

УДК 655.5: 004.942

**СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ ІНФОРМАЦІЙНОЇ
ТЕХНОЛОГІЇ ПРОГНОЗУВАННЯ ЯКОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ
ТА РЕАЛІЗАЦІЇ МОНТАЖНИХ СПУСКІВ**

В. М. Сеньківський¹, І. В. Піх¹, Т. С. Голубник¹, І. В. Калиній²

¹Українська академія друкарства,
вул. Підголосо, 19, Львів, 79020, Україна,

²Бережанський агротехнічний інститут,
вул. Академічна 20, м. Бережани, 47501, Україна

Результати розв'язання завдань, пов'язаних з дослідженням впливу встановлених експертним способом факторів на процеси формування монтажних спусків книжкових видань стали підставою виокремлення компонент для побудови структурно-функціональної моделі інформаційної технології прогнозування якості проектування та реалізації спусків. Внаслідок цього виокремлено основні етапи розробленої інформаційної технології, кожний з яких розглядається як завершена ланка з певним набором технологічних і (або) інформаційних процедур та отриманих при цьому результатів їх виконання. На основі узагальненого опису виокремлених етапів розроблено структурно-функціональну модель інформаційної технології прогнозування якості проектування та реалізації монтажних спусків книжкових видань.

Ключові слова: *нечітка логіка, функція належності, лінгвістична зміна, фактор, якість, інформаційна технологія, монтажний спуск, фазифікація, дефазифікація, імітаційна модель, структурно-функціональна модель.*

Постановка проблеми. Дослідження, пов'язані з моделюванням процесів проектування та отримання монтажних спусків книжкових видань (МСКВ), свідчать про доцільність та ефективність застосування засобів нечіткої логіки у процесі ідентифікації основних чинників процесу формування МСКВ через лінгвістичні змінні, значення яких на початку визначались як множина словесних описів. Застосування адекватних методів системного аналізу та експертних даних забезпечило отримання рангів відповідних факторів, оптимізованих моделей пріоритетного їх впливу на досліджуваний процес та його реалізацію за розрахованими варіантами, побудованими на підставі множини Парето і відповідних функцій корисності. Як уже зазначалось, альтернативи враховували міру впливу фактора на процес, тобто можливі комбінації значень часток трудомісткості факторів чи міри їх важливості у кожному з варіантів. Критерієм вибору оптимального варіанта серед альтернативних служить максимальне значення функції належності об'єднаного функціонала [1–2].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проведені раніше дослідження [6–8] стосовно моделювання процесу прогностичного забезпечення якості формування та реалізації монтажних спусків книжкових видань передбачають розв'язання таких завдань:

- виконати порівняльний аналіз технологій та способів формування монтажних спусків книжкових видань та дослідити точність процесу зміщення сторінок книжкових зошитів при комплектуванні вкладанням, взаємноперпендикулярному фальцюванні і комплектуванні підбиранням;

- побудувати математичну модель розрахунку за критерієм мінімізації відходів паперу оптимальних накладів книжкових видань при розташуванні на аркушах паперу комбінованих кінцевих монтажних спусків;
- сформувати семантичну мережу, що містить виокремлені фактори і бінарні зв'язки між ними, синтезувати та оптимізувати багаторівневу модель пріоритетного впливу факторів на процес реалізації монтажних спусків за методом попарних порівнянь та методом ранжування факторів;
- запроєктувати з використанням методу багатокритеріальної оптимізації альтернативні варіанти процесу реалізації монтажного спуску книжкових видань та вибрати оптимальний за критерієм максимального значення функції корисності об'єднаний функціонал;
- запроєктувати універсальну терм-множину значень та відповідних їй лінгвістичних термів виокремлених факторів (лінгвістичних змінних);
- побудувати багаторівневу модель логічного виведення, структура якої відтворює ієрархію факторів та лінгвістичних термів, що впливають на якість результату. Компонента найвищого рівня визначає вихідний прогнозований показник якості формування монтажних спусків у вигляді нечіткої множини;
- побудувати та здійснити опрацювання матриць попарних порівнянь для множини лінгвістичних термів відносно квантів поділу інтервалів значень універсальної множини для отримання функцій належності лінгвістичних змінних;
- здійснити нормування значень функцій належності та співвіднесення їх до квантів поділу універсальної множини;
- побудувати суміщені графіки за нормованими значеннями функцій належності для лінгвістичних змінних і відповідних їм лінгвістичних термів;
- розробити нечітку базу знань (або матриці знань) з використанням нечітких логічних висловлювань, що відтворюють алгоритм формування якості монтажного спуску залежно від рівня якості лінгвістичних термів;
- побудувати нечіткі логічні рівняння на підставі матриці знань та функцій належності, які визначають зв'язок між функціями належності вхідних та вихідних даних;
- побудувати аналітичний вираз для формалізованої ідентифікації прогнозованого результату у вигляді нечіткої множини, отриманої на підставі багаторівневої моделі логічного виведення та нечіткої бази знань;
- здійснити дефазифікацію нечіткої множини, суть якої полягає у розрахунку числового показника прогнозованої якості за методом центра мас або центра ваги плоскої фігури, обмеженої графіком функції належності і віссю абсцис. При цьому використовуються значення функцій належності лінгвістичних змінних, область існування яких визначена універсальною множиною.

