

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ ДРУКАРСТВА

ПІХ ІРИНА ВСЕВОЛОДІВНА



УДК 004.942+655.5+655.26+65.012.123

**МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ФОРМУВАННЯ
ТА ПРОГНОСТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ
КНИЖКОВИХ ВИДАНЬ**

05.13.06 – інформаційні технології

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук

Львів – 2018

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі комп'ютерних наук та інформаційних технологій Української академії друкарства Міністерства освіти і науки України

Науковий консультант:

доктор технічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України
Дурняк Богдан Васильович,
Українська академія друкарства, ректор

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор
Медиковський Микола Олександрович,
Національний університет «Львівська політехніка»,
директор інституту комп'ютерних наук
та інформаційних технологій

доктор технічних наук, професор
Машков Олег Альбертович,
Державна академія післядипломної освіти та управління
Міністерства охорони навколишнього природного середовища
України, м. Київ, проректор з питань науки

доктор технічних наук, старший науковий співробітник
Коробчинський Максим Володимирович,
Воєнно-дипломатична академія імені Євгенія Березняка
Міноборони України, м. Київ, професор п'ятої кафедри

Захист відбудеться «9» листопада 2018 р. о 12.00 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.35.101.01 в Українській академії друкарства за адресою: 79020, м. Львів, вул. Під Голоском, 19, ауд. 101.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Української академії друкарства за адресою: 79006, м. Львів, вул. Підвальна, 17.

Автореферат розіслано «2» жовтня 2018 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



В. Ц. Жидецький

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Видавничо-поліграфічні процеси при сучасному динамічному поступові виробничих відносин, комп'ютеризації виробництва, активному запровадженню інформаційних технологій, обмеженні енергетичних ресурсів потребують суттєвої переорієнтації та зміни пріоритетів стосовно забезпечення якості друкованої продукції. Творення книги як художнього продукту є складним багатофункціональним і багатofакторним процесом, що вимагає постійного удосконалення технологій її виготовлення з урахуванням новітніх досягнень в області технічного, інформаційного і програмного забезпечення.

Дотеперішнє вирішення цієї проблеми за рахунок впровадження нових технічних засобів, оснащених мікропроцесорними програмованими модулями та комп'ютеризованими секціями, сучасними потоковими лініями не дає гарантій отримання якісного результату. На наш погляд потрібне потужне і теоретично виважене інформаційне доповнення до існуючих систем і засобів, що використовує перевірений практикою зарубіжних фірм (не поліграфічного профілю) новий напрям – теорію нечіткого керування, основоположником якої є творець формального апарату нечіткої логіки американський вчений Лотфі Заде.

Обґрунтованість застосування вказаного підходу до видавничо-поліграфічних технологій полягає в тому, що значна кількість характеристик чи вимог, які стосуються процесів підготування та випуску друкованої продукції, носить в основному описовий (лінгвістичний) характер, а тому ідеально підходить для їх використання у вигляді вихідних чинників (лінгвістичних змінних) систем нечіткого керування. Підсилює висловлену тезу відсутність на даний час теоретично обґрунтованого механізму, який охоплював би та реалізував прогностичне оцінювання ефективності реалізації етапів, чи окремих процедур видавничо-поліграфічного процесу, що унеможливило апріорне забезпечення належного рівня виконання виробничих операцій і, як наслідок, якості друкованої продукції. Вирішення вказаної проблеми можливе, на наш погляд, через створення відповідних інформаційних технологій на засадах теорії нечітких множин та методів системотехнічного спрямування.

З іншого боку, технологічні етапи чи окремі процедури видавничо-поліграфічного процесу супроводжуються відповідними базами даних, множиною факторів (критеріїв, параметрів, вимог), що забезпечують їх якісну реалізацію. Водночас вони різні за суттю, призначенням, формою задання, особливостями впливу та способами застосування, що створює труднощі для узагальнень та єдиного формалізованого відтворення.

Сказане обумовлює потребу приведення їх до універсальної метричної бази даних та використання методів, які забезпечили б дослідження видавничо-поліграфічних процесів з позицій єдиної методологічної основи, визначальними складовими якої виступають методи системного та матричного аналізу, теорії ієрархічних багаторівневих систем, теорії моделювання, дослідження операцій, теорії нечітких множин.

Вказані напрями відображені у працях іноземних та українських вчених: М. Месаровича, Т. Мако, І. Такахари, Т. Сааті, Дж. Касті, Л. Заде, М. Згуровського, В. Томашевського, М. Бартіша, Ю. Зайченка, О. Ротштейна, М. Сявакка, С. Штовби та інших.

Вагомі результати з дослідження проблематики, пов'язаної із забезпеченням та оцінюванням якості друкованої продукції, основу якої складають книжкові видання, отримали українські та зарубіжні науковці, зокрема: Б. Дурняк, С. Гавенко, М. Луцків, І. Регей, Б. Ковальський, О. Тимченко, В. Сеньківський, Л. Сікора, В. Топольницький, Я. Чехман, М. Шовгенюк, Г. Кіппхан, В. Лихачов, Г. Петріашвілі, Я. Чихольд, С. Якуцевич та інші.

У працях названих учених основна увага акцентується на формуванні якості книги у процесі її виготовлення та контролі, що здійснюється методами, які класифікуються за переважаючою наявністю в них візуальної, електронної та статистичної складових. Відзначено, що повну оцінку показника якості друкованого видання або технологічного процесу можуть дати метрологічні, статистичні, психофізіологічні, економічні та інші методи. Водночас, аналіз результатів виконаних досліджень і теперішнього стану технологій друкарства та системних і програмних засобів їх реалізації свідчить про відсутність на даний час універсального механізму впливу на рівень ефективності етапів та апріорного оцінювання якісних показників їх виконання, що унеможливило досягнення очікуваних результатів та керування видавничо-поліграфічними процесами.

Назріла необхідність вирішення актуальної проблеми теоретичного обґрунтування створення інформаційних технологій формування та забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів, що сприятиме отриманню продукції належного рівня. Це спонукає до проектування моделей на основі інформаційного поля (баз знань і баз даних) процесу випуску книжкових видань та розроблення його компонент з використанням наукових і методологічних засад. Застосування адекватних до вказаної проблематики теоретичних надбань стане подальшим кроком в утвердженні нового напрямку, орієнтованого на досягнення належного рівня довершеності технологічного процесу книготворення.

Таким чином, розроблення методологічних основ інформаційних технологій формування та прогностичного оцінювання якості книжкових видань з використанням методів і засобів моделювання ієрархій, системного аналізу, теорії багаторівневих ієрархічних систем, дослідження операцій, теорії нечітких множин та експертного оцінювання видавничо-поліграфічних процесів є актуальною науковою проблемою.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота безпосередньо пов'язана з науковими та прикладними дослідженнями кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій Української академії друкарства, орієнтованих на: системний аналіз та оптимізацію параметрів книжкових видань; автоматизоване проектування видань; інформаційні технології моделювання видавничих процесів; інформаційні технології прогностичного оцінювання якості редакційно-видавничих процесів випуску книжкових

видань; проектування та реалізацію моделей прогнозування якості та ефективності видавничо-поліграфічних процесів та електронних ресурсів. Робота виконувалась відповідно до планів науково-дослідних робіт Української академії друкарства в рамках держбюджетних тем: «Дослідження алгоритмів опрацювання тексту в задачах пошуку та підбору інформації» (державна реєстрація № 0109U003049); «Створення цифрових моделей і програмних засобів для інформаційної технології автоматичного управління виробничими поліграфічними потоками» (державна реєстрація № 0115U0115UT002243).

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розроблення методологічних основ створення інформаційних технологій формування та прогностичного оцінювання якості книжкових видань на підставі дослідження факторів впливу на процеси випуску друкованої продукції, проектування альтернативних варіантів їх реалізації, використання теорії нечітких множин для отримання інтегральних показників якості.

Для досягнення мети необхідно розв'язати такі завдання:

- здійснити огляд інформаційно-технологічних моделей додрукарського процесу, орієнтованих на опрацювання даних та виведення результатів;
- обґрунтувати доцільність застосування засобів теорії нечітких множин для дослідження проблематики формування та прогностичного оцінювання якості реалізації видавничо-поліграфічних процесів;
- розробити ієрархічну модель дослідження та реалізації процесу формування якості книжкових видань, в основі якої: семантичні мережі зв'язків між факторами якості етапів; альтернативні варіанти їх реалізації; нечіткі системи прогностичного оцінювання рівня якості; інформаційні технології формування якості етапів технологічного процесу підготування і випуску книжкових видань;
- здійснити формалізоване подання та опис зв'язків між факторами процесів проектування книжкових видань, додрукарського підготування і друкування накладу з використанням семантичних мереж;
- розробити метод ранжування факторів, математичною основою якого виступатимуть числові показники, що стосуються кількостей впливів і залежностей між факторами та відповідних їм вагових коефіцієнтів;
- розробити метод визначення вагомості предикатів семантичних мереж, що враховує вагові коефіцієнти предикатів, які ідентифікують посилення впливів чи залежностей між факторами для визначених предикатів та певного типу впливу чи залежності;
- розробити та оптимізувати багаторівневі моделі пріоритетного впливу виокремлених факторів на процеси формування якості технологічних етапів випуску книжкових видань;
- запроєктувати та розрахувати функції корисності альтернативних варіантів реалізації етапів випуску видань за методом лінійного згортання критеріїв та визначити оптимальні варіанти за максимальним значенням функціоналу;
- створити моделі логічного виведення та сформувані нечіткі бази (матриці) знань та нечіткі логічні рівняння для лінгвістичних рівнів моделі, які відо-

бражують логіку формування якості процесів підготовки та випуску книжкових видань відповідно до виділених груп лінгвістичних змінних;

- здійснити дефазифікацію нечітких множини, реалізовану на основі нечіткого логічного виведення, що забезпечить для заданих варіантів вихідних даних отримання прогнозованого показника рівня якості основних технологічних етапів випуску видань;

- розробити структурно-функціональні моделі інформаційних технологій, у складі яких методи і моделі формування та нечіткі системи прогностичного оцінювання рівня виконання етапів, що апіорі визначають якість видань;

- запроєктувати імітаційні моделі, на базі яких розробити програмне забезпечення прогностичного оцінювання інтегрального показника якості друкування накладу та керування процесом отримання оптимальних параметрів для заданого рівня якості.

Об'єкт дослідження – процеси формування та прогностичного оцінювання якості книжкових видань.

Предмет дослідження – методи, моделі, нечіткі системи та засоби інформаційних технологій формування і прогностичного оцінювання якості книжкових видань.

Методи досліджень. У дисертаційній роботі використано: методи системного і матричного аналізу, теорії мереж та елементи логіки предикатів – для формалізованого подання зв'язків між факторами впливу на якість технологічних етапів випуску книжкових видань; методи і засоби моделювання ієрархій, метод ранжування – для синтезування моделей пріоритетності впливу факторів на процеси проектування видань, додрукарського підготування, друкування накладу; методи теорії дослідження операцій – для оптимізації моделей, розрахунку та вибору альтернативних варіантів реалізації технологічних етапів; методи і засоби теорії нечітких множин – для проектування ієрархічних моделей нечіткого логічного виведення, нечітких баз знань, нечітких логічних рівнянь розрахунку функцій належності лінгвістичних змінних – основи нечітких систем інформаційних технологій формування і прогностичного оцінювання якості видань.

Наукова новизна отриманих результатів. На підставі теоретичних і практичних досліджень, виконаних у дисертаційній роботі, отримано такі нові результати:

вперше

- виконано формалізоване подання та опис зв'язків між факторами технологічних етапів випуску книжкових видань з використанням семантичних мереж та мови логіки предикатів, що уможливило застосування формальних методів та засобів теорії нечітких множин для подальших досліджень;

- розроблено метод ранжування, математичною основою якого служать числові показники кількостей впливів і залежностей між факторами та встановлених відповідних їм вагових коефіцієнтів, що забезпечує синтезування багато-

рівневих моделей пріоритетного впливу факторів на якість виконання видавничо-поліграфічних процесів;

- розроблено метод визначення сукупних вагомостей предикатів семантичних мереж, який використовує визначені експертним способом вагові коефіцієнти предикатів для ідентифікації посилення впливів чи залежностей для кожного предикату і типу впливу, що приводить до оптимізації моделей домінантності впливу факторів та проектування оптимальних варіантів виконання етапів за критерієм максимального значення об'єднаного функціоналу;

- запроектовано моделі логічного виведення у вигляді багаторівневих ієрархічних структур, що відтворюють послідовність дій, направлених на хід формування інтегральних показників якості виконання технологічних етапів книговидання з урахуванням сформованих універсальних терм-множин значень та відповідних їм лінгвістичних термів лінгвістичних змінних;

- побудовано нечіткі матриці знань з використанням нечітких логічних висловлювань типу «якщо <умова>, тоді <висновок (або дія)>» та нечіткі логічні рівняння, що визначають зв'язки між функціями належності вихідних і результуючих даних й відтворюють алгоритм формування показників якості етапів залежно від рівня якості лінгвістичних термів;

- розроблено нечіткі системи прогностичного оцінювання якості виконання технологічних етапів з використанням засобів теорії нечітких множин і теорії лінійного програмування, реалізація яких у вигляді імітаційних моделей уможливило керування процесом отримання друкованої продукції належного рівня;

- розроблено структурно-функціональні моделі інформаційних технологій формування якості проектування книжкових видань, додрукарського підготування і друкування накладу, що враховують вихідну інформаційну базу даних, моделі пріоритетного впливу факторів, альтернативні та оптимальні варіанти виконання етапів, нечіткі системи прогностичного оцінювання рівнів довершеності процесів, що уможливило отримання доброякісної книжкової продукції;

удосконалено

- імітаційні моделі прогнозування якості друкарського процесу за рахунок введення компоненти зворотного ходу обчислень, що забезпечує отримання оптимальних значень технологічних параметрів друкування накладу для наперед заданої величини показника якості;

отримала подальший розвиток

- інформаційна концепція формування якості книжкових видань у частині використання засобів семантичних мереж і теорії моделювання, дослідження операцій, теорії множин, системного аналізу, нечіткої логіки та лінійного програмування, покладених в основу методологічних засад та розробленої моделі інформаційного керування процесом забезпечення якості друкованої продукції.

Практичне значення отриманих результатів.

Розроблені в дисертаційній роботі методологічні основи інформаційного, технологічного та організаційного спрямування стали підґрунтям створення інформаційних технологій, що забезпечують удосконалення процесів книготво-

рення, підвищення якості та ефективності їх виконання і, як наслідок, належного рівня друкованої продукції. У результаті застосування подібних технологій забезпечується формування та прогностичне оцінювання якості видавничо-поліграфічних процесів на підставі використання нової інформаційної концепції підготування і випуску книжкових видань, розроблених методів і моделей, засобів теорії нечітких множин. Встановлюється залежність результату реалізації технологічного процесу від множин факторів за допомогою нечітких баз знань та функцій належності, як засобу зв'язку між лінгвістичними змінними та прогнозованим вихідним параметром. Використання створених засобів обумовить вибір оптимальних значень технологічних параметрів, суттєво скоротить час підготовки друкованої продукції, обумовить нову організацію виробничого процесу отримання економічного ефекту в умовах ринкових відносин.

