

УДК 004+655.5+655.26+65.012.123

**ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ
ВИДАВНИЧО-ПОЛІГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
(ЧАСТИНА 3. ПРОЕКТУВАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ВАРІАНТІВ)**

В. М. Сеньківський¹, І. В. Піх¹, Ю. Ф. Петяк¹, І. В. Калиній²

¹*Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна,*

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

Розкрито суть методології проектування та розрахунку альтернативних варіантів реалізації технологічних процедур. Інформаційним базисом виконаного дослідження є фактори, що утворюють множини Парето, та результати оцінювання альтернатив за умовно вираженими частками впливу фактора на результативність певної альтернативи чи нечіткими відношеннями переваг у проєктованих варіантах. Принагідно застосовано теорію дослідження операцій, одним із напрямів якої є вибір альтернатив, побудований на основі методу лінійного згортання критеріїв та багатофакторної оптимізації. Наведено елементи матричного аналізу, за допомогою яких можна розрахувати функції корисності та функції належності згортки, що слугують інструментом встановлення оптимального варіанта реалізації технологічного процесу.

Ключові слова: *фактор, альтернатива, множина Парето, дослідження операцій, багатофакторна оптимізація, лінійне згортання критеріїв, функція корисності, згортка, функція належності.*

Постановка проблеми. Якість друкованої продукції залежить не тільки від матеріалів і технічного забезпечення, але й від вибраних режимів (варіантів) функціонування технологічних процесів, ефективність яких значною мірою визначається частками впливу фактора на результативність певної альтернативи чи нечіткими відношеннями переваг у проєктованих варіантах. Початковий етап розв'язання проблеми проектування альтернатив і розрахунку значень критеріїв для вибору оптимального варіанта полягає у встановленні множини Парето на підставі отриманих у попередньому дослідженні [1] семантичних мереж факторів якості технологічних процесів та моделей пріоритетного впливу факторів на якість реалізації досліджуваних процесів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. В опублікованих працях цього напрямку виконано моделювання та прогностичне оцінювання якості видавничих та поліграфічних процесів на основі відомих на той час засобів [2–4]. Здійснено багатофакторний вибір альтернатив композиційного оформлення книжкового видання [5],

розраховано альтернативні варіанти процесу випуску видань [6], запроєктовано варіанти комбінацій за мірами важливості сукупного впливу факторів на якість процесу друкування накладу [7], досліджено багатфакторний вибір альтернативних варіантів флексографічного друку на основі нечіткого відношення переваги [8]. Як видно з аналізу цих публікацій, у проведених дослідженнях сформовано альтернативні варіанти реалізації окремих процедур чи технологічних операцій, орієнтованих на випуск друкованої продукції. Водночас відсутні методологічні узагальнення, пов'язані з використанням семантичних мереж як вихідної бази даних — основи для отримання компонент множини Парето.

Мета статті — теоретична мотивація застосування методу лінійного згортання критеріїв та методу багатокритеріальної оптимізації для проектування альтернативних варіантів реалізації процесів технологічних етапів випуску друкованої продукції.

Виклад основного матеріалу дослідження. Проектування та розрахунок оптимальних варіантів реалізації технологічного процесу, його етапів чи окремих операцій здійснюється за умови наявності технологічних чинників (у нашому дослідженні множини факторів), упорядкованих за мірою (числовою вагою) впливу на досліджуваний процес. Багаторівнева модель таких факторів, оптимізована методом попарних порівнянь, стає основою для подальшого дослідження.

Розв'язання означеного завдання зводиться до багатокритеріальної оптимізації, для реалізації якої із загальної множини виокремлюються фактори, які за своїм впливом домінують над іншими, утворюючи множину Парето. Наведемо математичне трактування алгоритму отримання результату.