Мета статті. Водночас невирішеною залишається проблема прогнозованого встановлення числових значень параметрів процесу реалізації спуску, які апіорі забезпечили б належну якість накладу. Аргументовану відповідь

на це завдання можна отримати, використавши для його розв'язання засоби нечіткої логіки [3–8] та дослідження операцій [9–12]. У загальному трактуванні нечітка логіка рівнозначна теорії нечітких множин, характерною ознакою яких є певна нечіткість (з огляду на загальноприйняті норми у традиційній математиці) та розмитість меж задання області значень параметрів [10–13].

Результати розв'язання перелічених завдань стали підставою виокремлення компонент для побудови структурно-функціональної моделі інформаційної технології прогнозування якості проектування та реалізації монтажних спусків книжкових видань.

Виклад основного матеріалу дослідження. У процесі дослідження виокремлено основні етапи проектованої інформаційної технології (ІТ), кожний з яких розглядається як завершена ланка з певним набором технологічних і (або) інформаційних процедур та отриманих при цьому результатів їх виконання. Перейдемо до формулювання та опису етапів ІТ (див. рисунок).

Етап 1. Проектування монтажних спусків

Е 1.1. Порівняльний аналіз технологій та способів формування монтажних спусків книжкових видань. Аналіз наявного програмного забезпечення автоматизованого проектування монтажних спусків одночасно для двох видань, його переваги та недоліки.

Е 1.2. Дослідження процесу проектування монтажних спусків. Встановлення точності процесу зміщення сторінок книжкових зошитів при комплектуванні вкладанням, при взаємоперпендикулярному фальцюванні і комплектуванні підбиранням.

Е 1.3. Дослідження варіантів одночасного формування кінцевого монтажного спуску для різних видань. Формулювання засобами теорії лінійного програмування задачі пошуку оптимальних накладів трьох книжкових видань при одночасному формуванні комбінованих кінцевих монтажних спусків, схеми розкладання яких забезпечать мінімальні відходи паперу.

Е 1.4. Побудова математичної моделі та розрахунок за критерієм мінімізації відходів паперу оптимальних накладів книжкових видань при розташуванні на аркушах паперу кінцевих монтажних спусків згідно з комбінаціями (КВ1+БВ), (КВ2+БВ) та (КВ3+БВ).

Етап 2. Проектування альтернативних варіантів реалізації монтажних спусків

Е 2.1. Виокремлення та формалізоване подання факторів, які впливають на процес реалізації монтажних спусків. Множина факторів містить: обсяг видання; тип друкарської машини; спосіб комплектування; розкладання звороту; тип скріплення блока; тип зошита; фальцювання; формат видання.

Е 2.2. Формування семантичної мережі у вигляді орієнтованого графа, вершини якого позначають множину факторів, а ребра — бінарні зв'язки, що ідентифікують впливи та залежності між факторами.

Е 2.3. Синтез та оптимізація багаторівневої моделі пріоритетного впливу факторів на процес реалізації монтажних спусків книжкових видань за методом попарних порівнянь та методом ранжування факторів.