Практично вагомими вважаються такі результати:

- моделі пріоритетного впливу виокремлених факторів (технологічних параметрів) на ефективність та якість виконання основних етапів і складових процесів видавничо-поліграфічного виробництва;

- альтернативні та оптимальні варіанти реалізації технологічних процесів, отримані у результаті застосування методів багатокритеріальної оптимізації теорії дослідження операцій;

- інформаційна вихідна база даних, яка пов'язує між собою позначення змінної та її лінгвістичну суть, межі значень універсальної терм-множини, встановлені лінгвістичні терми, задані нечіткою тривимірною шкалою, що виражають якісну властивість змінної;

- нечітка система прогностичного оцінювання якості виконання технологічних етапів, в основі якої засоби теорії нечітких множин та інформаційна вихідна база даних видавничо-поліграфічних процедур, реалізація якої для процесу друкування накладу у вигляді програмного продукту забезпечує можливість керування ходом отримання належного рівня книжкових видань;

- інформаційні технології формування якості книжкових видань, використання яких обумовить вибір оптимальних параметрів технологічних процесів, скоротить час підготовки друкованої продукції, удосконалив організацію виробництва, забезпечить отримання економічного ефекту.

Результати дисертаційної роботи апробовано і використано у таких організаціях та установах:

- ТОВ «Майстер книг» (м. Київ);
- редакції газети «Підручники і посібники» (м. Тернопіль);
- редакційно-видавничому відділі Української академії друкарства;
- видавництві Львівської політехніки, НУ ЛП (м. Львів).

Впроваджено у навчальний процес Української академії друкарства під час викладання дисциплін «Комп'ютерне верстання та виведення інформації», «Основи видавничої справи», «Видавнича справа і технічне редагування», «Опрацювання текстової інформації», «Математичне моделювання систем і

процесів», «Моделювання прогностичного оцінювання якості технологічних процесів», «Проектування інформаційних систем».

Дані про впровадження підтверджено відповідними документами.

Особистий внесок здобувача. Основні результати дисертаційної роботи, що виносяться на захист, отримано автором самостійно. У спільних публікаціях (див. список праць за темою дисертації) здобувачеві належать: [1-3] – моделі та методи забезпечення якості на підставі нечіткої логіки; [4-7] – моделювання процесу прогнозування якості формування монтажних спусків книжкових видань; [8,14,28,29,31,38] – проектування альтернативних варіантів виконання технологічних процесів; [9-13] – теоретичні основи забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів; [16-21] – фактори ідентифікації сторінок книжкових видань, математичні моделі автоматичного формування тексту; [22,23,25] – програмне забезпечення в мультимедійних технологіях, модель ключових загроз поліграфічних підприємств; [24,26,27,30] – моделі факторів оформлення видань та впливу на оточуюче середовище; [32-34,53] – формалізація редакційно-видавничих процесів, метод ранжування факторів; [35,37] – функції належності; [36] – основи методології розроблення інформаційних технологій забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів; [39,40] – принципи формування ефективності захисту даних; [41] – інформаційна технологія формування та оцінювання якості проектування видань; [55,57] – фактори та модель процесу проектування видань.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи доповідалися й обговорювалися на: XIII-й Міжнародній науково-практичній конференції з проблем видавничо-поліграфічної галузі (м. Київ, 2010 р.); VI-й і VII-й Міжнародних науково-практичних конференціях «Квалілогія книги» (м. Львів, 2007 р., 2012 р.); X-й Міжнародній науково-практичній конференції «Розвиток наукових досліджень 2014» (м. Полтава, 2014 р.); звітних науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів Української академії друкарства (м. Львів, 2006–2017 рр.); наукових семінарах кафедри комп'ютерних наук та інформаційних технологій Української академії друкарства.

Публікації. За результатами виконаних досліджень опубліковано 58 наукових[праць, з них: 3 в іноземних виданнях (у тому числі дві індексовані у міжнародній наукометричній базі Skopus); 12 публікацій у виданнях, що входять до наукометричної бази Index Copernicus; 25 статей у наукових фахових виданнях України; монографія; 17 публікацій у збірниках матеріалів конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається з анотацій, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел із 224 найменувань, шести додатків. Загальний обсяг роботи 357 сторінок, з яких основна частина становить 281 сторінку. Дисертація містить 48 рисунків, 103 таблиці.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету та основні завдання дослідження, наведено відомості щодо зв'язку роботи з науковим програмами і темами. Подано стислу анотацію отриманих у дисертації результатів, висвітлено їх наукову новизну і практичну значимість, відзначено методи досліджень та особистий внесок здобувача у спільних публікаціях, наведено кількісні показники стосовно опублікованих наукових праць, структури та обсягу дисертації.

У першому розділі «Системотехнічна концепція оцінювання та контролю якості книжкових видань» здійснено огляд інформаційно-технологічних моделей додрукарського процесу, орієнтованих на опрацювання даних та виведення результатів; відзначено, що напрям даного дослідження орієнтовано на динаміку формування якості книжкових видань, тобто механізм апріорного встановлення прогнозованого показника критерію ефективності, як оцінки якості видавничо-поліграфічних етапів засобами сучасних інформаційних технологій; обґрунтовано доцільність застосування засобів нечіткої логіки до вивчення та аналізу факторів впливу на якість видавничо-поліграфічних процесів; розроблено ієрархічну модель дослідження та реалізації процесу формування якості книжкових видань; сформульовано методологічні аспекти основних стадій створення інформаційних технологій формування та прогностичного оцінювання якості книжкових видань; наведено методику опрацювання експертних даних стосовно виокремлення факторів технологічних процесів; перераховано завдання дисертаційного дослідження.

За результатами літературного огляду встановлено, що технологія виготовлення друкованої продукції є складовою частиною інформаційних технологій, адже від оперативності та досконалості друкарських процесів та охоплення ними усіх сфер суспільної діяльності залежать обсяги та швидкість розповсюдження інформації – основи існування та поступу людства. Інформаційні видавничо-поліграфічні технології належать до одного з видів сучасних технологій, пов'язаних з виготовленням як паперових, так і електронних носіїв даних і знань. Як різновид соціальних інформаційних технологій, вони породжені суспільною необхідністю удосконалення процесу виготовлення твердих та електронних носіїв інформації. Ця технологія виникла не через появу комп'ютерної техніки як такої, а через суспільне усвідомлення можливості організувати видавничий процес більш ефективно, оперативно включитися в загальнолюдську інформаційну систему, стати її активним джерелом і споживачем у реальній інформаційній ситуації. Підкреслено, що книга є визначальним елементом складної системи творення інтелектуального продукту, покращання якості якого за всю багатовікову історію свого існування не втратило актуальності. Слідуючи методології сучасних інформаційних технологій, об'єктом дослідження служить процес творення книжкового видання, предметом якого виступають методи, моделі, фактори, засоби, що забезпечать отримання якісної друкованої продукції.

Аналіз теперішнього стану технологій друкарства та системних і програмних засобів їх реалізації свідчить про відсутність на даний час універсального механізму апріорного оцінювання ефективності реалізації етапів, стадій чи окремих операцій видавничо-поліграфічного циклу саме на інформаційному рівні, що унеможливує апріорне досягнення очікуваної якості за допомогою автоматизованих систем, орієнтованих на експертно-прогностичне вирішення вказаної проблеми. Наведено класифікацію методів контролю поліграфічної продукції за способами визначення показника якості. Поділ методів здійснюється за наявності в них візуальної, електронної та статистичної складових.

Відзначено, що вимоги та правила, які стосуються показників якісного завершення процесів підготовки і випуску видань, неможливо задати лише числовими параметрами. З огляду на це, сукупність таких мовних характеристик процесів, явищ, чинників чи предметів названо, як і прийнято у сучасній науці, лінгвістичними змінними, що виступають основою теорії нечітких множин. Лінгвістичними змінними в задачах видавничо-поліграфічного напрямку можуть бути фактори та параметри, які впливають на структуру книжкового видання, особливості верстання, якість друкування, специфіку післядрукарських процесів. Допустимі значення лінгвістичних змінних утворюють терм-множину, або нечітку множину, яка підпорядковується певним обмеженням. Лінгвістичні невизначеності задають через лінгвістичні моделі, які ґрунтуються на теорії лінгвістичних змінних. Перехід від описових значень 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, додрукарського підготування, друкування накладу, післядрукарського опрацювання.

Наведено теоретичні викладки стосовно перетворень над ЛЗ, які стосуються факторів довільного технологічного процесу. Значну увагу приділено встановленню пріоритетів впливу факторів на якість реалізації процесів. Для його розв'язання обрано матриці попарних порівнянь, опрацювання яких приводить до отримання вагових значень факторів – аналогу їх домінантності.

Першочерговим завданням у визначенні пріоритетів факторів, які мають відношення до прогнозування якості виконання окремих етапів підготовки видання і результуючого прогнозу в цілому, є побудова ієрархії, яка відображає функціональну структуру процесу творення книги і, відповідно до неї, впорядковує його складові процедури. Важливо, щоб на кожному рівні ієрархії були враховані компоненти, які впливають на функціонування та властивості вищого рівня. Чим вищий рівень, тим більшою є вага пріоритету фактора цього рівня, що характерно для всіх систем з ієрархічною структурою. З урахуванням сказаного розроблено ієрархічну модель дослідження та реалізації процесу формування якості книжкових видань, в основі якої проектуються: семантичні мережі зв'язків між факторами якості етапів, процесів чи окремих процедур; альтернативні варіанти їх реалізації; нечіткі системи прогностичного оцінювання рівня

якості; інформаційні технології формування якості етапів технологічного процесу підготовки і випуску книжкових видань (рис. 1).



Рис. 1. Ієрархічна модель дослідження процесу формування та оцінювання якості книжкових видань

Сформульовано методологічні аспекти основних стадій проектування інформаційних технологій формування та оцінювання якості книжкових видань. Описано та реалізовано методіку опрацювання результатів експертного опитування стосовно вибору факторів технологічних етапів. Наведено перелік завдань дисертаційної роботи.

Другий розділ «Методи та засоби формування якості проектування книжкових видань» містить: формалізоване подання та опис зв'язків між факторами проектування книжкових видань з використанням семантичних мереж та елементів логіки предикатів; розроблені методи ранжування факторів та визначення вагомості предикатів семантичних мереж; проектування функцій корисності альтернативних та оптимального варіантів реалізації проектування видань.

Згідно загальної методології прогнозування та забезпечення якості технології виготовлення друкованої продукції першочергове завдання вирішення проблеми полягає у виокремленні факторів, що мають визначальний вплив на якість виконання основних етапів та операцій видавничо-поліграфічного процесу. Узагальнену множину факторів подамо у формалізованому вигляді:

$$M = \{X; Y; Z; R\}, \quad (1)$$

де $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$, $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$, $Z = \{z_1, z_2, \dots, z_k\}$, $R = \{r_1, r_2, \dots, r_l\}$ – супідрядні множини факторів якості функціонування технологічних етапів: проекту-

вання видання; додрукарського підготування; друкування накладу; післядрукарського оформлення.

Для формалізованого опису досліджуваної предметної області використано елементи логіки предикатів семантичних мереж. Мова логіки предикатів відображає поняття математичної логіки і послуговується словами, що описують основні поняття предметної області та відносини між ними. Перший тип слів називають термами, які стосовно редакційно-видавничого процесу іменуватимемо факторами. Взаємовідносини між термами належать до другого типу слів – предикатів – логічних функцій, що приймають значення «істина», якщо відношення між аргументами мають сенс, або «фальш» у противному випадку.

Зразок семантичної мережі для процесу проектування книжкового видання подано на рис. 2. Вершини графа згідно виразу (1) ідентифікують лінгвістичні фактори-аргументи множини $X = \{x_1, x_2, \dots, x_8\}$, дуги – пари вершин (x_i, x_j) , для котрих визначено зв'язок $(i, j = 1 \div 8; i \neq j)$.

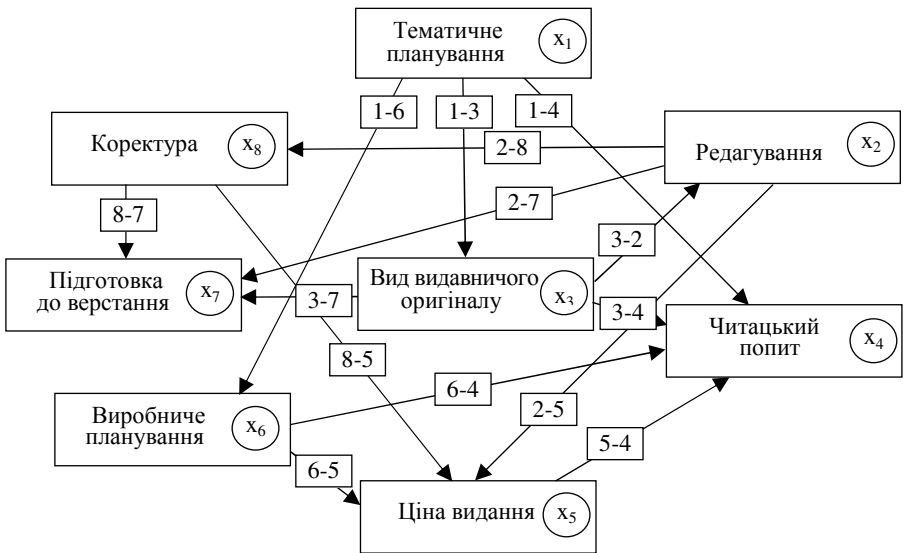


Рис. 2. Семантична мережа факторів проектування книжкового видання

Опис мережі здійснено на підставі конструкцій мови предикатів: \wedge – логічне «і»; \vee – логічне «або»; \leftarrow – логічне «якщо»; \forall – квантор спільності (для всіх); \exists – квантор існування (існує принаймні одне). Отримано:

$(\forall x_i) [\exists (x_1, \text{тематичне планування}) \leftarrow \text{визначає } (x_1, x_3) \wedge \text{формує } (x_1, x_4) \wedge \text{обумовлює } (x_1, x_6)];$
 $(\forall x_i) [\exists (x_2, \text{редагування}) \leftarrow \text{обумовлює } (x_2, x_5) \wedge \text{стає основою } (x_2, x_7) \wedge \text{визначає } (x_2, x_8) \wedge \text{враховує } (x_2, x_3)];$
 $(\forall x_i) [\exists (x_3, \text{вид видавничого оригіналу}) \leftarrow \text{визначає } (x_3, x_2) \wedge \text{формує } (x_3, x_4) \wedge \text{обумовлює } (x_3, x_7)];$

$(x_3, x_4) \wedge$ обумовлює $(x_3, x_7) \wedge$ отримує (x_3, x_1)]; $(\forall x_i) [\exists (x_4, \text{читацький попит}) \leftarrow$ обумовлюється $(x_4, x_1) \wedge$ формується $(x_4, x_3) \wedge$ враховується $(x_4, x_5) \wedge$ визначається (x_4, x_6)]; $(\forall x_i) [\exists (x_5, \text{ціна видання}) \leftarrow$ визначає $(x_5, x_4) \wedge$ обумовлюється $(x_5, x_2) \wedge$ визначається $(x_5, x_6) \wedge$ передбачається обсягом (x_5, x_8)]; $(\forall x_i) [\exists (x_6, \text{виробниче планування}) \leftarrow$ визначає $(x_6, x_4) \wedge$ обумовлює $(x_6, x_5) \wedge$ обумовлюється (x_6, x_1)]; $(\forall x_i) [\exists (x_7, \text{підготовка до верстання}) \leftarrow$ враховується $(x_7, x_2) \wedge$ обумовлюється $(x_7, x_3) \wedge$ ґрунтується (x_7, x_8)]; $(\forall x_i) [\exists (x_8, \text{коректура}) \leftarrow$ впливає $(x_8, x_5) \wedge$ стає основою $(x_8, x_7) \wedge$ ґрунтується (x_8, x_2)].