Згідно з методами теорії ухвалення рішень [9, 10] задача багатокритеріальної оптимізації на множині альтернатив D за наявності функцій мети $f(x) = (f_1(x), \dots, f_m(x))$ полягає у знаходженні максимального значення функцій корисності, 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 в лінійному об'єднанні часткових цільових функціоналів f_1, \dots, f_m в один:

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

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

Ваги факторів w_i ототожнюються з числовими значеннями відповідних функцій корисності. Для вибору альтернативи використаємо теорему методу багатокритеріальної теорії корисності, суть якої полягає в тому, що якщо критерії незалежні за корисністю та перевагою, то існує функція корисності

$$U(x) = \sum_{i=1}^m w_i u_i(y_i), \quad (2)$$

яка слугує критерієм вибору оптимального варіанта. При цьому $U(x)$ — багатокритеріальна функція корисності ($0 \leq U(x) \leq 1$) альтернативи x ; $u_i(y_i)$ — функ-

ція корисності i -го критерію ($0 \leq u_i(y_i) \leq 1$); y_i — значення альтернативи x за критерієм i ; w_i — вага i -го критерію, причому $0 < w_i < 1$, $\sum_{i=1}^m w_i = 1$.

У загальному випадку завдання багатофакторного вибору альтернативи під час прийняття рішення побудоване на основі таких припущень [9]:

- множина альтернатив X — це скінченна множина елементів, тобто $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, які особа, що приймає рішення, може перерахувати;
- оцінювання альтернатив здійснюється за m критеріями, або функціями корисності f_i , причому $f_i : X \rightarrow R (i = 1, m)$.
- особа, яка приймає рішення, послуговується факторами, впорядкованими за важливістю, у нашому варіанті — за їх ваговими значеннями.

Згідно з наведеними теоретичними положеннями сформулюємо вихідні умови завдання, орієнтованого на формування узагальненого алгоритму проектування альтернативних варіантів виконання технологічного процесу [4]. Виберемо для множини Парето деякі фактори T_1, T_2, T_3, T_4 і три альтернативні варіанти реалізації процесу, позначивши їх через 1, 2, 3. Для кожного з них встановимо комбінації мір важливості стосовно наведених факторів. Враховуючи формулу (2), матимемо такі параметри для виконання обчислень: $m = 4$; $u_i(y_i) = u_{ij}$ — корисність j -ї альтернативи ($j = 1, 2, 3$) за i -м фактором ($i = 1, \dots, 4$). Остаточний вираз для підрахунків значень функцій корисності набуде такого вигляду:

$$U_j = \sum_{i=1}^4 w_i u_{ij}; \quad j = 1, 2, 3, \quad (3)$$

де U_j — багатофакторна оцінка корисності j -ї альтернативи.

Оцінювання альтернатив за формально вираженими мірами важливості вибраних факторів відобразимо у табл. 1.

Таблиця 1

Оцінювання альтернатив за факторами множини Парето

Фактори	Ваги факторів	Оцінювання альтернативних варіантів		
		1	2	3
Фактор T_1	w_{s1}	p_{11}	p_{12}	p_{13}
Фактор T_2	w_{s2}	p_{21}	p_{22}	p_{23}
Фактор T_3	w_{s3}	p_{31}	p_{32}	p_{33}
Фактор T_4	w_{s4}	p_{41}	p_{42}	p_{43}

У табл. 1 введено такі позначення: w_{si} — стартова (початкова) вага i -го фактора; p_{ij} — міра оцінювання у відсотках важливості i -го фактора стосовно j -ї альтер-

нативи. Зауважимо, що $\sum_{i=1}^4 p_{ij} = 100$; $j = 1, 2, 3$.

Для кожного з факторів з урахуванням його міри впливу або важливості у варіанті будуємо матриці попарних порівнянь, опрацювання яких забезпечує отримання для факторів T_i відповідних функцій корисності u_{ij} , а саме: $T_1 — u_{11}, u_{12}, u_{13}$; $T_2 — u_{21}, u_{22}, u_{23}$; $T_3 — u_{31}, u_{32}, u_{33}$; $T_4 — u_{41}, u_{42}, u_{43}$.

