що впливають на якість реалізації процесу. Корінь дерева визначає вихідний прогнозований показник якості у вигляді нечіткої множини.

8.2. Встановлення універсальної терм-множини значень та відповідних їй лінгвістичних термів виокремлених факторів (лінгвістичних змінних).

8.3. Побудова матриць попарних порівнянь для множини лінгвістичних термів відносно квантів поділу інтервалів значень універсальної множини та отримання для кожної з матриць функцій належності.

8.4. Нормування значень функцій належності та співвіднесення їх до квантів поділу універсальної множини.

8.5. Побудова суміщених графіків за нормованими значеннями функцій належності для лінгвістичних змінних і відповідних їм лінгвістичних термів.

8.6. Розроблення нечіткої бази знань (матриці) з використанням нечітких логічних висловлювань «якщо <умова>, тоді <висновок (дія)>».

8.7. Побудова нечітких логічних рівнянь на підставі бази знань та функцій належності, які визначають зв'язок між функціями належності вхідних та вихідних даних.

8.8. Побудова аналітичного виразу для формалізованої ідентифікації прогнозованого результату у вигляді нечіткої множини, отриманої на підставі дерева логічного виведення та нечіткої бази знань.

8.9. Розрахунок кількісного показника (дефазифікація нечіткої множини п. 8.8) прогнозованої якості за методом центра мас або центра ваги плоскої фігури, обмеженої графіком функції належності і віссю абсцис.

9. Багатофакторний аналіз технологічного процесу з використанням нейро-нечіткої мережі [21,35].

9.1. Побудова ієрархічної нейро-нечіткої мережі моделювання, яка відображає зв'язки між вхідними змінними, лінгвістичними термами і нечіткими базами знань.

9.2. Побудова рекурентних співвідношень оптимізації для налаштування параметрів нейро-нечіткої мережі.

9.3. Обчислення частинних похідних і модифікація параметрів нейро-нечіткої мережі.

9.4. Діагностика технологічного процесу на підставі системи нечітких логічних рівнянь та генетичного алгоритму розв'язання цієї системи.

9.4. Налаштування нечіткої моделі.

У результаті реалізації розробленої методології забезпечується прогностичне оцінювання якості видавничо-поліграфічних процесів на підставі використання інформаційної концепції, нечіткої логіки та нейро-нечітких мереж у побудові інформаційних технологій. Встановлюється залежність результату реалізації технологічного процесу від виокремленої множини факторів за допомогою нечітких баз знань та функцій належності, як ефективного засобу зв'язку між лінгвістичними змінними та прогнозованим вихідним параметром.

Задекларовані підходи можуть стати підставою для розроблення нечіткої експертної системи, використання якої обумовить вибір оптимальних значень технологічних характеристик, ідентифікованих лінгвістичними змінними, що забезпечать прогнозовану якість результату.

1. Дурняк Б. В. Способи використання інформаційних компонент для каліграфічних моделей / Б. В. Дурняк, В. І. Сабат, О. М. Назаренко // Наукові записки. – Львів : УАД, 2011. – № 4 (37). – С. 236–243. 2. Гілета І. В. Формалізація факторів процесу макетування шпальти газети / І. В. Гілета, В. М. Сеньківський // Поліграфія і видавнича справа (Укр. акад. друкарства). – 2010. – №1(51). – С. 61–68. 3. Заде Л. Роль мягких вычислений и нечеткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных интеллектуальных систем / Л. Заде // Новости искусственного интеллекта. – М., 2001. – № 2–3. – С. 7–11. 4. Сеньківський В. М. Фактори прогнозування якості флексографічного друку [Текст] / В. М. Сеньківський, В. Ф. Кохан, О. В. Мельников, О. В. Лазаренко // Полігр. і вид. справа. – 2012. – № 3 (59). – С. 53-58. 5. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. А. Заде. – М. : Мир, 1976. – 165с. 6. Сеньківський В.М. Автоматизоване проектування книжкових видань : монографія / В. М. Сеньківський, Р. О. Козак. – Львів, 2008. – 200 с. 7. Дурняк Б. В. Моделі систем захисту документів / Б. В. Дурняк, В. І. Сабат. – Львів, 2010. – 160 с. 8. Сеньківський В. М. Модель критеріїв композиційного оформлення книжкових видань / В. М. Сеньківський, Р. О. Козак // Наукові записки УАД, 2008. – Вип.1 (13). – С. 125–139. 9. Лямець В. І. Системний аналіз. Вступний курс. – 2-е вид., перероб. та допов. / В. І. Лямець, А. Д. Тевяшев. – Харків: ХНУРЕ, 2004. – 448 с. 10. Т. Саати. Принятие решений (Метод анализа иерархий) / Т. Саати. – М.: Радио и связь, 1993. – 224 с. 11. Піх І.В. Параметричне прогнозування якості друкованої продукції // Квалілогія книги : зб. наук. праць. – Львів : УАД, 2003. – Вип.6. – С. 200–213. 12. Дурняк Б. В. Пріоритетність критеріїв у процесі творення газетного видання //