Розв'язання завдання встановлення пріоритетів факторів виконано методами ранжування і визначення вагомості предикатів семантичних мереж; оптимізаційних методів аналізу ієрархій.

Крок 1. Враховуються числові показники, що стосуються кількостей впливів і залежностей між факторами та відповідні вагові коефіцієнти. Вихідні величини: z_{ij} – кількість впливів (залежностей) для j -го фактора ($j = 1, \dots, n$); w_i – вага i -го типу; $i = 1$ – впливи 1-го порядку (прямі); $i = 2$ – впливи 2-го порядку (непрямі); $i = 3$ – залежності 1-го порядку; $i = 4$ – залежності 2-го порядку; для впливів $w_1 > 0$, $w_2 = w_1/2$, залежностей – від'ємні – $w_3 < 0$, $w_4 = w_3/2$. У результаті обчислюємо інтегральні вагові значення факторів:

$$S_{F_j} = \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^n (z_{ij} w_i + \max |S_{3j}| + \max |S_{4j}|). \quad (2)$$

На підставі семантичної мережі та методу ранжування отримано таблицю рангів факторів, за якою встановлено попередні рівні пріоритетності (табл. 1).

Таблиця 1

Розрахункові дані ранжування факторів
проектування книжкових видань

j	z_{1j}	z_{2j}	z_{3j}	z_{4j}	S_{1j}	S_{2j}	S_{3j}	S_{4j}	S_{F_j}	Ранг	Рі- вень
1	3	4	0	0	30	20	0	0	115	7	1
2	3	3	1	1	30	15	-10	-5	95	5	2
3	3	3	1	0	30	15	-10	0	100	6	2
4	0	0	4	5	0	0	-40	-25	0	1	6
5	1	0	3	3	10	0	-30	-15	30	2	5
6	2	1	1	0	20	5	-5	0	85	4	3
7	0	0	3	3	0	0	-30	-15	30	2	5
8	2	1	1	1	20	5	-10	-5	75	3	4

Крок 2. Реалізовано метод визначення вагомості предикатів семантичної мережі, врахування яких і даних табл. 1 забезпечить уточнені значення рангів факторів. Вводиться коефіцієнт вагомості предикатів k_{ip} , що визначає посилення впливів чи залежностей p -го предикату i -го типу. Для коефіцієнтів вагомості предикатів стосовно типів залежностей приймемо: $k_{2p_l} = k_{1p_l}/2$; $k_{4p_l} = k_{3p_l}/2$ (l – номер предикату, див. табл. 2). Числові значення коефіцієнтів задано на підставі експертного опитування. Максимальна величина прийнята рівною 4-м умовним одиницям для прямого впливу і залежності.

Таблиця 2

Значення коефіцієнтів посилення стосовно типів залежностей

l	Назва предикату (вплив)	k_{1p_l}	k_{2p_l}	Назва предикату (залежність)	k_{3p_l}	k_{4p_l}
1	визначає	4	2	визначається	4	2
2	формує	4	2	формується	4	2
3	обумовлює	3	1.5	обумовлюється	3	1.5
4	стає основою	4	2	ґрунтується	4	2
5	передбачає	2.5	1.25	передбачається	2.5	1.25
6	враховує	2.5	1.25	враховується	2.5	1.25
7	впливає	3	1.5	отримує	3	1.5

Для прямих впливів формалізоване відтворення множин, елементами яких є коефіцієнти вагомості предикатів, що відображають тільки прямі впливи і приєднані до виокремлених факторів, матимуть такий вигляд:

$$\begin{aligned}
 x_1 \subset M11 &= \{k_{1,p_1}; k_{1,p_2}; k_{1,p_3}\}; & x_2 \subset M12 &= \{k_{1,p_1}; k_{1,p_3}; k_{1,p_4}\}; \\
 x_3 \subset M13 &= \{k_{1,p_1}; k_{1,p_2}; k_{1,p_3}\}; & x_4 \subset M14 &= \{0\}; & x_5 \subset M15 &= \{k_{1,p_1}\}; \\
 x_6 \subset M16 &= \{k_{1,p_1}; k_{1,p_3}\}; & x_7 \subset M17 &= \{0\}; & x_8 \subset M18 &= \{k_{1,p_4}; k_{1,p_1}\}.
 \end{aligned} \quad (3)$$

Остаточно для розрахунку середніх значень коефіцієнтів дії довільного фактора та прийнятих типів зв'язків у мережі отримаємо вираз

$$k_{ij} = \sum_{r=1}^{z_{ij}} (mij_r / z_{ij}), \quad \text{для } j = 1, 2, \dots, 8; \quad i = 1, 2, 3, 4, \quad (4)$$

а підсумкові вагові значення факторів забезпечить розрахунок за формулою:

$$G_{F_j} = INT \left(\sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^8 (k_{ij} S_{ij} + \max |G_{3j}| + \max |G_{4j}|) \right). \quad (5)$$

Результати ранжування відтворено у таблиці 3. Для отримання узагальнених ваг факторів використано їх сумарні значення, наведені у табл. 2, та розраховані вище коефіцієнти посилення дії факторів.

Ранжування факторів проектування книжкових видань
з урахуванням предикатів семантичних мереж

j	k_{1j}	k_{2j}	k_{3j}	k_{4j}	G_{1j}	G_{2j}	G_{3j}	G_{4j}	G_{Fj}	Ранг	Рівень
1	3.66	1.75	0	0	109.8	35	0	0	318	8	1
2	3.66	1.83	4	2	109.8	27.4	-40	-10	260	6	3
3	3.66	1.83	1.5	0	109.8	27.4	-15	0	295	7	2
4	0	0	3.37	1.55	0	0	-135	-38.8	0	1	8
5	4	0	3	1.58	10	0	-90	-23.7	70	3	6
6	3.5	2	3	0	70	10	-15	0	239	5	4
7	0	0	3.66	1.75	0	0	-110	-26.2	38	2	7
8	3.5	2	4	2	70	10	-40	-10	204	4	5

Крок 3. Проектується матриця попарних порівнянь, компоненти головного вектора якої визначають оптимізовані вагові значення факторів (табл. 4).

Таблиця 4

Матриця попарних порівнянь

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X1	1	2	2	9	5	3	6	4
X2	1/2	1	1/2	8	4	2	5	3
X3	1/2	2	1	9	5	4	6	4
X4	1/9	1/8	1/9	1	1/5	1/7	1/4	1/6
X5	1/5	1/4	1/5	5	1	1/4	2	1/4
X6	1/3	1/2	1/4	7	4	1	4	2
X7	1/6	1/5	1/6	4	1/2	1/4	1	1/4
X8	1/4	1/3	1/4	6	4	1/2	4	1

Опрацювання матриці приводить до одержання нормалізованого вектора $X_{\text{норм}}$, компоненти якого, помножені на коефіцієнт масштабування $k = 1000$, дають таке відображення ваг факторів:

$$X_{\text{норм}} \times k = (282; 171; 246; 16; 45; 114; 34; 86).$$

Отримані компоненти вектора, відтворюють порядок слідування факторів, розрахованих за методом визначення вагомості предикатів, що виражається моделлю пріоритетів, спрощений варіант якої наведено схемою на рис. 3.



Рис.3. Пріоритети факторів проектування книжкових видань

Наступне завдання пов'язане з проектуванням альтернативних варіантів реалізації процесу та вибором оптимального за певним критерієм. При цьому достатньо використати фактори вищих рівнів, тобто з більшими ваговими пріоритетами, що утворюють так звану множину Парето.

Згідно методів теорії ухвалення рішень пошук оптимальних варіантів на множині запроєктованих альтернатив D за наявності функцій мети $f(x) = (f_1(x), \dots, f_m(x))$ полягає у моделюванні функцій корисності і знаходженні їх максимального значення, тобто $f_i(x) \rightarrow \max_{x \in D}, i = 1, m$. Багатокритеріальний вибір альтернативи побудований на основі методу лінійного згортання критеріїв, суть якого полягає у лінійному об'єднанні часткових цільових функціоналів f_1, \dots, f_m в один, так званий об'єднаний функціонал:

$$F(w, x) = \sum_{i=1}^m w_i f_i(x) \rightarrow \max_{x \in D}; w \in W, \quad (6)$$

$$\text{де } W = \left\{ w = (w_1, \dots, w_m)^T; w_i > 0; \sum_{i=1}^m w_i = 1 \right\}.$$

З огляду на сказане, проектування альтернативних варіантів, побудованих на комбінаціях мір ефективності використання факторів проектування видань побудоване на твердженні існування функції корисності $U(x) = \sum_{i=1}^m w_i u_i(y_i)$, яка служить критерієм вибору оптимального варіанту. При цьому $U(x)$ – багатокритеріальна функція корисності ($0 \leq U(x) \leq 1$) альтернативи x ; $u_i(y_i)$ – функція корисності i -го фактора ($0 \leq u_i(y_i) \leq 1$); y_i – значення альтернативи x за фактором i ; w_i – вага i -го фактора.

Сформуємо таблицю оцінювання альтернатив за факторами (табл. 5).

Таблиця 5

Оцінювання альтернатив за факторами множини Парето

Назви факторів	Ваги факторів	Оцінювання альтернатив за факторами (у %)		
		1	2	3
Тематичне планування	282 (w_1)	20	10	70
Вид видавничого оригіналу	246 (w_3)	50	30	20
Редагування	171 (w_2)	20	50	30
Виробниче планування	114 (w_6)	20	40	40

Опрацювання даних табл. 5 з використанням матриць попарних порівнянь забезпечило отримання нормалізованих ваг факторів, які утворили нову множи-

ну Парето ($w_1 = 0,5; w_2 = 0,3; w_3 = 0,1; w_4 = 0,1$), і значень функцій корисності, підстановка яких у вирази 7 забезпечує розрахунок підсумкових багатofакторних оцінок корисності альтернатив для варіантів 1, 2, 3:

$$\begin{aligned} U_1 &= w_1 \cdot u_{11} + w_2 \cdot u_{21} + w_3 \cdot u_{31} + w_4 \cdot u_{41}; \\ U_2 &= w_1 \cdot u_{12} + w_2 \cdot u_{22} + w_3 \cdot u_{32} + w_4 \cdot u_{42}; \\ U_3 &= w_1 \cdot u_{13} + w_2 \cdot u_{23} + w_3 \cdot u_{33} + w_4 \cdot u_{43}. \end{aligned} \quad (7)$$

У підсумку дістанемо: $U_1 = 0.334$; $U_2 = 0.233$; $U_3 = 0.430$. Згідно умови (б) оптимальним вважається третій варіант. Достовірність результату підтверджена величиною функції згортки ($\mu_z^{no}(x_i) = [0.8; 0.2; 1]$), отриманої використанням для вказаного завдання методу багатокритеріальної оптимізації.

У розділі 3 «Нечітка система прогностичного оцінювання якості проектування книжкових видань» створено інформаційну вихідну базу даних лінгвістичних змінних, в основі якої межі значень універсальної терм-множини і лінгвістичні терми; розроблено модель логічного виведення, яка відображає логіку формування якості процесу проектування видання; сформовано нечіткі бази (матриці) знань та нечіткі логічні рівняння для лінгвістичних рівнів дерева логічного виведення; розраховано прогнозований показник рівня якості процесу проектування видання; розроблено структурно-функціональну модель інформаційної технології формування якості етапу.

Найважливішим інгредієнтом теорії нечітких множин вважаються лінгвістичні змінні (ЛЗ), визначальною характеристикою яких є функції належності (ФН), побудовані з використанням терм-множини значень і лінгвістичних термів факторів. У роботах основоположника нечіткої логіки Заде вводиться поняття універсальної множини D , як такої, що стосується всієї проблемної області. Тоді нечітку підмножину M множини D визначають через універсальну множину або шкалу D і функцію належності $\mu_M(d)$, тобто

$$M = \{(\mu_M(d), d), d \in D\}, \quad (0 \leq \mu_M(d) \leq 1). \quad (8)$$

Функція належності встановлює міру приналежності кожного елемента нечіткої множини універсальній множині: $M \in D$. За умови дискретності і скінченності базової шкали нечітка множина M може бути подана як

$$M = (\mu_M(d_1)/d_1, \mu_M(d_2)/d_2, \dots, \mu_M(d_n)/d_n) = \sum_{i=1}^n \mu_M(d_i)/d_i, \quad (9)$$

або у вигляді: $M = \sum_{i=1}^n \mu_i/d_i$. ФН виступають ідентифікатором вхідних значень ЛЗ у нечіткому форматі, тобто множині значень змінної d ставляться у відповідність ФН $\mu(d)$, причому $\mu_1 + \mu_2 + \dots + \mu_n = 1$.

Лінгвістичні змінні, що характеризують процес проектування видання, поділено на три функціональні групи – виробничо-організаційну L , технологіч-

ну T і маркетингову Z , кожна з яких визначатиме частковий рівень інтегрального показника прогнозованої якості проектування книжкових видань:

$$Q = F_Q(L, T, Z). \quad (10)$$

Аргументи функції (10) мають таке формалізоване відображення:

$L = F_L(l_1, l_2, l_3)$, де: l_1 – ЛЗ «тематичне планування»; l_2 – ЛЗ «вид видавничого оригіналу»; l_3 – ЛЗ «виробниче планування». $T = F_T(t_1, t_2, t_3)$, де: t_1 – ЛЗ «редагування»; t_2 – ЛЗ «підготовка до верстання»; t_3 – ЛЗ «коректура». $Z = F_Z(z_1, z_2)$, де: z_1 – ЛЗ «читацький попит»; z_2 – ЛЗ «ціна видання».

Для означених лінгвістичних змінних необхідно встановити універсальну терм-множину значень та відповідних їй лінгвістичних термів (ЛТ). Терм-множина повинна відтворювати технологічні межі існування ЛЗ. Лінгвістичні терми містять описову ідентифікацію рівня вагомості змінної у квантах поділу множини значень D . Для відтворення вказаних характеристик побудовано таблицю, яка пов'язує між собою позначення змінної та її лінгвістичну суть, межі значень універсальної терм-множини та встановлені якісні лінгвістичні терми, задані нечіткою тривимірною шкалою (табл. 6).

Таблиця 6

Терм-множини значень лінгвістичних змінних

Змінна	Лінгвістична суть змінної	Універсальна множина значень (множина D)	Лінгвістичні терми (множина X)
l_1	Тематичне планування (обсяг видання)	(2-24) фізичних аркушів	Малий, середній, великий
l_2	Вид видавничого оригіналу (формат видання)	(150x210-210x270) (315-567) см ²	Малий, середній, великий
l_3	Виробниче планування	(1-5) у. о.	Неповне, середнє, повне
t_1	Редагування	(1-5) у. о.	Неповне, середнє, повне
t_2	Підготовка до верстання (обсяг)	(64-768) сторінок	Малий, середній, великий
t_3	Коректура (обсяг)	(64-768) сторінок	Малий, середній, великий
z_1	Читацький попит	(1-5) у. о.	Малий, середній, великий
z_2	Ціна видання	(5-105) грн.	Низька, середня, висока

З урахуванням наведеного побудовано модель логічного виведення, яка відображає ієрархічну залежність якості реалізації процесу проектування видання від значень лінгвістичних термів факторів. Модель побудована за принципом «знизу вверх», тобто компонента найвишого рівня «якість проектування видання» отримує своє вираження за рахунок впливу нижчих рівнів ієрархії.