Підсумкові багатокритерійні оцінки корисності альтернатив для варіантів 1, 2, 3 можуть бути виражені на підставі формули (3) відношеннями (4):

$$\begin{aligned} U_1 &= w_1 \cdot u_{11} + w_2 \cdot u_{21} + w_3 \cdot u_{31} + w_4 \cdot u_{41}; \\ U_2 &= w_1 \cdot u_{12} + w_2 \cdot u_{22} + w_3 \cdot u_{32} + w_4 \cdot u_{42}; \\ U_3 &= w_1 \cdot u_{13} + w_2 \cdot u_{23} + w_3 \cdot u_{33} + w_4 \cdot u_{43}. \end{aligned} \quad (4)$$

Максимальне значення функцій корисності об'єднаних часткових цільових функціоналів з відношень (4) визначає серед альтернативних варіантів оптимальний — найбільш придатний для реалізації технологічного процесу, критерієм вибору якого вважається $\max U_i$ ($i=1,2,3$).

Відношення переваги не завжди можна описати частками належності критеріїв (факторів) до певної альтернативи, що унеможливорює використання функцій корисності для прийняття обґрунтованого рішення щодо вибору варіанта реалізації процесу. У цьому випадку віддають перевагу методів багатокритеріальної оптимізації, послуговуючись для прийняття рішення нечіткими відношеннями переваги, коли ступінь наявності попарних переваг між альтернативами можна задати числом на відрізку $[0;1]$. Опишемо коротко суть цього методу [10].

Нехай маємо пару альтернатив (x, y) . Відношення нестрогої переваги F означає, що для двох альтернатив можливі твердження: x не гірше від y , що відповідає

$x \geq y$, аналогічно $(x, y) \in F$; y не гірше від x або скорочено $(y \geq x)$, що відповідає

$(y, x) \in F$; x та y не порівняльні, значить $(x, y) \notin F$ та $(y, x) \notin F$.

У випадку чітких функцій корисності f_j на множині X альтернатива x з вищою оцінкою $f_j(x)$ є кращою за фактором j від альтернативи y з оцінкою $f_j(y)$ і описується чітким відношенням переваги F_j на множині X :

$$F_j = \{(x, y) : f_j(x) \geq f_j(y), x, y \in X\}. \quad (5)$$

Треба вибрати таку альтернативу $x_0 \in X$, яка матиме найвищу оцінку за множиною всіх виокремлених факторів (критеріїв), тобто

$$f_j(x_0) \geq f_j(y), \forall j = 1, m; \forall y \in X. \quad (6)$$

Альтернативи такого типу називають Парето-оптимальними або ефективними, і вони є розв'язком задачі прийняття рішень при нечіткому відношенні переваги на множині альтернатив.

Оскільки вихідними критеріями задачі багатокритеріального вибору альтернативи є фактори (критерії) множини Парето, необхідно здійснити згортку багатьох

критеріїв в один скалярний. Для цього використаємо спосіб перетину, суть якого така [10].

Позначимо $Z_1 = \bigcap_{j=1}^m F_j$. Можна стверджувати, що множина альтернатив з відношенням переваги Z_1 відповідає множині альтернатив із функціями корисності $f_j(x)$. Це означає, що набір відношень F_j ($j = 1, m$) заміняємо їх перетином і знаходимо недоміновані альтернативи за нечітким відношенням переваги Z_1 . Якщо $\mu_j(x, y)$ — функція належності нечіткого відношення переваги F_j , то

$$\mu_j(x, y) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } f_j(x) \geq f_j(y), \text{ тобто } (x, y) \in F_j; \\ 0, & \text{якщо } (x, y) \notin F_j. \end{cases} \quad (7)$$

Враховуючи (7), функція належності (згортка критеріїв) для нечіткого відношення переваги Z_1 матиме такий вигляд:

$$\mu_{Z_1}(x, y) = \min\{\mu_1(x, y), \mu_2(x, y), \dots, \mu_m(x, y)\}. \quad (8)$$