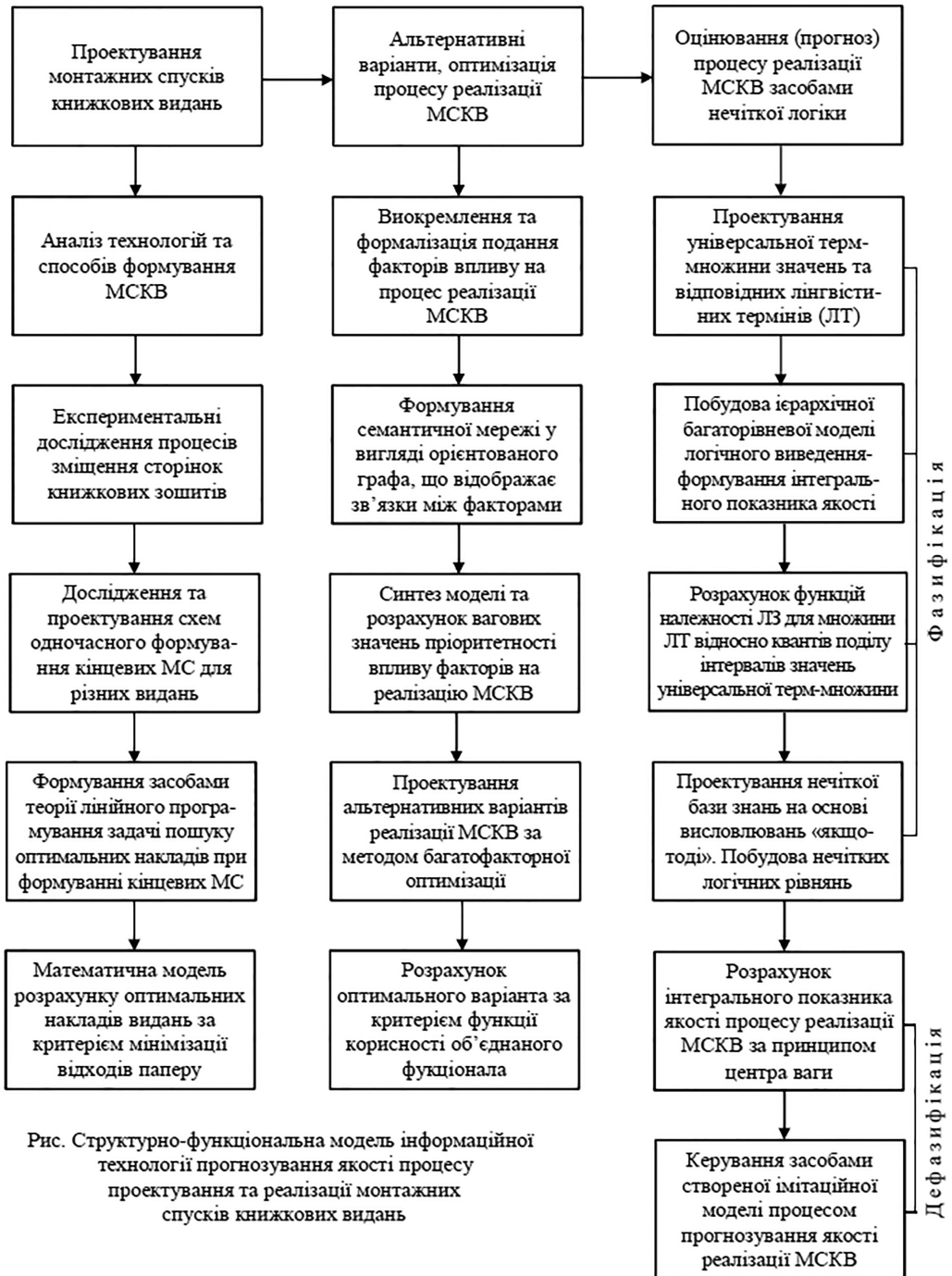


Рис. Структурно-функціональна модель інформаційної технології прогнозування якості процесу проектування та реалізації монтажних спусків книжкових видань

Е 2.4. Проектування методом багатокритеріальної оптимізації на підставі взаємно недомінованих факторів множини Парето альтернативних варіантів процесу реалізації монтажного спуску та вибір оптимального з них за критерієм максимального значення функції корисності об'єданого функціонала.

Етап 3. Оцінювання процесу реалізації монтажних спусків.