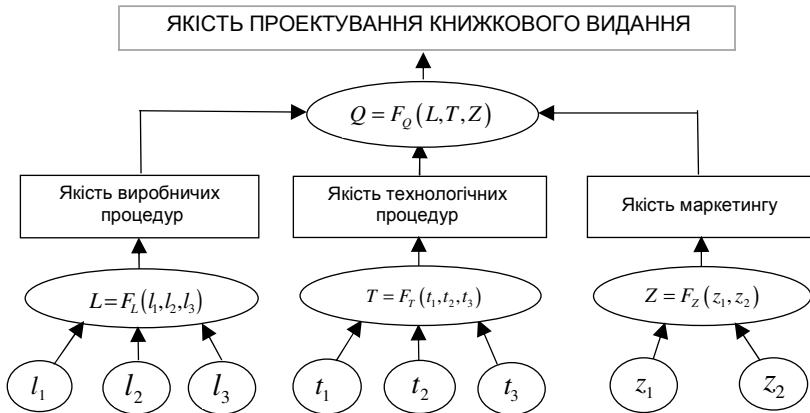


Рис. 4. Модель логічного виведення: формування показника якості проектування видання

Вихідна база даних, ідентифікована множиною $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$, зумовить формалізоване подання ЛТ «якість проектування видання» Q у вигляді деякої нечіткої множини, елементи якої мають вигляд сукупності пар:

$$Q_F = \left\{ \frac{\mu_q(d_1)}{d_1}, \frac{\mu_q(d_2)}{d_2}, \dots, \frac{\mu_q(d_n)}{d_n} \right\}, \quad (11)$$

де: $Q_F \subset D$; $\mu_q(d_i)$ – міра (функція) належності $d_i \in D$ до множини Q_F .

Розрахунок значень функцій належності ЛЗ, заданих таблицею 6 здійснено на підставі побудови матриць попарних порівнянь для кожного з лінгвістичних термів за правилами, наведеними у розділі 2. Компоненти власного вектора матриць означатимуть ранги ЛТ, на підставі яких обчислюються значення ФН μ_i для кожного з термів. Для ЛЗ «тематичне планування» у точках поділу інтервалу $d_1 = 2$; $d_2 = 8$; $d_3 = 14$; $d_4 = 18$; $d_5 = 24$ для всіх термів дістанемо нормовані значення функцій належності з орієнтацію на обсяг видання:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{малий}_n}(d_1) &= 1; \mu_{\text{малий}_n}(d_2) = 0.66; \mu_{\text{малий}_n}(d_3) = 0.44; \\ \mu_{\text{малий}_n}(d_4) &= 0.22; \mu_{\text{малий}_n}(d_5) = 0.11; \\ \mu_{\text{середній}_n}(d_1) &= 0.11; \mu_{\text{середній}_n}(d_2) = 0.78; \mu_{\text{середній}_n}(d_3) = 1; \\ \mu_{\text{середній}_n}(d_4) &= 0.44; \mu_{\text{середній}_n}(d_5) = 0.11; \\ \mu_{\text{великий}_n}(d_1) &= 0.11; \mu_{\text{великий}_n}(d_2) = 0.33; \mu_{\text{великий}_n}(d_3) = 0.56; \\ \mu_{\text{великий}_n}(d_4) &= 0.78; \mu_{\text{великий}_n}(d_5) = 1. \end{aligned}$$

З урахуванням отриманих ФН формалізоване подання ЛТ «малий», «середній», «великий» нечіткими множинами відтворено виразом (12)

$$\begin{aligned} \text{обсяг малий} &= \left\{ \frac{1}{2}; \frac{0,66}{8}; \frac{0,44}{14}; \frac{0,22}{18}; \frac{0,11}{24} \right\} \text{ фізичних аркушів} \\ \text{обсяг середній} &= \left\{ \frac{0,11}{2}; \frac{0,78}{8}; \frac{1}{14}; \frac{0,44}{18}; \frac{0,11}{24} \right\} \text{ фізичних аркушів} \\ \text{обсяг великий} &= \left\{ \frac{0,11}{2}; \frac{0,33}{8}; \frac{0,56}{14}; \frac{0,78}{18}; \frac{1}{24} \right\} \text{ фізичних аркушів,} \end{aligned} \quad (12)$$

візуальне відображення якого наведено на рис. 5.

Подібним чином отримано нечітку множину та її графічне зображення для лінгвістичної змінної «вид видавничого оригіналу» (рис. 6):

$$\begin{aligned} \text{формат малий} &= \left\{ \frac{1}{315}; \frac{0,55}{338}; \frac{0,33}{390}; \frac{0,22}{472}; \frac{0,11}{567} \right\} \text{ см}^2; \\ \text{формат середній} &= \left\{ \frac{0,11}{315}; \frac{0,89}{338}; \frac{1}{390}; \frac{0,33}{472}; \frac{0,11}{567} \right\} \text{ см}^2; \\ \text{формат великий} &= \left\{ \frac{0,11}{315}; \frac{0,22}{338}; \frac{0,44}{390}; \frac{0,78}{472}; \frac{1}{567} \right\} \text{ см}^2. \end{aligned} \quad (13)$$

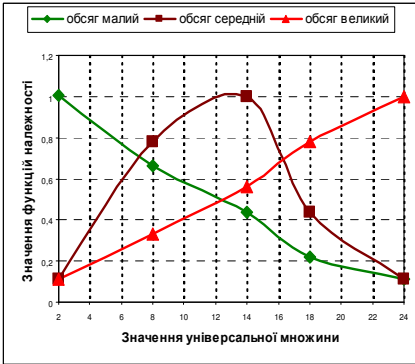


Рис. 5. Функції належності ЛЗ «тематичне планування»

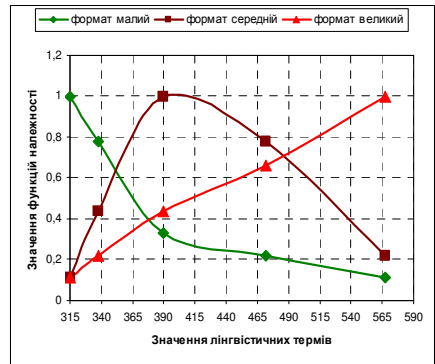


Рис. 6. Функції належності ЛЗ «вид видавничого оригіналу»

Аналогічним чином досліджено решту лінгвістичних змінних.

Далі формується нечітка база знань у вигляді логічного висловлювання. Згідно з моделлю логічного виведення рис. 3 для найвищого рівня дістанемо:

ЯКЩО ($L = \text{низька}$) І ($L = \text{середня}$) І ($L = \text{висока}$)
 І ($T = \text{низька}$) І ($T = \text{середня}$) І ($T = \text{висока}$)
 І ($Z = \text{низька}$) І ($Z = \text{середня}$) І ($Z = \text{висока}$),
 ТОДІ ($Q = \text{низька}$) І ($Q = \text{середня}$) І ($Q = \text{висока}$).

На підставі експертного логічного висловлювання сформуємо нечітку базу знань у вигляді матриці, відображеної таблицею 7.

Матриця знань для лінгвістичної змінної Q

Якість виробничих процедур L	Якість технологічних процедур T	Якість маркетингу Z	Якість проектування видання Q
низька	низька	низька	низька
низька	середня	низька	
середня	низька	середня	середня
середня	середня	висока	
висока	висока	середня	висока
висока	висока	висока	

На підставі матриці знань табл. 7 запроєктовано нечіткі логічні рівняння отримання значень ФН для термів, визначених у четвертому стовпці таблиці.

$$\mu_{\text{низька}}(Q) = \mu_{\text{низька}}(L) \wedge \mu_{\text{низька}}(T) \wedge \mu_{\text{низька}}(Z) \vee \mu_{\text{низька}}(L) \wedge \mu_{\text{низька}}(T) \wedge \mu_{\text{висока}}(Z). \quad (14)$$

$$\mu_{\text{середня}}(Q) = \mu_{\text{середня}}(L) \wedge \mu_{\text{низька}}(T) \wedge \mu_{\text{середня}}(Z) \vee \mu_{\text{середня}}(L) \wedge \mu_{\text{середня}}(T) \wedge \mu_{\text{висока}}(Z). \quad (15)$$

$$\mu_{\text{висока}}(Q) = \mu_{\text{висока}}(L) \wedge \mu_{\text{висока}}(T) \wedge \mu_{\text{середня}}(Z) \vee \mu_{\text{висока}}(L) \wedge \mu_{\text{висока}}(T) \wedge \mu_{\text{висока}}(Z). \quad (16)$$

За реалізованою вище схемою засоби нечітких множин застосовано до змінних наступного рівня: $L - X(l_1, l_2, l_3)$; $T - X(t_1, t_2, t_3)$; $Z - X(z_1, z_2)$.

Результати перетворень над лінгвістичними змінними L, T, Z , дають підставу для формування нечіткої множини ЛЗ Q «якість проектування видання» з ФН, заданих для нечітких лінгвістичних термів «низька», «середня», «висока». Кількісні значення Q задано у точках поділу множини $G = \{g_1, g_2, g_3\}$.

$$Q(L, T, Z) = \left\{ \frac{\mu_{\text{низька}}(Q)}{g_1}, \frac{\mu_{\text{середня}}(Q)}{g_2}, \frac{\mu_{\text{висока}}(Q)}{g_3} \right\}. \quad (17)$$

Реальні розрахунки показника якості виконано для вихідних даних:

$$l_1 = 18; l_2 = 472; l_3 = 2; t_1 = 4; t_2 = 576; t_3 = 576; z_1 = 3; z_2 = 30.$$

Використання функцій належності для ЛЗ функціональних категорій, отриманих подібно до виразів (12) і (13), приводить до таких результатів:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{низька}}(L) &= 0,22; \mu_{\text{середня}}(L) = 0,33; \mu_{\text{висока}}(L) = 0,44; \\ \mu_{\text{низька}}(T) &= 0,30; \mu_{\text{середня}}(T) = 0,45; \mu_{\text{висока}}(T) = 0,70; \\ \mu_{\text{низька}}(Z) &= 0,45; \mu_{\text{середня}}(Z) = 0,60; \mu_{\text{висока}}(Z) = 0,50. \end{aligned} \quad (18)$$

На підставі розв'язання нечітких логічних рівнянь (14-16) з вихідними даними (18) отримано функції належності змінної Q :

$$\begin{aligned} \mu_{\text{низька}}(Q) &= 0,22 \wedge 0,30 \wedge 0,45 \vee 0,22 \wedge 0,30 \wedge 0,45 = 0,22; \\ \mu_{\text{середня}}(Q) &= 0,33 \wedge 0,30 \wedge 0,60 \vee 0,33 \wedge 0,45 \wedge 0,50 = 0,33; \\ \mu_{\text{висока}}(Q) &= 0,44 \wedge 0,70 \wedge 0,60 \vee 0,44 \wedge 0,70 \wedge 0,50 = 0,44. \end{aligned} \quad (19)$$

Розрахунок показника прогнозованої якості виконано за методом центра ваги фігури, обмеженої графіком функції належності і віссю абсцис. Отже

$$Q = \sum_{i=1}^m \left[\underline{Q} + (i-1) \frac{\bar{Q} - \underline{Q}}{m-1} \right] \mu_i(Q) / \sum_{i=1}^m \mu_i(Q), \quad (20)$$

де: \underline{Q}, \bar{Q} – мінімальне і максимальне значення показника якості; m – кількість заданих нечітких термів для лінгвістичної змінної Q ; $m = 3$; $\mu_1(Q) = \mu_{\text{низька}}(Q)$, $\mu_2(Q) = \mu_{\text{середня}}(Q)$, $\mu_3(Q) = \mu_{\text{висока}}(Q)$; $\underline{Q} = 1\%$; $\bar{Q} = 100\%$.

Для трьох точок інтервалу 1%, 50%, 100% отримаємо $Q = 61,33\%$.

Завершує розділ структурно-функціональна модель інформаційної технології формування якості проектування книжкових видань (рис. 7).



Рис. 7. Структурно-функціональна модель інформаційної технології формування та оцінювання якості проектування книжкових видань

У четвертому розділі «Інформаційна технологія формування якості додрукарського підготування видань» запроєктовано семантичні мережі зв'язків між факторами; розроблено та оптимізовано моделі факторів додрукарського етапу; визначено оптимальний варіант виконання етапу; розроблено узагальнену модель логічного виведення; розраховано нечіткі множини значень ФН ЛЗ; запроєктовано нечіткі бази знань та нечіткі логічні рівняння; розроблено структурно-функціональну модель інформаційної технології формування та прогностичного оцінювання якості додрукарського підготування книжкових видань.

Дослідження виконано стосовно факторів процесів етапу – верстання видання, формування монтажних спусків полос, запису видання на носій. *Верстання видання*: y_1 – вид видання (складність); y_2 – формат шпальти і долі листа; y_3 – ілюстрації, рисунки; y_4 – шрифтова гама; y_5 – шаблони і модульні сітки; y_6 – контраст і пропорція розміщення елементів; y_7 – рівновага і гармонія елементів за масштабом і стилем; y_8 – ритм розміщення елементів. *Формування монтажних спусків*: s_1 – обсяг видання; s_2 – тип друкарської машини; s_3 – спосіб комплектування; s_4 – розкладання звороту; s_5 – тип скріплення блоку; s_6 – тип зошита; s_7 – фальцювання; s_8 – формат видання. *Запис видання на носій*: z_1 – тип матеріального носія; z_2 – спосіб виведення і запису на носій; z_3 – складність зображення; z_4 – вид растрування; z_5 – лініатура растрового елемента; z_6 – матеріали; z_7 – тип джерела випромінювання; z_8 – спосіб друкування.

Розроблено семантичні мережі зв'язків між факторами. Варіант мережі факторів верстання видання наведено на рис. 8.