Згортка критеріїв (8) може бути виражена через вагові значення факторів w_j та відповідні функції корисності таким чином:

$$R(x) = \min_j w_j f_j(x). \quad (9)$$

Аналогічно попередньому вводиться ще один тип згортки відношень $\{F_j\}$, який використовує ваги та функції корисності факторів:

$$Z_2 = \sum_{j=1}^m w_j f_j(x), \quad \text{де } \sum_{j=1}^m w_j = 1, w_j \geq 0. \quad (10)$$

Згортці Z_2 відповідає функція належності $\mu_{Z_2}(x, y) = \sum_{j=1}^m w_j \mu_j(x, y)$.

З урахуванням введених величин та послуговуючись [10], наведемо алгоритм задачі вибору альтернативного варіанта флексографічного друку на основі нечіткого відношення переваги.

1. Нехай якість друку на множині альтернатив $X\{x_1, x_2, x_3\}$ оцінюється за факторами такими нечіткими відношеннями: F_1 — сукупність переваг у варіантах матеріалу для друкування; F_2 — параметрів друкарського процесу; F_3 — друкарської машини; F_4 — друкарської форми. Відношенням F_j відповідатимуть вагові

значення факторів w_j , $j = 1, 4$ та функції належності $\mu_j(x, y)$. Знаходимо згортку

відношень $Z_1 = \bigcap_{j=1}^4 F_j$ типу (15).

2. У множині $\{X, Z_1\}$ встановлюємо множину недомінованих альтернатив Z_1^{nd} з функціями належності

$$\mu_{Z_1}^{nd}(x) = 1 - \sup_{y \in X} \left\{ \sum_{j=1}^4 \mu_{Z_1}(y, x) - \mu_{Z_1}(x, y) \right\}. \quad (11)$$

3. На основі виразу (10) для згортки Z_2 знаходимо адитивну згортку відношень із функціями належності

$$\mu_{Z_2}(x, y) = \sum_{j=1}^4 w_j \mu_j(x, y), \quad \sum_{j=1}^4 w_j = 1, \quad w_j \geq 0. \quad (12)$$

4. Визначаємо множину недомінованих альтернатив для Z_2 :

$$\mu_{Z_2}^{nd}(x) = 1 - \sup_{y \in X} \left\{ \sum_{j=1}^4 \mu_{Z_2}(y, x) - \mu_{Z_2}(x, y) \right\}. \quad (13)$$

5. Шукаємо спільну множину недомінованих альтернатив як перетин множин Z_1^{nd} та Z_2^{nd} , тобто $Z_{nd} = Z_1^{nd} \cap Z_2^{nd}$, функція належності якого

$$\mu_{nd}(x) = \min \{ \mu_{Z_1}^{nd}(x), \mu_{Z_2}^{nd}(x) \}. \quad (14)$$

Оптимальною вважається альтернатива, функція належності $\mu_{nd}(x)$ якої максимальна, що означає найвищий ступінь недомінованості.

Враховуючи алгоритм вибору альтернативи, знайдемо оптимальний варіант друкування накладу флексографічним способом [8]. Задамо множину альтернатив $X \{x_1, x_2, x_3\}$. Використаємо наведені у п 1. алгоритму недоміновані фактори множини Парето, які визначають сукупності відношень переваг, та відповідні їм ваги факторів для згортки Z_2 , а саме: $w_1 = 0,5$; $w_2 = 0,2$; $w_3 = 0,2$; $w_4 = 0,1$.

Встановимо відношення переваги у варіантах за кожним із факторів.

Матеріал для друкування F_1 : $x_1 > x_2$, $x_1 = x_3$.

Параметри друкарського процесу F_2 : $x_1 < x_2$, $x_1 = x_3$.

Друкарська машина F_3 : $x_1 > x_2$, $x_1 < x_3$, $x_2 < x_3$.

Анілоксовий вал F_4 : $x_1 > x_2$, $x_1 > x_3$, $x_2 < x_3$.