Фазифікація

Е 3.1. Формування універсальної терм-множини значень та відповідних їй лінгвістичних термів виокремлених факторів (лінгвістичних змінних). Побудова багаторівневої моделі логічного виведення, у якій компонента найвищого рівня визначає вихідний прогнозований показник якості реалізації монтажних спусків у вигляді нечіткої множини.

Е 3.2. Розрахунок функцій належності лінгвістичних змінних через побудову та опрацювання матриць попарних порівнянь для множини лінгвістичних термів відносно квантів поділу інтервалів значень універсальної терм-множини.

Е 3.3. Розроблення нечіткої бази знань (у вигляді матриці знань) з використанням нечітких логічних висловлювань типу «якщо <умова>, тоді <висновок (або дія)>», що відтворює алгоритм реалізації якості монтажного спуску залежно від рівня якості лінгвістичних термів.

Е 3.4. Побудова нечітких логічних рівнянь на підставі матриці знань та функцій належності, які визначають зв'язок між функціями належності вхідних та вихідних даних.

Е 3.5. Побудова аналітичного вираження формалізованої ідентифікації прогнозованого результату у вигляді нечіткої множини, отриманої на підставі багаторівневої моделі логічного виведення та нечіткої бази знань.

Дефазифікація

Е 3.6. Розрахунок числового показника прогнозованої якості за методом центра мас плоскої фігури, обмеженої графіком функції належності і віссю абсцис. При цьому використовуються значення функцій належності лінгвістичних змінних, область існування яких визначена універсальною множиною.

Е 3.7. Керування за допомогою створеної імітаційної моделі процесом прогнозування якості реалізації монтажних спусків залежно від значень вхідних параметрів, заданих універсальною терм-множиною.

Висновки. На підставі узагальненого опису виокремлених етапів розроблено структурно-функціональну модель інформаційної технології прогнозування якості проектування та реалізації монтажних спусків книжкових видань. Стосовно виконаного дослідження модель відображає послідовність реалізації та суть етапів і належних до них функціональних процедур інформаційної технології проектування та реалізації МСКВ, а також взаємозв'язки між ними. До однієї з основних компонент проектованої ІТ належить розроблена імітаційна модель, яка на підставі введених користувачем вхідних параметрів, що відповідають універсальній терм-множині значень, здійснює розрахунок числового інтегрального показника якості процесу реалізації МСКВ. Модель містить механізм зворотного зв'язку, суть якого полягає у наданні користувачеві варіантів рекомендованих параметрів вхідних даних, значення яких забезпечує отримання заздалегідь заданої величини показника якості.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сеньківський В. М. Ранжування факторів впливу на якість формування монтажних спусків / В. М. Сеньківський, Т. С. Голубник // Поліграфія і видавнича справа. — 2013. — № 1–2 (61–62) — С. 51–57.
2. Голубник Т. С. Синтез моделей факторів прогнозування якості формування монтажного спуску книжкових видань / Т. С. Голубник, В. М. Сеньківський // Поліграфія і видавнича справа. — 2014. — № 1–2(65–66). — С. 56–62.
3. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений / Л. А. Заде. — М. : Мир, 1976. — 165 с.
4. 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.
5. Ротштейн О. П. Soft Computing в біотехнології: багатофакторний аналіз і діагностика: моногр. / О. П. Ротштейн, Є. П. Ларушкін, Ю. І. Мітюшкін. — Вінниця : УНІВЕРСАМ-Вінниця, 2008. — 144 с.
6. Сеньківський В. М. Засади нечіткої логіки при забезпеченні якості формування монтажних спусків / В. М. Сеньківський, І. В. Піх, Т. С. Голубник // Наукові записки [Українська академія друкарства]. — 2014. — № 1–2 (46–47) — С. 77–83.
7. Побудова функцій належності факторів якості формування монтажних спусків / В. М. Сеньківський, І. В. Піх, Т. С. Голубник, Ю. І. Петрів // Технологія і техніка друкарства. — 2014. — № 3 (45). — С. 20–29.
8. Сеньківський В. М. Нечітка база знань та нечіткі логічні рівняння у процесі реалізації монтажних спусків / В. М. Сеньківський, І. В. Піх, Т. С. Голубник // Наукові записки [Українська академія друкарства]. — 2014. — № 3 (48). — С. 111–119.
9. Сявавко М. С. Інформаційна система «Нечіткий експерт» / М. С. Сявавко. — Львів : Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2007. — 320 с.
10. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB / С. Д. Штовба. — М. : Горячая линия–Телеком, 2007. — 288 с.
11. Баргіш М. Я. Дослідження операцій. Частина 3. Ухвалення рішень і теорія ігор / М. Я. Баргіш, І. М. Дудзяний. — Львов : Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2009. — 278 с.
12. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій : підруч. / Ю. П. Зайченко. — 7-е вид., переробл. та доп. — К. : Слово, 2006. — 816 с.
13. Саати Т. Принятие решений (Метод анализа иерархий) / Т. Саати. — М. : Радио и связь, 1993. — 278 с.