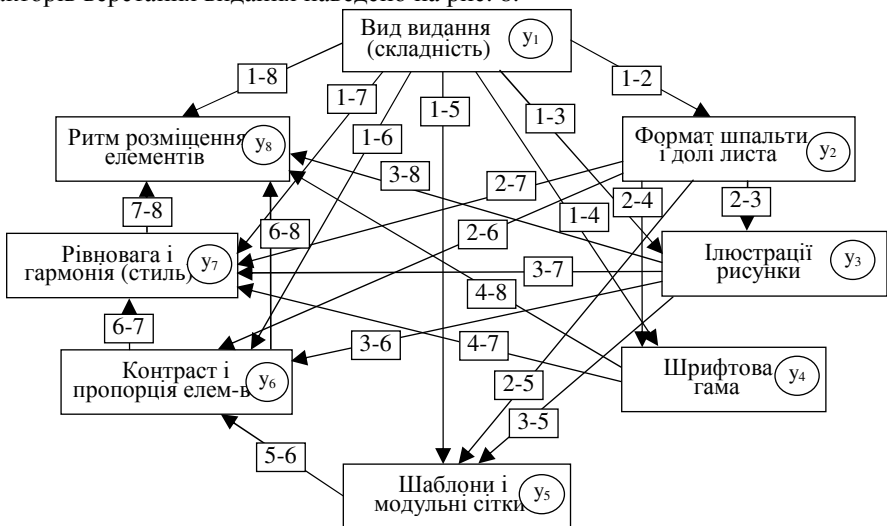


Рис. 8. Семантична мережа факторів верстання полос

Аналогічні семантичні мережі створено для формалізованої ідентифікації факторів впливу на процеси формування монтажних спусків полос та запису видання на матеріальний носій. Опрацювання вказаних графічних моделей вихідних даних з використанням методів ранжування і визначення вагомостей предикатів та методу аналізу ієрархій забезпечило отримання оптимізованих багаторівневих моделей пріоритетного впливу факторів на якість виконання вказаних процесів з такими ваговими показниками:

Таблиця 8

Верстання видання								
Фактори	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	y_8
Ваги	183	119	76	48	30	20	11	9
Формування монтажних спусків								
Фактори	s_1	s_2	s_3	s_4	s_5	s_6	s_7	s_8
Ваги	458	236	255	136	64	40	180	300
Запис видання на носій								
Фактори	z_1	z_2	z_3	z_4	z_5	z_6	z_7	z_8
Ваги	20	9	180	32	13	77	119	13

На підставі табл. 8 сформовано множини Парето – основи для проектування альтернатив виконання процесів додрукарського етапу. Вихідні дані, при яких обчислено альтернативні та оптимальні варіанти наведено у табл. 9.

Таблиця 9

Назви факторів	Ваги факторів	Оцінювання альтернатив за факторами (y %)		
		11/21/31	12/22/32	13/23/33
Вид видання/обсяг видання/складність зображення	183/458/180	60/60/20	20/20/60	20/20/20
Формат шпальти і доли листа/формат видання/тип джерела випромінювання	119/300/119	40/40/20	30/20/40	30/40/40
Ілюстрації, рисунки/спосіб комплектування/ матеріали	76/255/77	10/20/30	40/30/20	50/50/50
Шрифтова гама/тип друк. машини/спосіб друкування	48/236/32	40/30/50	50/50/30	10/20/20

Опрацювання даних табл. 9 зумовило отримання функцій корисності альтернатив і розрахунок за виразами (7) об'єднаних функціоналів, максимальні значення яких визначають оптимальні варіанти виконання процесів:

$$U_{11}(60, 40, 10, 40) = 0,607; U_{21}(60, 40, 20, 30) = 0,533; U_{32}(60, 40, 20, 30) = 0,559.$$

Слідуючи прийнятому у роботі принципу багаторівневої ієрархічності досліджень, логічно стверджувати наявність відповідного порядку у ході акумулю-

вання якісних показників за правилом «знизу вверх» від окремих факторів до ідентифікованих ними процесів і далі до технологічних етапів, що відтворено моделлю логічного виведення, яка схематично імітує процес формування якості видань на етапі додрукарського підготування (рис. 9).

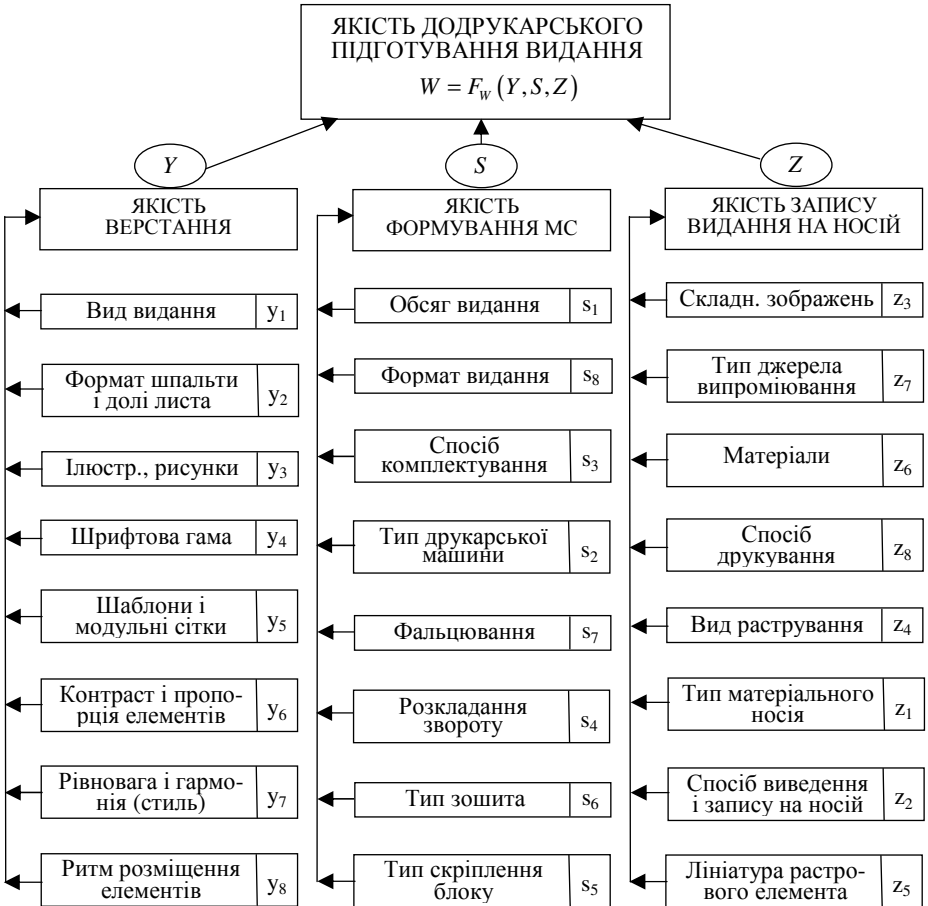


Рис. 9. Модель логічного виведення – формування якості додрукарського опрацювання книжкових видань

Оскільки теоретичне обґрунтування прогностичного оцінювання рівня якості технологічних процесів не ставить строгих вимог щодо кількості чинників, для подальшого дослідження доцільно задіяти доміновані над іншими фактори множин Парето. Таким чином, обрано такі множини лінгвістичних змінних процесів: верстання видання – $M1 = \{y_1, y_2, y_3, y_4\}$; формування монтажних спусків – $M2 = \{s_1, s_8, s_3, s_2\}$; запису видання на носій – $M3 = \{z_3, z_7, z_6, z_8\}$.

Сформовано терм-множини значень лінгвістичних змінних етапу.

Таблиця 10

Терм-множини значень лінгвістичних змінних

Змінна	Лінгвістична суть змінної	Універсальна множина значень (множина D)	Лінгвістичні терми (множина X)
y_1	Вид видання (складність)	(1-5) у. о.	Низька, середня, висока
y_2	Формат шпальти і долі листа	(150x210-210x270) (315-567) см ²	Малий, середній, великий
y_3	Ілюстрації, рисунки (кількість)	(1-5) у. о.	Мала, середня, велика
y_4	Шрифтова гама (кегель)	(8-14) пунктів	Малий, середній, великий
s_1	Обсяг видання	(2-24) друкарських аркушів	Малий, середній, великий
s_8	Формат видання	(150x210-210x270) (315-567) см ²	Малий, середній, великий
s_3	Спосіб комплектування (кількість сторінок)	(4-768) с.	Вкладанням, підбиранням
s_2	Тип друкарської машини	(1-5) у. о.	Аркушева, рулонна
z_3	Складність зображення	(1-5) у. о.	Низька, середня, висока
z_7	Тип джерела випромінювання (довжина хвилі)	(280-315) нм (700-1400) нм	Ультрафіолетовий, інфрачервоний
z_6	Матеріали (пластина – відтворення растру)	(1-9) %	Низька, середня, висока
z_8	Спосіб друкування (офсетний – профіль)	(1-5) у. о.	Вивідного пристрою, стандартний

У підсумку залежність показника якості додрукарського підготування видання W від якості виконання складових процесів Y, S, Z матиме вигляд:

$$W = F_W (y_1, y_2, y_3, y_4, s_1, s_8, s_3, s_2, z_3, z_7, z_6, z_8). \quad (21)$$

Остаточна нечітка база знань додрукарського підготування видань для управляючого рівня моделі рис. 8 відповідатиме формальному записові:

ЯКЩО ($Y =$ низька) І ($Y =$ середня) І ($Y =$ висока) І ($S =$ низька) І
($S =$ середня) І ($S =$ висока) І ($Z =$ низька) І ($Z =$ середня) І ($Z =$ висока),
ТОДІ ($W =$ низька) І ($W =$ середня) І ($W =$ висока).

На її основі утворено матрицю знань для лінгвістичної змінної W та побудовано нечіткі логічні рівняння для розрахунку функцій належності.

$$\mu_{\text{низька}}(W) = \mu_{\text{низька}}(Y) \wedge \mu_{\text{середня}}(S) \wedge \mu_{\text{низька}}(Z) \vee \mu_{\text{середня}}(Y) \wedge \mu_{\text{низька}}(S) \wedge \mu_{\text{низька}}(Z).$$

$$\mu_{\text{середня}}(W) = \mu_{\text{середня}}(Y) \wedge \mu_{\text{низька}}(S) \wedge \mu_{\text{середня}}(Z) \vee \mu_{\text{низька}}(Y) \wedge \mu_{\text{середня}}(S) \wedge \mu_{\text{висока}}(Z).$$

$$\mu_{\text{висока}}(W) = \mu_{\text{середня}}(Y) \wedge \mu_{\text{висока}}(S) \wedge \mu_{\text{висока}}(Z) \vee \mu_{\text{висока}}(Y) \wedge \mu_{\text{висока}}(S) \wedge \mu_{\text{висока}}(Z).$$

Аналогічні відношення сформовано для лінгвістичних змінних Y, S, Z .

Розрахунок показника якості додрукарського підготування видань виконано для вихідних даних табл. 10. Отримано: $W = 85,5\%$. У результаті розроблено структурно-функціональну модель інформаційної технології формування та оцінювання якості додрукарського підготування видань.

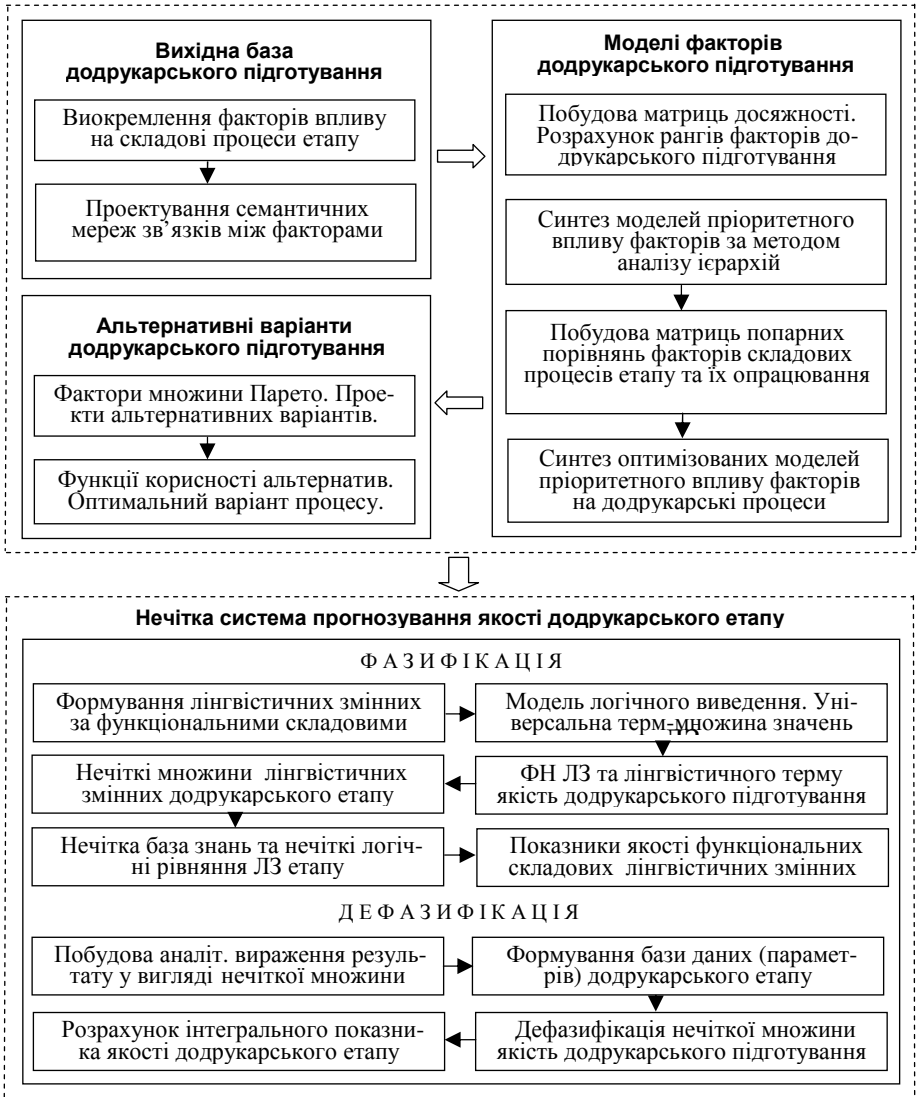


Рис. 10. Структурно-функціональна модель інформаційної технології формування та прогностичного оцінювання якості додрукарського етапу

У п'ятому розділі «Інформаційна технологія формування та оцінювання якості друкарського процесу» виокремлено множину факторів впливу на якість процесу друкування книжкових видань офсетним способом та сформовано семантичну мережу зв'язків між ними; синтезовано оптимізовану багаторівневу модель пріоритетного впливу факторів на якість виконання етапу за визначеним альтернативним варіантом; запроєктовано універсальну терм-множину значень та відповідних їй лінгвістичних термів лінгвістичних змінних, розраховано функції належності ЛЗ; побудовано матриці знань та нечіткі логічні рівняння для обчислення функцій належності; розраховано показник прогнозованого рівня якості процесу друкування.

Аналіз факторів друкарського процесу обумовив їх групування за призначенням та характеристиками, виділивши категорії технічного оснащення, матеріалів і технологічних процедур, відображені схемою рис. 11.



Рис. 11. Схема факторів друкування накладу плоским офсетним друком

Враховуючи множину виокремлених факторів та результати експертного опитування стосовно взаємозв'язків між елементами множини, запроєктовано семантичну мережу – графічну модель, що формалізує попарні впливи і залежності між чинниками процесу друкування (рис.12).

Опрацювання матриці попарних порівнянь, побудованої на підставі мережі рис. 12, та використання методу аналізу ієрархій забезпечило отримання оптимізованої моделі домінантності факторів процесу друкування з такими ваговими значеннями: $v_1 = 299$; $v_4 = 220$; $v_2 = 177$; $v_3 = 109$; $v_9 = 73$; $v_5 = 42$; $v_8 = 32$; $v_7 = 27$; $v_6 = 17$.

Альтернативні варіанти виконання етапу отримано на підставі методу лінійного згортання критеріїв, застосованого до факторів множини Парето (що описують типи друкарської машини і форми, характеристики паперу і декеля)

$$V_p = \left\{ \begin{array}{l} v_1 - \text{тип друкарської машини}; v_4 - \text{характеристики паперу}; \\ v_2 - \text{тип друкарської форми}; v_3 - \text{характеристики декеля} \end{array} \right\},$$

забезпечивши визначення оптимального варіанту з функціоналом $U_1 = 0.492$ при таких показниках впливу (у відсотках) факторів на процес: $v_1 = 50$; $v_4 = 30$; $v_2 = 20$; $v_3 = 60$.