За наведеними відношеннями переваги будемо матриці відношень за умовою (7). Матрицю відношень F_1 стосовно переваг матеріалу для друкування в альтернативних варіантах помістимо у табл. 2. Переваги альтернатив беремо з наведених вище відношень.

Таблиця 2

	x_i/x_j	x_1	x_2	x_3
$\mu_{F_1}(x_i, x_j)$	x_1	1	1	1
	x_2	0	1	0
	x_3	1	1	1

Матриця відношень F_2 для переваг параметрів друкарського процесу в заданих варіантах відображена в табл. 3.

Таблиця 3

$\mu_{F_2}(x_i, x_j)$	x_i/x_j	x_1	x_2	x_3
	x_1	1	0	1
	x_2	1	1	1
	x_3	1	0	1

Для відношень F_3 , що інтерпретують можливі якості друкарської машини, матриця відношень матиме такий вигляд (табл. 4).

Таблиця 4

$\mu_{F_3}(x_i, x_j)$	x_i/x_j	x_1	x_2	x_3
	x_1	1	1	0
	x_2	0	1	0
	x_3	1	1	1

Відношення F_4 у стосунку до анілоксового вала та його порівняльних характеристик у різних варіантах, матиме таке відображення.

Таблиця 5

$\mu_{F_4}(x_i, x_j)$	x_i/x_j	x_1	x_2	x_3
	x_1	1	1	1
	x_2	0	1	0
	x_3	0	1	1

Наступний крок — побудова згортки відношень $Z_1 = F_1 \cap F_2 \cap F_3 \cap F_4$, для якої матриця значень функції належності матиме такий вигляд.

Таблиця 6

$\mu_{Z_1}(x_i, x_j)$	x_i/x_j	x_1	x_2	x_3
	x_1	1	0	0
	x_2	0	1	0
	x_3	0	0	1

Згортка Z_1 вказує на чітку недомінованість альтернатив. На основі табл. 6 та виразу (11) визначаємо множину недомінованих альтернатив.

$$\mu_{Z_1}^{n\partial}(x) = 1 - \sup_{y \in X} \{ \mu_{Z_1}(y, x) - \mu_{Z_1}(x, y) \}.$$

Для кожної з альтернатив отримаємо: $\mu_{Z_1}^{n\partial}(x_1) = 1 - \sup_{y \in X} \{ 0 - 0; 0 - 0 \} = 1;$

$$\mu_{Z_1}^{n\partial}(x_2) = 1 - \sup_{y \in X} \{ 0 - 0; 0 - 0 \} = 1; \mu_{Z_1}^{n\partial}(x_3) = 1 - \sup_{y \in X} \{ 0 - 0; 0 - 0 \} = 1.$$

Враховуючи результати обчислень, дістанемо: $\mu_{Z_1}^{n\partial}(x) = [1; 1; 1].$

Знаходимо нечітке відношення переваги Z_2 , так звану адитивну згортку відношень $F_j, j = 1, 4$, за формулою $Z_2 = \sum_{j=1}^4 w_j f_j(x)$. Значення функції належності згорт-

ки $\mu_{Z_2}(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^4 w_k \mu_{F_k}(x_i, x_j)$ [100, 101] як елементи матриці відношення Z_2 помістимо у табл. 7.

Таблиця 7

	x_i/x_j	x_1	x_2	x_3
$\mu_{Z_2}(x_i, x_j)$	x_1	1	0.8	0.8
	x_2	0.2	1	0.2
	x_3	1	0.8	1

Для відношення Z_2 за формулою (13) знайдемо множину недомінованих альтернатив: $\mu_{Z_2}^{nd}(x_1) = 1 - \sup\{(0.2 - 0.8); (1 - 0.8)\} = 0.8$;

$$\mu_{Z_2}^{nd}(x_2) = 1 - \sup\{(0.8 - 0.2); (0.8 - 0.2)\} = 0.4$$

$$\mu_{Z_2}^{nd}(x_3) = 1 - \sup\{(0.8 - 1); (0.2 - 0.8)\} = 1.$$

У результаті отримаємо $\mu_{Z_2}^{nd}(x_i) = [0.8; 0.4; 1]$.