- Б. В. Дурняк, І. В. Гілета, В. М. Сеньківський / Комп'ютерні технології друкарства (Укр. акад. друкарства). – 2008. – № 19. – С. 195–202. 13. Сеньківський В. М. Метод ранжування факторів впливу на якість технологічних процесів / В. М. Сеньківський, І. В. Піх, О. В. Мельников // Поліграфія і видавнича справа. № 1 (61), Львів: 2013. – С. 60-65. 14. Сеньківський В. М. Математичне моделювання процесу ранжування факторів / В. М. Сеньківський, І. В. Піх // Моделювання та інформаційні технології. Зб. наук. праць. Вип. № 69. – К. : ІПМЕ НАНУ, 2013. – С. 142-146. 15. Піх І.В. Інформаційні технології моделювання видавничих процесів: навч. посіб. / І.В. Піх, В.М. Сеньківський. – Львів: Укр. акад. друкарства, 2013. – 220 с. 16. Піх І. В. Синтез моделі факторів композиційного оформлення іміджевої презентації / І. В. Піх, В. М. Сеньківський, Р. Р. Андрійв // Поліграфія і видавнича справа. № 4 (56), Львів: 2011. С. 117-124. 17. Сеньківський В. М. Модель критеріїв композиційного оформлення видання / Сеньківський В. М., Козак Р. О., Піх І. В. // Наукові записки : наук.-техн. зб. – Львів : УАД, 2008. – Вип. 13. – С. 125–139. 18. Дурняк Б. В. Метод синтезу математичних моделей кваліграфії з основними інформаційними компонентами / Б. В. Дурняк, В. І. Сабат, О. М. Назаренко // Поліграфія і видавнича справа. – Львів : УАД. 2011. – № 2 (54). – С. 163–170. 19. Месарович М. Теорія ієрархічних багатоуровневих систем / Месарович М., Мако Д., Такахара Й. – М. : Мир, 1973.– 344 с. 20. Сеньківський В. М. Модель факторів, що визначають якість очищення анілоксових валів флексографічних друкарських машин / В. М. Сеньківський, В. Ф. Кохан, О. В. Мельников // Полігр. і вид. справа. – 2012. – № 2 (58). – С. 99-109. 21. Сявакко М. С. Інформаційна система «Нечіткий експерт» / М. С. Сявакко. – Львів : Видавн.центр ЛНУ імені Івана Франка, 2007. – 320 с. 22. 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. 23. Дурняк Б. В. Системний аналіз та оптимізація параметрів книжкових видань / Б. В. Дурняк, І. В. Піх, В. М. Сеньківський. – Львів: Українська академія друкарства: монографія, 2006. – 198 с. 23. Сеньківська Н. Є. Оптимізація моделі факторів проектування книжкових видань / Н. Є. Сеньківська, І. В. Піх, В. М. Сеньківський // Поліграфія і видавнича справа. – Львів, 2011. – № 2 (54). – С. 113–124. 24. Дурняк Б.В. Оптимізація параметрів систем поліграфічного обладнання в середовищі Matlab / Б.В. Дурняк, О.В. Тимченко // Комп'ютерна інженерія та інформаційні технології. Вісник НУ "Львівська політехніка". – Львів, 2000. – № 413. – С. 148–152. 25. Кохан В. Ф. Оптимізація моделі факторів прогнозування якості очищення анілоксових валів / В. Ф. Кохан // Наук. зап. (Укр. акад. друкарства). – 2012. – № 4 (41). – С. 157-165. 26. Піх І. В. Багатофакторний вибір альтернатив композиційного оформлення книжкового видання / І. В. Піх, Н. Є. Сеньківська, В. М. Сеньківський // Технологія і техніка друкарства : зб. наук. пр. – К. : ВПНТУУ «Київський політехнічний інститут», 2011. – № 2. – С. 146–152. 27. Сеньківська Н. Є. Вибір альтернативного варіанту друкування накладу / Н. Є. Сеньківська // Комп'ютерні технології друкарства : зб. наук. пр. – Львів : УАД, 2011. – № 26. – С. 222–228. 28. Сеньківський В. М. Альтернативні варіанти впливу композиційних факторів на структуру газетної полоси / В. М. Сеньківський, І. В. Гілета // Поліграфія і видавнича справа (Укр. акад. друкарства). – №1 (35). – 2011. – С. 59–65. 29. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій. Підручник. Сьоме видання, перероблене та доповнене / Ю. П. Зайченко. – К. : Видавничий Дім «Слово», 2006. – 816 с. 30. Зайченко О. Ю. Дослідження операцій. Збірник задач / О. Ю. Зайченко, Ю. П. Зайченко. – К. : Видавничий Дім «Слово», 2007. – 472 с. 31. Сеньківський В. М. Багатофакторний вибір альтернативних варіантів флексографічного друку на основі нечіткого відношення переваги / В. М. Сеньківський, О. В. Мельников, В. Ф. Кохан // Наук. зап. (Укр. акад. друкарства). – 2012. – № 3 (40). – С. 120-125. 32. Сеньківський В. М. Багатокритеріальний вибір альтернативних варіантів дизайну електронного видання для планшетного комп'ютера на основі нечіткого відношення переваги / В. М. Сеньківський, Ю. В. Ратушняк // Наукові записки. Наук. техн. зб. Вип. № 3 (40). Львів: УАД, 2012. С. 139-143. 33. Репета В. Б. Вибір альтернативи процесу вузькорулонного УФ-флексографічного друку / В. Б. Репета, Н. С. Гургаль, В. М. Сеньківський // Квалілогія книги. Зб. наук. праць. Вип. № 2 (22). Львів: УАД, 2012. С. 62-65. 34. Ротштейн О. П. Soft Computing в біотехнології: багатофакторний аналіз і діагностика: моногр. / О. П. Ротштейн, Є. П. Ларюшкін, Ю. І. Мітюшкін. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 144 с. 35. Ротштейн А. П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, нейронные сети, генетические алгоритмы / А. П. Ротштейн. – Винниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 320 с. 36. Сеньківський В. М. Вагомість функцій належності у забезпеченні якості друкарського процесу / В. М. Сеньківський, Н. Є. Сеньківська, Ю. І. Петрів, І. В. Калиній // Наукові записки. Наук. техн. зб. Вип. № 3 (44). Львів: УАД, 2013. – С. 78-83.