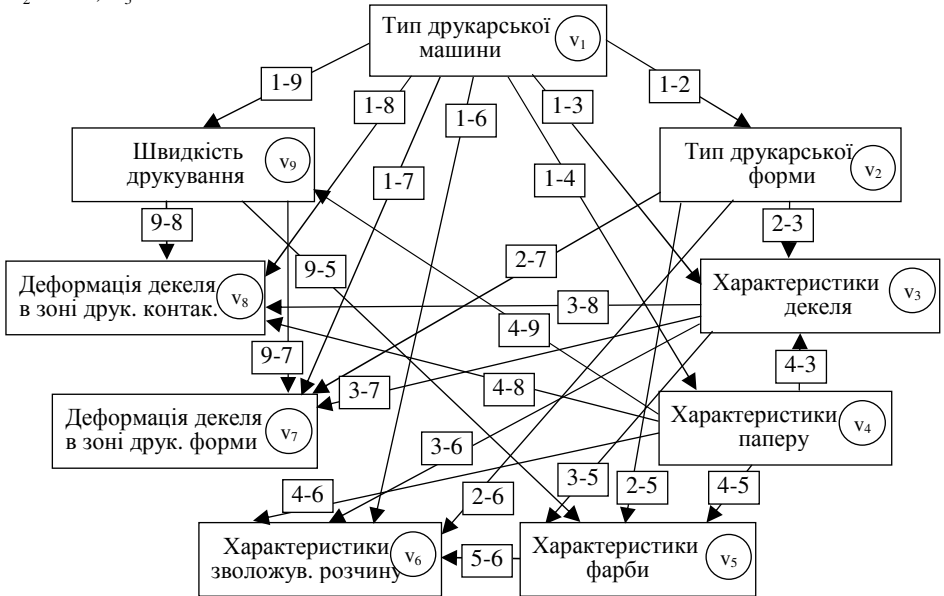


Рис. 12. Семантична мережа факторів друкарського процесу

Побудовано модель логічного виведення, в якій залежність якості процесу друкування виражена функцією $V = F_V(T, R, L)$, аргументами якої виступають множини факторів виокремлених вище категорій. Причому до технічного оснащення віднесено множину лінгвістичних змінних

$$T = \left\{ \begin{array}{l} t_1 - \text{тип друкарської машини}; t_3 - \text{характеристики декеля}; \\ t_2 - \text{тип друкарської форми} \end{array} \right\},$$

категорію «матеріали» забезпечує множина

$$R = \left\{ \begin{array}{l} r_1 - \text{характеристики паперу}; r_2 - \text{характеристики фарби}; \\ r_3 - \text{характеристики зволожувального розчину} \end{array} \right\},$$

технологічні процедури – лінгвістичні змінні множини

$$L = \left\{ \begin{array}{l} l_1 - \text{деформація декеля в контактi з друкарською формою}; \\ l_2 - \text{деформація декеля в зонi друк. контакту}; l_3 - \text{швидкість друкування} \end{array} \right\}.$$

Показник якості друкарського процесу (ПЯДП) стосуватиметься лінгвістичної змінної V , функції належності якої містять множину лінгвістичних термів $X(V) = \langle \text{низька, середня, висока} \rangle$. Введемо універсальну терм-множину $Q = \{q_1, q_2, q_3\}$, в точках якої будуть використані розраховані значення функцій належності лінгвістичної змінної «показник якості друкарського процесу» відповідно до заданих термів. З урахуванням наведених умов виразимо ПЯДП нечіткою множиною, заданою парами функцій належності ЛЗ найвищого рівня та її значеннями у точках заданого інтервалу.

$$V(T, R, L) = \left\{ \frac{\mu_{\text{низька}}(V)}{q_1}, \frac{\mu_{\text{середня}}(V)}{q_2}, \frac{\mu_{\text{висока}}(V)}{q_3} \right\}. \quad (22)$$

Для наведених множин ЛЗ сформовано терм-множину значень.

Таблиця 11

Терм-множини значень лінгвістичних змінних процесу друкування			
Змінна	Лінгвістична суть змінної	Універсальна множина значень D	Лінгвістичні терми (множина X)
t_1	Тип друкарської машини	(1-5) у. о.	Аркушева, рулонна
t_2	Характеристики декаля (твердість за Шором)	(30-90) А од.	Мякий, середній, твердий
t_3	Тип друкарської форми (тиражостійкість)	(100-500) тис. відб.	Низька, середня, висока
r_1	Характеристики паперу (товщина)	(0,03-0,25) мм	Мала, середня, велика
r_2	Характеристики фарби (в'язкість за Лореем)	(15-20) Па·с	Мала, середня, висока
r_3	Характеристики зволож. розчину (кислотність)	(1-7) рН	Сильна, слабка, нейтральна
l_1	Деформація декаля в контактi з друк. формою	(1-4) %	Мала, середня, велика
l_2	Деформація декаля в зоні друк. контакту (стиск)	(1-4) %	Мала, середня, велика
l_3	Швидкість друкування	(2000-18000) об./хв.	Низька, середня, висока

З використанням даних табл. 11 запроєктовано нечіткі множини функцій належності лінгвістичних змінних. Так, наприклад, ЛЗ t_2 «характеристики декаля» задається на універсальній множині $D(t_2) = [30; 45; 60; 75; 90]$ одиниць твердості (за Шором). Ідентифікується лінгвістичними термами $X(t_2) = \langle \text{мякий, середній, твердий} \rangle$ з такими значеннями функцій належності:

$$\text{мякий} = \left\{ \frac{1}{30}; \frac{0,60}{45}; \frac{0,45}{60}; \frac{0,20}{75}; \frac{0,10}{90} \right\} \text{ одиниць};$$

$$\begin{aligned} \text{середній} &= \left\{ \frac{0,11}{30}; \frac{0,70}{45}; \frac{1}{60}; \frac{0,45}{75}; \frac{0,11}{90} \right\} \text{ одиниць;} \\ \text{твердий} &= \left\{ \frac{0,11}{30}; \frac{0,22}{45}; \frac{0,44}{60}; \frac{0,78}{75}; \frac{1}{90} \right\} \text{ одиниць.} \end{aligned}$$

Функціонал найвищого рівня, виражений лінгвістичною змінною V , формуватиме інтегральний показник прогнозованої якості друкарського процесу. У підсумку експертна база знань, що відповідає друкарському процесові, матиме для найвищого рівня такий типовий вигляд:

ЯКЩО ($T = \text{низька}$) І ($T = \text{середня}$) І ($T = \text{висока}$)

І ($R = \text{низька}$) І ($R = \text{середня}$) І ($R = \text{висока}$)

І ($L = \text{низька}$) І ($L = \text{середня}$) І ($L = \text{висока}$),

ТОДІ ($V = \text{низька}$) І ($V = \text{середня}$) І ($V = \text{висока}$).

Логічну структуру експертної бази знань переведено у розширеному форматі в матричну форму, відображену нижче наведеною таблицею.

Таблиця 12

Матриця знань лінгвістичної змінної V – якість процесу друкування

Якість технічних чинників T	Якість матеріалів R	Якість технологічних процедур L	Якість процесу друкування V
низька	середня	низька	низька
низька	низька	низька	
середня	низька	середня	середня
висока	висока	середня	
висока	середня	висока	висока
висока	висока	висока	

База знань змінної V спричинить систему нечітких логічних рівнянь, за допомогою яких отримано значення ФН для множини термів вказаної ЛЗ:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{низька}}(V) &= \mu_{\text{низька}}(T) \wedge \mu_{\text{середня}}(R) \wedge \mu_{\text{низька}}(L) \vee \mu_{\text{низька}}(T) \wedge \mu_{\text{низька}}(R) \wedge \mu_{\text{низька}}(L); \\ \mu_{\text{середня}}(V) &= \mu_{\text{середня}}(T) \wedge \mu_{\text{низька}}(R) \wedge \mu_{\text{середня}}(L) \vee \mu_{\text{висока}}(T) \wedge \mu_{\text{висока}}(R) \wedge \mu_{\text{середня}}(L); \\ \mu_{\text{висока}}(V) &= \mu_{\text{висока}}(T) \wedge \mu_{\text{середня}}(R) \wedge \mu_{\text{висока}}(L) \vee \mu_{\text{висока}}(T) \wedge \mu_{\text{висока}}(R) \wedge \mu_{\text{висока}}(L). \end{aligned} \quad (23)$$

Наступний крок полягає у застосуванні подібного алгоритму до ЛЗ наступного рівня $T = F_T(t_1, t_2, t_3)$; $R = F_R(r_1, r_2, r_3)$; $L = F_L(l_1, l_2, l_3)$, результатом якого стали відповідні нечіткі логічні рівняння. Остаточню лінгвістичну змінну V «якість друкарського процесу» отримає своє вираження через ЛЗ факторів, тобто

$$V = F_V(t_1, t_2, t_3, r_1, r_2, r_3, l_1, l_2, l_3).$$

Система рівнянь (23) відтворює реальну тенденцію друкарського процесу, суть якої полягає в тому, що висока якість технологічних процедур досягається при малих деформаціях декеля в зонах з друкарською формою і друкарським контактом при середніх чи високих швидкостях друкування. Твердження, сфор-

мульовані на рівні лінгвістичних термів «малий», «середній», «високий», у купності з іншими характеристиками служать основою для прогнозування ПЯДП. Вихідні дані для обчислень – у табл. 13.

Таблиця 13

Вихідна база даних друкарського процесу

t_1	t_2	t_3	r_1	r_2	r_3	l_1	l_2	l_3
4 у.о.	75 А од.	200 тис. відбит.	0,15 мм	17,5 Па·с	5 рН	2%	2%	6000 об/хв

На першому етапі пораховано значення функцій належності ЛЗ категорій – технічних чинників: $\mu_{низька}(T) = 0,20$; $\mu_{середня}(T) = 0,30$; $\mu_{висока}(T) = 0,78$; матеріалів: $\mu_{низька}(R) = 0,20$; $\mu_{середня}(R) = 0,50$; $\mu_{висока}(R) = 1$; технологічних процедур: $\mu_{низька}(L) = 0,28$; $\mu_{середня}(L) = 0,55$; $\mu_{висока}(L) = 0,75$. Підстановка їх у систему рівнянь (23) зумовить отримання ФН лінгвістичної змінної V :

$$\mu_{низька}(V) = 0,20; \mu_{середня}(V) = 0,55; \mu_{висока}(V) = 0,75.$$

Дефазифікація нечіткої множини (22) забезпечить числове вираження ПЯДП. Розрахунок показника якості здійснимо за формулою (24)

$$V = \sum_{i=1}^m \left[\underline{V} + (i-1) \frac{\bar{V} - \underline{V}}{m-1} \right] \mu_i(V) / \sum_{i=1}^m \mu_i(V), \quad (24)$$

де: \underline{V} , \bar{V} – мінімальне і максимальне значення показника якості; m – кількість заданих нечітких термів для лінгвістичної змінної V .

Задамо вихідні значення: $m = 3$; $\mu_1(V) = \mu_{низька}(V)$, $\mu_2(V) = \mu_{середня}(V)$, $\mu_3(V) = \mu_{висока}(V)$. Нижню і верхню межі ймовірних значень лінгвістичної змінної V виразимо у відсотках: $\underline{V} = 1\%$; $\bar{V} = 100\%$. Точки поділу інтервалу: 1, 50, 100. У результаті показник прогнозованої якості $V = 68,47\%$.

Узагальнюючи виконане дослідження, сформульовано теоретичні та прикладні засади, що стали вихідною базою концептуальної моделі інформаційної технології формування та прогностичного оцінювання якості процесу друкування видань (рис. 12). Основою ІТ служить предметна область, що ґрунтується на факторах (лінгвістичних змінних) впливу на вказаний процес, семантичній мережі зв'язків між ними та вагових пріоритетах виокремлених чинників. Теоретичне підґрунтя ІТ складають методи та моделі, отримані на підставі використання засобів системного аналізу, теорії багаторівневих ієрархічних систем, дослідження операцій, методів аналізу та опрацювання ієрархій, ранжування факторів, лінійного згортання критеріїв, багатокритеріальної оптимізації, теорії нечітких множин для прогностичного оцінювання результатів.

Прикладний аспект відтворений складовими нечіткої системи – основної компоненти ІТ, що забезпечує якість друкарського процесу.

Розроблено алгоритм імітаційної моделі розрахунку показника якості процесу друкування, реалізацію котрого здійснено у вигляді програмної компоненти QualityPrint, інтерфейс якої показано на рис. 13.



Рис. 13. Інтерфейс програми QualityPrint – вкладка «Розрахувати якість»

Програма QualityPrint забезпечує прямий і зворотній хід розв'язання завдання. Перший активізується за допомогою вкладки «Розрахувати якість», суть якої відтворено на рис. 13. Технологічні параметри вибираються із спадних меню, розміщених біля відповідних лінгвістичних змінних – факторів впливу на якість друкування. Команда «Розрахувати» спричиняє отримання показника прогнозованої якості друкарського процесу. Вкладка «Знайти оптимальні параметри» забезпечує виведення комбінацій значень параметрів, при яких досягається наперед заданий показник якості.

У розділі 6 «Інтегральний прогноз якості книжкових видань» розкрито суть інформаційної концепції формування якості книжкових видань, сформовано функції належності лінгвістичних змінних – технологічних етапів випуску видань, запроєктовано нечітку базу знань та нечіткі логічні рівняння для ЛЗ «якість книжкового видання», розраховано прогнозований інтегральний показник якості видання, створено модель стану готовності книги відповідно до процесів підготування та випуску видань.

Отримані у попередніх розділах результати дають підставу стверджувати про застосування нової методології як системи теоретичних, методичних і прикладних засад, орієнтованих на розв'язання актуальних завдань видавничо-поліграфічного спрямування. Основою виконаного дослідження стала розроблена інформаційна концепція формування та прогностичного оцінювання якості книжкових видань, практичне застосування якої зумовить виготовлення друкованої продукції належного рівня. Суть концепції полягає у виокремленні інформаційної вихідної бази у вигляді факторів технологічних процесів, використанні засобів семантичних мереж і теорії моделювання, дослідження операцій, теорії ієрархічних багаторівневих систем, теорії множин, системного аналізу, теорії нечітких множин та програмування, покладених в основу методологічних засад та розробленої нечіткої системи автоматизованого керування процесом забезпечення якості друкованої продукції.

Набуття книжковим виданням необхідної якості є поступовим процесом її умовного акумулювання, яке відтворює логіку реалізації технологічних етапів випуску друкованої продукції, що, однак, не дає підстав стверджувати про можливість визначення узагальнюючого показника через просте сумування показників якості етапів. З огляду на сказане лінгвістичну змінну K «якість книжкового видання» вважатимемо функцією

$$K = F(Q, W, V, P), \quad (25)$$

аргументами якої служать лінгвістичні змінні: Q – «якість проектування видання»; W – «якість додрукарського підготування»; V – «якість друкування накладу»; P – «якість післядрукарських процесів». Сукупний вплив ЛЗ як ідентифікаторів етапів на якість видання отримаємо засобами нечітких множин, для чого задамо відповідну терм-множину значень.

Аналізовані лінгвістичні змінні задано на універсальній множині $D = [1; 25; 50; 75; 100]$ % лінгвістичними термами $X = \langle \text{низька, середня, висока} \rangle$, для яких розраховано функції належності $\mu_K(d_i)$.