REFERENCES

1. Senkivskiy V. M. and Holubnyk T. S. (2013), Ranking factors influencing the quality of formation installation runs, Printing and publishing, No. 1–2 (61–62), pp. 51–57.
2. Holubnyk T. S. and Senkivskiy V. M. (2014), Synthesis models predicting factors as forming assembly shutter book editions, Printing and publishing, No. 1–2 (65–66), pp. 56–62.
3. Zade L. A. (1976), Concept of linguistic variable and its application to the adoption of approximate solutions, World, Moscow.
4. Zade L. (2001), Role of soft computing and fuzzy logic in understanding the design and development of information systems, intelligent, News of artificial intelligence, No. 2–3, pp. 7–11.
5. Rothstein O. P., Larushkin E. P. and Mityushkin Y. I. (2008), Soft computing in biotechnology: multivariate analysis and diagnostics: monograph, Universam-Vinnysja, Vinnysja.

6. Senkivskiy V. M., Pikh I. V. and Holubnyk T. S. (2014), Principles of fuzzy logic in providing quality slopes forming assembly, Scientific Papers [Ukrainian Academy of Printing], No.1–2 (46–47), pp.77–83.
7. Senkivskiy V. M., Pikh I. V., Holubnyk T. S. and Petriv Y. I. (2014), Construction functions of quality factors forming assembly runs, Technology and Printing Technology, No.3 (45), Kyiv Polytechnic Institute, pp. 20–29.
8. Senkivskiy V. M., Pikh I. V. and Holubnyk T. S. (2014), Fuzzy knowledge base and fuzzy logic equation in the implementation of installation runs, Scientific Papers [Ukrainian Academy of Printing], No. 3 (48), pp. 111–119.
9. Syavavko M. S. (2007), Information System Fuzzy expert, Ivan Franko Lviv National University press, Lviv.
10. Shtovba S. D. (2007), Design of fuzzy systems by means of MATLAB, Hotline–Telecom, Moscow.
11. Bartish M. J. and Dudzianyi I. M. (2009), Research operations. Part 3. Decision-making and game theory, Ivan Franko Lviv National University press, Lviv.
12. Zaichenko Y. P. (2006), Operations Research. Tutorial. Seventh edition, revised and updated, Word, Kyiv.
13. Saaty T. (1993), Decision-making (Analytic hierarchy), Radio and communication, Moscow.

THE STRUCTURAL FUNCTIONAL MODEL OF THE INFORMATION TECHNOLOGY PREDICTION OF THE DESCENT INSTALLATIONS DESIGN AND REALIZATION QUALITY

V. M. Senkivskiy¹, I. V. Pikh¹, T. S. Holubnyk¹, I. V. Kalyniy²

¹*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pidholosko St., Lviv, 79020, Ukraine,*

²*Berezhany Agrotechnical Institute,
20, Academichna St., Berezhany, 47501, Ukraine
senk.vm@gmail.com*

The results of the task solutions connected with the research of influence of the expertly determined factors on the process of the book editions assembling descents have been the grounds for distinguishing of the component of structural functional model of information technology forecasting of the installation design and implementation quality. The result highlights the main developed stages of information technology, each of them considered as a complete link with a certain set of processes and (or) information procedures and results obtained by their performance. Based on the generalized description of the examined stages the structural functional information technology forecasting model as the book editions descent installation design and implementation has been developed.

Keywords: *fuzzy logic, membership function, linguistic variable factor, quality, information technology, installation descent, phasing, defuzzification, simulation model, structural and functional model.*

Стаття надійшла до редакції 12.12.2014.

Received 12.12.2014.