Останній крок полягає у знаходженні згортки перетину множин Z_1^{nd} та Z_2^{nd} , тобто $Z_{nd} = Z_1^{nd} \cap Z_2^{nd}$, з функцією належності

$$\mu_Z^{nd}(x_i) = \min\{\mu_{Z_1}^{nd}(x_i), \mu_{Z_2}^{nd}(x_i)\}, \quad i = \overline{1,3}. \quad (15)$$

Враховуючи, що $\mu_{Z_1}^{nd}(x_i) = [1; 1; 1]$, отримаємо $\mu_Z^{nd}(x_i) = [0.8; 0.4; 1]$.

Функція належності згортки Z свідчить, що оптимальною альтернативою флексографічного друку із заданими вище відношеннями переваги корисності факторів є варіант x_3 , функція належності якого має максимальне значення.

Висновки. У результаті дослідження розкрито суть аналітичного та алгоритмічного забезпечення, придатного для формування альтернативних варіантів реалізації видавничих і поліграфічних процесів за умови наявності множини факторів, упорядкованих за важливістю впливу на досліджуваний процес. Для теоретичного обґрунтування та ефективного проектування альтернатив використано методи багатокритеріальної теорії корисності та метод багатокритеріальної оптимізації. Наведено формули для практичного розрахунку величин, згідно з якими приймається рішення про вибір оптимального варіанта виконання технологічної процедури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сеньківський В. М. Теоретичні основи забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (Частина 2. Синтез моделей пріоритетності дії факторів) // В. М. Сеньківський, І. В. Піх, А. В. Кудряшова // Поліграфія і видавнича справа. — 2016. — № 1 (71) — С. 20–29.
2. Дурняк Б. В. Інформаційні технології прогнозування та забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів (методологія вирішення проблеми) / Б. В. Дурняк, В. М. Сеньківський, І. В. Піх // Технологічні комплекси. — 2014. — № 1 (9). — С. 21–24.

3. Піх І. В. Інформаційні технології моделювання видавничих процесів : навч. посіб. / І. В. Піх, В. М. Сеньківський. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2013. — 220 с.
4. Піх І. В. Проектування та розрахунок альтернативних варіантів реалізації технологічних процесів / І. В. Піх, В. М. Сеньківський, Р. Р. Андрій // Технологія і техніка друкарства. — 2015. — № 2 (48). — С. 55–62.
5. Сеньківська Н. Є. Багатофакторний вибір альтернатив композиційного оформлення книжкового видання / Н. Є. Сеньківська, І. В. Піх, В. М. Сеньківський // Технологія і техніка друкарства. — 2011. — № 2. — С. 146–152.
6. Гавенко С. Ф. Розрахунок альтернативних варіантів випуску видання / С. Ф. Гавенко, І. В. Піх, Н. Є. Сеньківська // Поліграфія і видавнича справа. — 2011. — № 3 (55). — С. 66–71.
7. Сеньківська Н. Є. Вибір альтернативного варіанту друкування накладу / Н. Є. Сеньківська // Комп'ютерні технології друкарства. — 2011. — № 26. — С. 222–228.
8. Сеньківський В. М. Багатофакторний вибір альтернативних варіантів флексографічного друку на основі нечіткого відношення переваги / В. М. Сеньківський, О. В. Мельников, В. Ф. Кохан // Наукові записки [Українська академія друкарства]. — 2012. — № 3 (40). — С. 120–125.
9. Бартіш М. Я. Дослідження операцій. Частина 3: Ухвалення рішень і теорія ігор / М. Я. Бартіш, І. М. Дудзяний. — Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. — 278 с.
10. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій : підручник / Ю. П. Зайченко. — 7-ме вид., переробл. і допов. — К. : Видавничий Дім «Слово», 2006. — 816 с.