Вихідна база знань стосовно якості видання прийме вигляд:

ЯКЦО ($Q = \text{низька}$) I ($Q = \text{середня}$) I ($Q = \text{висока}$)

I ($W = \text{низька}$) I ($W = \text{середня}$) I ($W = \text{висока}$)

I ($V = \text{низька}$) I ($V = \text{середня}$) I ($V = \text{висока}$)

I ($P = \text{низька}$) I ($P = \text{середня}$) I ($P = \text{висока}$),

ТОДІ ($K = \text{низька}$) I ($K = \text{середня}$) I ($K = \text{висока}$).

Побудовано систему нечітких логічних рівнянь, для розв'язання якої враховано показники якості етапів, отриманих у попередніх розділах роботи: $Q = 61,33\%$; $W = 85,50\%$; $V = 68,47\%$; $P = 75,21\%$.

Відповідно до наведених показників з використанням загальних множин ФН етапів отримано для терм-множин такі значення функцій належності:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{низька}}(Q) &= 0,15; \mu_{\text{середня}}(Q) = 0,86; \mu_{\text{висока}}(Q) = 0,60; \\ \mu_{\text{низька}}(W) &= 0,10; \mu_{\text{середня}}(W) = 0,40; \mu_{\text{висока}}(W) = 0,85; \\ \mu_{\text{низька}}(V) &= 0,25; \mu_{\text{середня}}(V) = 0,64; \mu_{\text{висока}}(V) = 0,78; \\ \mu_{\text{низька}}(P) &= 0,20; \mu_{\text{середня}}(P) = 0,50; \mu_{\text{висока}}(P) = 0,80. \end{aligned}$$

Розв'язання нечітких логічних рівнянь обумовило отримання ФН лінгвістичної змінної K : $\mu_{\text{низька}}(K) = 0,10$; $\mu_{\text{середня}}(K) = 0,40$; $\mu_{\text{висока}}(K) = 0,78$.

Інтегральний показник якості видання (ІПЯВ)

$$K = \frac{\sum_{i=1}^m [u_i \times \mu_i(K)]}{\sum_{i=1}^m u_i} \quad (26)$$

для даних: $m = 3$; $\mu_1(K) = \mu_{\text{низька}}(K)$, $\mu_2(K) = \mu_{\text{середня}}(K)$, $\mu_3(K) = \mu_{\text{висока}}(K)$.

Нижня межа $\underline{K} = 1\%$; верхня межа $\overline{K} = 100\%$. Точки поділу інтервалу: $u_1 = 1$; $u_2 = 50$; $u_3 = 100$. Одержано: $K = 76,6\%$.

Підсумковий результат свідчить про достатньо високий прогнозований рівень якості книжкового видання, отриманий на підставі врахування якісних показників реалізації технологічних етапів, відтворених на рис. 14.

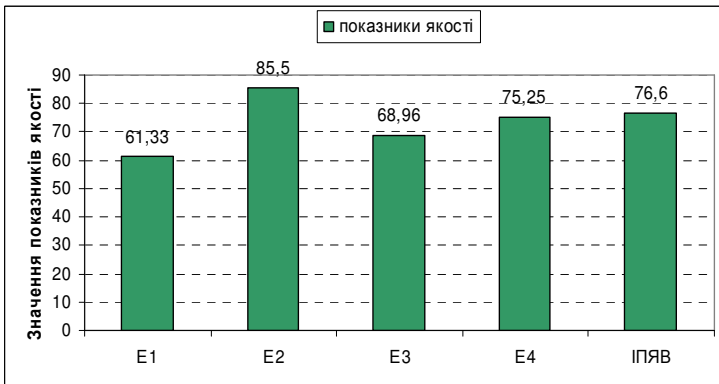


Рис. 14. Гістограма показників якості книги стосовно етапів виготовлення

На завершення розв'язано завдання, пов'язане із створенням моделі стану готовності книги відповідно до етапів підготування та випуску видання. Аналіз загального процесу досягнення готовності книжкових видань зумовив виділення функціональних компонентів – ідентифікаторів технологічних етапів, що формують друковану продукцію.

Початковою є інформаційна компонента, що формує основу майбутньої книги. Наступна мас, в основному, структуротворче спрямування і дістає своє завершення під час композиційного оформлення контенту книги, формування монтажного спуску полос, запису зображення на матеріальний носій. Чергова складова – друкування накладу. Забезпечує візуальне сприйняття авторського оригіналу, виявлення переваг щодо шрифтового оформлення, зручності читання книги та, при потребі, довговічності зберігання. Завершують творення книжкового видання післядрукарські процеси.

Узагальнюючи сказане, підсумковий показник готовності видання PHW подамо у формалізованому вигляді як функцію, аргументами якої слугуватимуть сутності технологічних етапів, ідентифікованих як *інформаційна, структурування, технічна та оздоблювальна* компоненти.

$$PHW = F(İK, SK, TK, OK) . \quad (27)$$

Динаміку формування книги через накопичення показників рівнів участі виокремлених вище компонент у процесі її підготування і випуску подамо моделлю, що відтворює стани готовності видання (рис. 15).

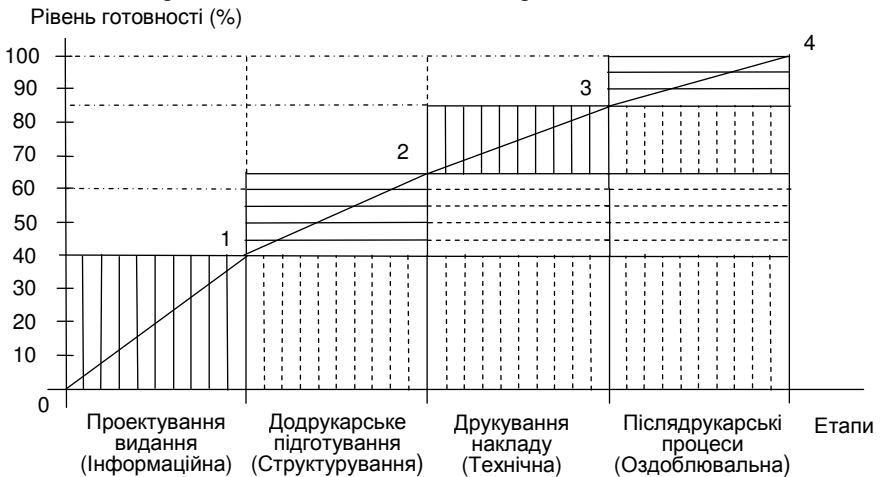


Рис. 15. Модель стану готовності книги відповідно до функціональних компонент підготування та випуску друкованої продукції

Результатом виконання моделі буде виконання рівності (28), що вказує на завершення процесу виготовлення книжкового видання через накопичення часток його готовності, отриманих у середовищі функціональних компонент, тобто:

$$PHİK + PHSK + PHTK + PHOK = 100\% , \quad (28)$$

де $PHİK$, $PHSK$, $PHTK$, $PHOK$ – часткові показники готовності книги у результаті виконання відповідних технологічних етапів.

Порівняння рис. 14 і рис. 15 свідчить про різний характер і сутність показників якості і рівня готовності книжкового видання. Дійсно, заплановане книж-

кове видання у переважній більшості випадків завершується повною готовністю і передачею накладу у торгову мережу. З якістю друкованих видань ситуація набагато складніша, оскільки добитися її стовідсоткового значення практично неможливо. Оцінювання книги неможливо «втиснути» в рамки існуючих стандартів, які у більшості випадків унормовують найбільш формалізовані технологічну і технічну складові, що й послужило додатковою передумовою виконання дисертаційної роботи.

У додатках наведено: список публікацій за темою дисертації та відомості про апробацію результатів дисертації; таблиці функцій належності лінгвістичних змінних; акти впроваджень та апробації результатів дисертаційної роботи; програмний код розрахунку прогнозованого показника якості друкарського процесу.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено актуальну науково-прикладну проблему створення методологічних основ інформаційних технологій формування та прогностичного оцінювання якості книжкових видань на підставі дослідження факторів впливу на процеси випуску друкованої продукції, проектування альтернативних варіантів їх реалізації, використання теорії нечітких множин для отримання показників якості видавничо-поліграфічних процесів. У процесі дослідження отримано такі результати:

1. Здійснено огляд інформаційно-технологічних моделей додрукарського підготування видань, орієнтованих на опрацювання даних і виведення результатів. Виконано аналіз систем і способів контролю якості книжкових видань. Обґрунтовано доцільність застосування засобів теорії нечітких множин для дослідження проблематики формування та прогностичного оцінювання якості реалізації видавничо-поліграфічних процесів.

2. Розроблено ієрархічну модель дослідження, в основі якої інформаційні технології формування якості книжкових видань, що передбачають розроблення таких компонент: вихідні бази знань у вигляді множин факторів впливу на ефективність виконання основних етапів книготворення; семантичні мережі зв'язків між факторами; альтернативні та оптимальні варіанти реалізації етапів; нечіткі системи прогностичного рівнів якості технологічних етапів підготування і випуску книжкових видань.

3. Виконано формалізоване відображення та опис зв'язків між факторами технологічних етапів випуску книжкових видань з використанням семантичних мереж та елементів логіки предикатів, що забезпечило на підставі баз знань видавничо-поліграфічних процесів застосування формальних методів та засобів теорії нечітких множин для подальших досліджень.

4. Розроблено метод ранжування факторів, математичною основою якого служать числові показники, що стосуються кількостей впливів і залежностей між факторами та встановлених відповідних їм вагових коефіцієнтів. При цьому враховуються прямі та опосередковані типи впливів і залежностей між факторами з ваговими значеннями: $w_1 = 10$; $w_2 = 5$; $w_3 = -10$, $w_4 = -5$.

5. Розроблено метод визначення вагомості предикатів семантичних мереж, що враховує вагові коефіцієнти предикатів k_{ip} , які ідентифікують посилення впливів чи залежностей між факторами мереж для p -го предикату та i -го типу впливу.

6. Синтезовано на підставі методу ранжування факторів та методу визначення вагомості предикатів семантичних мереж моделі пріоритетного впливу факторів на якість виконання технологічних етапів та складових процесів. Здійснено оптимізацію моделей з використанням побудованих матриць попарних порівнянь факторів та шкали відносної важливості об'єктів.

7. Запроектовано та розраховано функції корисності альтернативних варіантів реалізації етапів випуску видань за методом лінійного згортання критеріїв та визначено оптимальні варіанти за максимумом об'єднаного функціоналу U_{ij} (i – номер етапу, j – номер оптимального варіанту). Отримано: $U_{13} = 0.430$; $U_{22} = 0.576$; $U_{31} = 0.492$. Достовірність результату підтверджена величиною функції згортки ($\mu_z^{\text{но}}(x_i) = [0.8; 0.2; 1]$), отриманої на підставі методу багатокритеріальної оптимізації для етапу проектування видання.

8. Запроектовано моделі логічного виведення у вигляді багаторівневих ієрархічних структур, що відтворюють послідовність і логіку дій, направлених на хід формування інтегральних показників якості технологічних етапів книговидавання з урахуванням сформованих універсальних терм-множин значень та відповідних їм лінгвістичних термів лінгвістичних змінних.

9. Побудовано нечіткі матриці знань з використанням нечітких логічних висловлювань типу «якщо <умова>, тоді <висновок (або дія)>» та нечіткі логічні рівняння, що визначають зв'язки між функціями належності вихідних і результуючих даних й відтворюють алгоритм формування показників якості етапів залежно від рівня якості лінгвістичних термів.

10. Сформовано інформаційну концепцію формування якості книжкових видань, як основи нової методології, у вигляді системи теоретичних, методичних і прикладних засад, орієнтованих на розв'язання актуальних завдань видавничо-поліграфічного спрямування. Суть концепції розкрито у вигляді моделі інформаційного керування процесом формування якості видань і тверджень, реалізованих у дисертаційній роботі.

11. Розроблено нечіткі системи прогностичного оцінювання якості виконання технологічних етапів з використанням засобів теорії нечітких множин, реалізація яких у вигляді імітаційних моделей уможливило керування процесом отримання друкованої продукції. Розрахунки за значеннями вихідних параметрів привели до отримання таких показників якості виконання етапів: проектування видань – 61,33%; додрукарського підготування – 85,50%; друкування накладу – 68,47%. Інтегральний показник якості видання з урахуванням етапів складає 76,6%. Нечітку систему реалізовано у вигляді програмного додатку Quality Print контролю та забезпечення якості друкарського процесу.

12. Розроблено структурно-функціональні моделі інформаційних технологій формування якості процесів проектування книжкових видань, додрукарського підготування і друкування накладу, що враховують вихідну інформаційну базу даних, моделі пріоритетного впливу факторів, альтернативні та оптимальні варіанти виконання етапів, нечіткі системи прогностичного оцінювання рівнів довершеності процесів, що уможливує отримання доброякісної продукції.

13. Побудовано модель стану готовності книги стосовно функціональних складових підготування та випуску продукції, що відтворює показники вагомості формування рівня готовності книги відповідно до компонент: інформаційної (проектування книжкових видань) – 40%; структуротворчої (додрукарське підготування) – 25%; технічної (друкування накладу) – 20%; оздоблювальної (післядрукарські процеси) – 15%.

СПИСОК ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Публікації в іноземних виданнях

1. Осінчук О. І., Піх І. В., Сеньківський В. М. Модель забезпечення якості тематичного планування книжкових видань. *Science and Education a New Dimension (Natural and Technical Sciences)*. – Budapest, 2017. – V(16), Issue 148. Pp. 38-40.

2. Durnyak B., Pikh I., Senkivsky V. Method of determining the weight of predicates of semantic networks in publishing processes. *Przegląd papierniczy (Polish Paper Review)* – Warszawa, 2018. – V(1), Pp. 57-60. (*Scopus*)

3. Durnyak B., Petriaszwili G., Pikh I., Senkivsky V. Application of the theory of fuzzy logic to study the impact of paper quality on the printing process. *Przegląd papierniczy (Polish Paper Review)* – Warszawa, 2018. – V(4), Pp. 261-265. (*Scopus*)

Публікації у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних (*Index Copernicus*) та є науковими фаховими виданнями України

4. Голубник Т. С., Сеньківський В. М., Піх І. В. Засади нечіткої логіки при забезпеченні якості формування монтажних спусків. *Наукові записки*. 2014. № 1-2 (46-47). С. 77-83.

5. Сеньківський В. М., Піх І. В., Голубник Т. С. Нечітка база знань та нечіткі логічні рівняння у процесі реалізації монтажних спусків. *Наукові записки*. 2014. № 3 (48). С. 111-119.

6. Сеньківський В. М., Піх І. В., Литовченко О. В., Голубник Т. С., Петрів Ю. І. Алгоритм імітаційної моделі оцінювання якості реалізації монтажних спусків. *Наукові записки*. 2015. № 1 (50). С. 7-15.

7. Сеньківський В. М., Піх І. В., Голубник Т. С., Калиній І. В. Структурно-функціональна модель інформаційної технології прогнозування якості проектування та реалізації монтажних спусків. *Наукові записки*. 2015. № 2 (51). С. 7-13.

8. Піх І. В., Андріїв Р.Р. Вибір альтернативної системи для формування навчальних електронних ресурсів. *Поліграфія і видавнича справа*. 2015. № 1 (69). С. 69-76.

9. Сеньківський В.М., Піх І. В., Сеньківська Н. Є. Теоретичні основи забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (Частина 1: Вступні загальні засади). *Наукові записки*. 2016. № 1 (52). С. 22-31.

10. Сеньківський В. М., Піх І. В., Кудряшова А. В., Литовченко О. В. Теоретичні основи забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (Частина 2: Синтез моделей пріоритетності дії факторів). *Поліграфія і видавнича справа*. 2016. № 1 (71). С. 20-29.

11. Сеньківський В. М., Піх І. В., Петяк Ю. Ф., Калиній І. В. Теоретичні основи забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (Частина 3. Проектування альтернативних варіантів). *Наукові записки*. 2016. № 2 (53). С. 47-56.

12. Дурняк Б.В., Сеньківський В. М., Піх І. В. Формування якості процесу проектування видань на основі матриць знань і нечітких логічних рівнянь *Поліграфія і видавнича справа*. 2017. № 1 (73). С. 11-18.

13. Піх І. В., Сеньківський В.М., Сеньківська Н. Є., Калиній І. В. Теоретичні основи забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (Частина 4. Прогнозування та забезпечення якості засобами нечіткої логіки) *Наукові записки*. 2017. № 1 (54). С. 22-30.

14. Піх І. В. Кудряшова А. В. Багатофакторний вибір альтернативних варіантів композиційного оформлення видання на основі лінійного згортання критеріїв. *Наукові записки*. 2017. № 2 (55). С. 41-46.

15. Піх І. В. Функціональні компоненти інтегрального показника якості книжкових видань. *Поліграфія і видавнича справа*. 2017. № 2 (74). С. 35-42.

Публікації у наукових фахових виданнях України

16. Сеньківський В. М., Піх І. В. Метод аналізу ієрархій в оцінюванні компонент параметрів видань *Кваліологія книги*. 2005. Вип. 8. С. 32-35.

17. Сеньківський В. М., Піх І. В., Козак Р. О., Ріпецький Р. Й. Удосконалена модель структурної ідентифікації складного книжкового видання. *Наукові записки*. 2006. Вип. 9. С. 70-76.

18. Сеньківський В. М., Піх І. В., Калиній І. В. Інформаційно-технологічні моделі додрукарського процесу. *Кваліологія книги*. 2006. Вип. 9. С. 5-9.

19. Сеньківський В. М. Піх І. В., Калиній І. В. Математична модель та алгоритм автоматичного форматування рядка. *Кваліологія книги*. 2007. № 2 (12). С. 3-9.

20. Сеньківський В. М., Козак Р. О., Піх І. В. Модель критеріїв композиційного оформлення видання. *Наукові записки*. 2008. Вип. 13. С. 125-139.

21. Піх І. В. Оптимізація моделі параметрів автоматичного форматування рядка. *Поліграфія і видавнича справа*. 2009. № 1 (49). С. 96-107.

22. Піх І. В., Ляшко О. С. Застосування вільного програмного забезпечення для створення мультимедійного продукту. *Кваліологія книги*. 2009. № 2 (16). С. 46-51.

23. Воробйов В. І., Піх І. В., Мельников О. В., Штангрет А. М. Побудова моделі ключових загроз економічної безпеки вітчизняних поліграфічних підприємств. *Поліграфія і видавнича справа*. 2010. № 2 (52). С. 18-30.

24. Сеньківський В. М., Піх І. В., Калиній І. В. Синтез моделі факторів композиційного оформлення іміджевої презентації. *Поліграфія і видавнича справа*. 2011. № 4 (56). С. 104-117.

25. Піх І. В., Воробйов В. І., Мельников О. В., Штангрет А. М. Оптимізація моделі ключових загроз економічної безпеки вітчизняних поліграфічних підприємств методом попарних порівнянь. *Інвестиції: практика та досвід*. Київ: ТОВ «ДКС Центр», 2011. № 4. С. 33-37.

26. Сеньківський В. М., Піх І. В., Сеньківська Н. Є. Оптимізація моделі факторів проектування книжкових видань. *Поліграфія і видавнича справа*. 2011. № 2 (54). С. 113-124.

27. Піх І. В., Калиній І. В. Синтез моделі факторів проектування книжкових видань. *Наукові записки*. 2011. № 3 (36). С. 198-209.

28. Сеньківський В. М., Піх І. В., Сеньківська Н. Є. Багатофакторний вибір альтернатив композиційного оформлення книжкового видання. *Технологія і техніка друкарства*. Київ: ВПІ НТУУ «Київський політехнічний інститут», 2011. № 2. С. 146-152.

29. Гавенко С. Ф., Піх І. В., Сеньківська Н. Є., Гілета І. В. Розрахунок альтернативних варіантів випуску видання. *Поліграфія і видавнича справа*. 2011. № 3 (55). С. 66-71.

30. Піх І. В., Олянишен Т. В., Сторожук В. М., Мельников О. В. Модель факторів несприятливого впливу на оточуюче середовище. *Технологія і техніка друкарства*. Київ: ВПІ НТУУ «Київський політехнічний інститут», 2011. № 4. С. 82-88.

31. Піх І. В. Підсумкове ранжування альтернатив формування наукових електронних видань. *Комп'ютерні науки та інформаційні технології*. Вісник НУ «Львівська політехніка». Львів: 2012. № 732, С. 260-264.

32. Сеньківський В. М., Піх І. В., Козак Р. О., Калиній І. В. Проблеми комп'ютеризації редакційно-видавничих процесів. *Комп'ютерні технології друкарства*. 2013. № 29. С. 185-193.

33. Сеньківський В. М., Піх І. В., Мельников О. В. Метод ранжування факторів впливу на якість технологічних процесів. *Поліграфія і видавнича справа*. 2013. № 1-2 (61-62). С. 33-41.

34. Сеньківський В. М., Піх І. В. Математичне моделювання процесу ранжування факторів. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ: ПІМЕ НАНУ. 2013. № 69. С. 142-146.

35. Сеньківський В. М., Піх І. В., Гілета І. В., Петрів Ю. І. Функції належності параметрів паперу для плоского офсетного друку. *Технологічні комплекси*. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2014. № 1 (9). С. 32-37.

36. Дурняк Б. В., Піх І. В., Сеньківський В. М. Інформаційні технології прогнозування та забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (методологія вирішення проблеми). *Технологічні комплекси*. Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2014. № 1 (9). С. 21-24.

37. Голубник Т. С., Сеньківський В. М., Піх І. В., Петрів Ю. І. Побудова функцій належності факторів якості формування монтажних спусків. *Технологія і техніка друкарства*. Київ: ВПІ НТУУ «Київський політехнічний інститут», 2014. № 3 (45). С. 20-29.

38. Піх І. В., Сеньківський В. М., Андріїв Р. Р. Проектування та розрахунок альтернативних варіантів реалізації технологічних процесів. *Технологія і техніка друкарства*. Київ: ВПІ НТУУ «Київський політехнічний інститут», 2015. № 2 (48). С. 55-62.

39. Сеньківський В. М., Піх І. В., Петяк Ю. Ф., Гавенко М. М. Модель інформаційного формування ефективності систем захисту даних на мобільних пристроях. *Кваліологія книги*. 2016. № 1 (29). С. 30-35.

40. Піх І. В. Петяк Ю. Ф., Сеньківський В. М. Інтегральний показник формування рівня ефективності систем захисту даних на мобільних пристроях. *Кваліологія книги*. 2016. № 2 (30). С. 14-21.

Монографія

41. Піх І. В., Дурняк Б. В., Сеньківський В. М., Голубник Т. С. Інформаційні технології формування якості книжкових видань. Монографія. Львів: Українська академія друкарства, 2017. 308 с.

Публікації у збірниках матеріалів конференцій

42. Піх І. В. Оцінювання компонент параметрів видань. *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів*: тези доповідей. Львів: 2006. С. 89.

43. Піх І. В. Модифікована графічна модель параметрів книжкових сторінок. *VI-а Міжнародна науково-практична конференція «Кваліологія книги»*: матеріали конференції. Львів: 2007. С. 19-22.

44. Піх І. В. Дослідження параметрів книжкових видань *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів*: тези доповідей –Львів, 2007. С. 103.

45. Піх І. В. Оцінювання впливу параметрів видань на якість верстання *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів*: тези доповідей. Львів: 2008. С. 119.

46. Піх І. В. Критерії форматування тексту. *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів*: тези доповідей. Львів: 2009. С. 80.

47. Піх І. В. Функціональна модель інформаційної системи з використанням пакету Wрwin. *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів*: тези доповідей. Львів: 2010. С. 82.

48. Піх І. В. Інформаційна технологія проектування електронних наукових періодичних видань. *XIII-а Міжнародна науково-практична конференція з проблем видавничо-поліграфічної галузі*: тези доповідей. Київ: 2010. ВАТ «УНДІ спеціальних видів друку» корпоративне підприємство ДАК «Укрвидавполіграфія». С. 39-41.

49. Піх І. В. Ранжування параметрів видань з використанням нейромереж. *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів*: тези доповідей. Львів: 2011. С. 108.
50. Піх І. В. Моделі інформаційних систем та їх розроблення. *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів*: тези доповідей. Львів: 2012. С. 136.
51. Піх І. В. Розроблення моделі інформаційної системи «Видавництво». *VII- Міжнародна науково-практична конференція «Квалілогія книги»*: матеріали конференції. Львів: 2012. С. 118-121.
52. Піх І. В. Алгоритмічна декомпозиція як суть структурного проектування систем. *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів*: тези доповідей. Львів: 2013. С. 100.
53. Піх І. В. Методи нечіткої логіки для розроблення навчальних електронних ресурсів. *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів*: тези доповідей. Львів: 2014. С. 117.
54. Піх І. В., Сеньківський В. М. Особливості ранжування факторів технологічних процесів. *X Міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток наукових досліджень 2014»*: тези доповідей. (Полтава, 24-26 листопада, 2014). Полтава: 2014. С. 94-96.
55. Піх І. В., Андріїв Р. Р. Ідентифікація факторів впливу на якість проектування електронних видань. *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів*: тези доповідей. Львів: 2015. С. 118.
56. Піх І. В. Системний аналіз процесів моделювання інформаційних систем. *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів*: тези доповідей. Львів: 2015. С. 117.
57. Піх І. В., Андріїв Р. Р. Об'єктно-орієнтована модель процесу проектування електронних видань. *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів*: тези доповідей. Львів: 2016. С. 145.
58. Піх І. В. Фактори формування якості брошурувально-палітурних процесів. *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів*: тези доповідей. Львів: 2017. С. 146.

АНОТАЦІЯ

Піх І. В. Методологічні основи інформаційних технологій формування та прогностичного оцінювання якості книжкових видань. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 «Інформаційні технології» (12 – Інформаційні технології). – Українська академія друкарства Міністерства освіти і науки України, м. Львів, 2018.

Дисертація присвячена вирішенню актуальної науково-прикладної проблеми створення методологічних основ інформаційних технологій формування та прогностичного оцінювання якості книжкових видань на підставі дослідження факторів впливу на процеси випуску видань, проектування альтернативних варіантів їх реалізації, використання теорії нечітких множин для отримання показників якості видавничо-поліграфічних процесів. Виконано аналіз систем і способів контролю якості книжкових видань, виокремлено фактори впливу на якість виконання технологічних етапів випуску книжкової продукції, розроблено методи їх ранжування. Розроблено моделі логічного виведення для відтворення логіки формування показників якості видавничо-поліграфічних процесів. Розроблено структурно-функціональні моделі інформаційних технологій формування та прогностичного оцінювання якості книжкових видань.

Ключові слова: книжкове видання, якість, фактори, технологічний процес, семантична мережа, ієрархія, модель, матриця, альтернатива, нечітка множина, лінгвістична змінна, функція належності, терм-множина, нечітке логічне рівняння, прогностичне оцінювання якості.

АННОТАЦИЯ

Пих И. В. Методологические основы информационных технологий формирования и прогностической оценки качества книжных изданий. – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.06 «Информационные технологии» (12 - Информационные технологии). – Украинская академия печати Министерства образования и науки Украины, г. Львов, 2018.

Диссертация посвящена решению актуальной научно-прикладной проблемы создания методологических основ информационных технологий формирования и прогностического оценивания качества книжных изданий на основании исследования факторов влияния на процессы выпуска изданий, проектирования альтернативных вариантов их реализации, использования теории нечетких множеств для получения показателей качества издательско-полиграфических процессов. Выполнен анализ систем и способов контроля качества книжных изданий, выделены факторы влияния на качество выполнения технологических этапов выпуска книжной продукции, разработаны методы их ранжирования. Разработаны модели логического вывода для воспроизведения логики формирования показателей качества издательско-полиграфических процессов. Разработаны структурно-функциональные модели информационных технологий формирования и прогностического оценивания качества книжных изданий.

Ключевые слова: книжное издание, качество, факторы, технологический процесс, семантическая сеть, иерархия, модель, матрица, альтернатива, нечеткое множество, лингвистическая переменная, функция принадлежности, терм-множество, нечеткое логическое уравнение, прогностическая оценка качества.

ABSTARCT

Pikh I. V. Methodological Bases of Information Technologies of Formation and Prognostic Evaluation of Book Editions Quality. – Qualifying scientific work on the rights of manuscripts.

Thesis for a Doctor degree in Technical Sciences in specialty 05.13.06 "Information Technology" (12 – Information Technology). Ukrainian Academy of Printing, Ministry of Education and Science of Ukraine, Lviv, 2018.

The thesis is devoted to solving the actual scientific and applied problem of creating methodological bases of information technologies of the formation and the prognostic evaluation of the book editions quality on the basis of the study of factors influencing the publication processes, designing alternatives for their implementation, and the use of the fuzzy set theory for receiving the quality indicators of publishing and printing processes. The analysis of systems and methods of the quality control of book editions has been done. The expediency of using the fuzzy set theory tools has been substantiated to study the problem of formation and predictive evaluation of the implementation quality of publishing and printing processes.

The hierarchical model of the research has been developed, the formal representation and the description of the links between the factors of the technological stages of the book editions production with the use of semantic networks has been made; methods of the factors ranging and determining the importance of the predicates of semantic networks have been developed, models of the priority factor influence on the quality of the technological stages of the book edition have been synthesized and optimized, the utility functions of alternative options for the implementation of the publication stages have been designed, the logical deduction models have been developed in the form of multilevel hierarchy structures, which reflect the logic of forming the integral indicators of the quality of technological stages, fuzzy knowledge matrices and fuzzy logic equations have been formed to set the links between the membership functions of the output and the resulting data. The information concept of the formation of the book editions quality as the basis of the new methodology has been designed in the form of a system of theoretical, methodical and applied principles focused on the solution of the actual tasks of the publishing and printing direction.

Structural-functional models of information technologies for forming the implementation quality of the technological stages, taking into account the initial information database, models of the priority influence of factors, alternative and optimal options of stages implementation, fuzzy systems of predictive evaluation of the levels of processes completeness have been developed. The model of the book readiness concerning the functional components of the preparation and the production of products has been designed, reproducing the indicators of weight of components such as: information (designing); structuring (prepress preparation); technical (printing); decorative (postpress processes).

Keywords: book edition, quality, factors, technological process, semantic network, hierarchy, model, matrix, alternative, fuzzy set, linguistic variable, membership function, term set, fuzzy logic equation, prognostic evaluation.