REFERENCES

1. Senkivskiy, V. M., Pikh, I. V., Kudriashova, A. V., & Lytovchenko, N. M. (2016). Teoretychni osnovy zabezpechennia yakosti vydavnycho-polihrafichnykh protsesiv (Chastyna 2. Syntez modelei priorytetnosti dii faktoriv). Polihrafiia i vydavnycha sprava, 1(71), 20–29 (in Ukrainian).
2. Durniak, B. V., Senkivskiy, V. M., & Pikh, I. V. (2014). Informatsiini tekhnolohii prohnovuvannia ta zabezpechennia yakosti vydavnycho-polihrafichnykh protsesiv (metodolohiia vyrishennia problemy). Tekhnolohichni komplekсы, 1 (9), 21–24 (in Ukrainian).
3. Pikh, I. V., & Senkivskiy, V. M. (2013). Informatsiini tekhnolohii modeliuвання vydavnychykh protsesiv. Lviv: Ukr. akad. drukarstva (in Ukrainian).
4. Pikh, I. V., Senkivskiy, V. M., & Andriiv, R. R. (2015). Proektuvannia ta rozrakhunok alternatyvnykh variantiv realizatsii tekhnolohichnykh protsesiv. Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva, 2 (48), 55–62 (in Ukrainian).
5. Senkivska, N. Ie., Pikh, I. V., & Senkivskiy, V. M (2011). Bahatofaktornyiy vybir alternatyv kompozytsiinoho oformlennia knyzhkovoho vydannia. Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva, 2, 146–152 (in Ukrainian).
6. Havenko, S. F., Pikh, I. V., & Senkivska, N. Ie. (2011). Rozrakhunok alternatyvnykh variantiv vypusku vydannia. Polihrafiia i vydavnycha sprava, 3 (55), 66–71 (in Ukrainian).
7. Senkivska, N. Ie. (2011). Vybir alternatyvnoho variantu drukuvannia nakladu. Komp'uterni tekhnolohii drukarstva, 26, 222–228 (in Ukrainian).

8. Senkivskiy, V. M., Melnykov, O. V., & Kokhan, V. F. (2012). Bahatofaktorniy vybir alternatyvnykh variantiv fleksohrafichnogo druku na osnovi nechitkoho vidnoshennia perevahy. Naukovi zapysky [Ukrainska akademiia drukarstva], 3 (40), 120–125 (in Ukrainian).
9. Bartish, M. Ia., & Dudzianyi, I. M. (2009). Doslidzhennia operatsii. Chastyna 3: ukhvalennia rishen i teoriia ihor. Lviv: Vydavnychiy tsentr LNU imeni Ivana Franka (in Ukrainian).
10. Zaichenko, Iu. P. (2006). Doslidzhennia operatsii. (7th ed.). Kyiv: Vydavnychiy Dim «Slovo» (in Ukrainian).

THEORETICAL BASIS OF QUALITY ASSURANCE OF PUBLISHING AND PRINTING PROCESSES (PART 3. DESIGN OF ALTERNATIVES)

V. M. Senkivskyy¹, I. V. Pikh¹, Yu. F. Petyak¹, I. V. Kalyniy²

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

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

The essence of the methodology of design and analysis of alternative options for implementation of technological procedures has been revealed. The information basis of the performed studies are the factors that form the Pareto set, and the outcomes of the evaluation of alternatives for conventionally pronounced proportions of influence factors of RA on the performance of a particular alternative or fuzzy relations in the designed variants. Along the way, we have applied the theory of operations research, one of the areas which is the choice of alternatives based on the method of linear exit criteria and multi-factor optimization. The paper presents the elements of matrix analysis by which we can calculate the utility function and membership function of folds to provide a tool of optimal variant establishment of technological process realization.

Keywords: *factor, alternative, Pareto set, operations research, multivariate optimisation, linear convolution of criteria, the utility function, convolution, membership function.*

Стаття надійшла до редакції 12.04.2016.

Received 12.04.2016.