

УДК 655.3+881.3+65.012.123

## ПРІОРИТЕТИ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЕТАПІВ ПІДГОТУВАННЯ І ВИПУСКУ КНИЖКОВИХ ВИДАНЬ

В. М. Сеньківський<sup>1</sup>, І. В. Піх<sup>1</sup>, Н. Є. Сеньківська<sup>1</sup>, І. В. Калиній<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Українська академія друкарства,  
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна,

<sup>2</sup>Бережанський агротехнічний інститут,  
вул. Академічна, 20, Бережани, 47501, Україна

*Наведено теоретичні засади методу лінійного згортання критеріїв та багатofакторної оптимізації — важливого засобу дослідження та встановлення пріоритетності основних етапів випуску друкованої продукції. Розроблено семантичну мережу зв'язків між етапами у вигляді орієнтованої графічної моделі. На підставі матриці попарних порівнянь та її опрацювання встановлено вагові значення пріоритетного впливу технологічних процедур на реалізацію видавничо-поліграфічного процесу. Запроєктовано альтернативні варіанти виконання технологічного процесу за пріоритетами етапів. Розраховано функції корисності, з використанням яких встановлено оптимальний варіант схеми підготування і випуску книжкових видань.*

**Ключові слова:** етап випуску видання, семантична мережа, матриця взаємних порівнянь, пріоритет, множина Парето, функції корисності, альтернативний та оптимальний варіанти реалізації процесів.

**Постановка проблеми.** Процес підготування і випуску друкованої продукції, насамперед книжкової, передбачає наявність логічно обґрунтованої послідовності технологічних етапів, до яких належить проєктування видань, додрукарська підготовка, друкування накладу та післядрукарське опрацювання. Їхня покрокова реалізація надає змогу отримати видання, якість яких значною мірою залежить від технічного оснащення виробництва. Водночас розв'язання проблеми якісного завершення видавничо-поліграфічного процесу тільки завдяки його забезпеченню сучасними комп'ютеризованими технічними засобами та мікропроцесорними програмованими модулями, згрупованими в багатосекційні потокові лінії, не завжди зумовлює отримання апріорі належної продукції. Останнім часом розвиток та удосконалення друкарських технологій направлені на застосування інформаційної складової, компоненти якої у поєднанні з моделями, що враховують наявність та міру впливу технологічних чинників на якість реалізації виробничих процесів, уможливають прогностичне оцінювання якості майбутньої продукції.

Вказаний напрям потребує вирішення завдань, суть яких полягає в розробленні інформаційних моделей, що відображають логічні взаємозв'язки між традиційними

етапами випуску видань, встановлення пріоритетів кожного з етапів, проектування і розрахунок альтернативних та оптимального варіантів випуску книжкових видань. Прирівнявши технологічні параметри поліграфічного виробництва до інформаційних факторів впливу на відповідні процеси та розробивши на основі експертного опитування вихідні моделі взаємозв'язків між ними, отримуємо вихідну базу даних, що уможливило застосування теорії дослідження операцій — основи отримання оптимального варіанта випуску видання з огляду на міру впливу на процес перерахованих вище етапів.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Огляд наведених у статті використаних джерел вказує на наявність і розвиток нового напрямку, суть якого полягає у розробленні методів, моделей та програмного забезпечення, що разом генерують інформаційні технології формування та прогностичного оцінювання якості друкованої продукції. Наукові розвідки, орієнтовані на проектування та подрукарську підготовку книжкових видань [1–3], уможливили ідентифікацію видавничого процесу та відтворення його у вигляді інформаційно-технологічної системи [1], що стала вихідною базою даних і знань, формування якої забезпечує використання системологічних засобів для її дослідження.

Утилітарні аспекти цього напрямку стосуються переважно вивчення впливу ефективності обладнання на якість друку [4–6]. Водночас дедалі більшого поширення набувають дослідження в теоретичній площині. Прикладом цього слугують праці, орієнтовані на моделювання та верифікацію систем друку на основі алгебри процесу [7] чи удосконалення оцінки якості друку на засадах обчислювальної розвідки [8]. Останнім часом простежується становлення нового наукового напрямку, орієнтованого на створення методологічних основ інформаційних технологій формування та прогностичного оцінювання якості книжкових видань, зокрема редакційно-видавничого процесу [9–13].

Аналіз літературних джерел свідчить про недостатній рівень та обсяг досліджень, орієнтованих на застосування інформаційного підходу до проблеми формування якості книжкових видань, суть якого полягає у використанні методів і засобів теорії дослідження операцій, системного аналізу, нечітких множин, теорії моделювання, експертного оцінювання видавничо-поліграфічних процесів, що уможливить прогностичне оцінювання якості друкованої продукції.

**Мета статті.** Одним із завершальних завдань інформаційного підходу щодо прогностичного визначення важливості технологічних етапів у загальному процесі виготовлення поліграфічної продукції вважатимемо теоретичне обґрунтування та проектування альтернативних і визначення оптимального варіантів реалізації зазначених вище етапів для практичного втілення.

Такі завдання виконуються за допомогою засобів теорії дослідження операцій, одним із напрямів якої вважається багатокритеріальна оптимізація процесів для ухвалення обґрунтованих рішень щодо вибору варіанта реалізації процедур для отримання якісного результату. Для чистоти експерименту вважатимемо технологічні етапи випуску видань інформаційними факторами виробничого процесу, дослідження якого полягає у встановленні таких умовних вагових мір їхнього впливу

на процес, які прогностично забезпечили б його максимальну якість та апіорі уможливили отримання продукції належного рівня.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Зазвичай під час розв'язання таких завдань вихідну базу даних, яку становлять множини факторів деякого процесу, обмежують підмножиною, фактори якої визначаються за принципом Парето [14, 15]. Суть його полягає в тому, що із загальної множини виокремлюють фактори (звичайно три або чотири), які за своїм впливом на процес суттєво переважають інші фактори. Вказаним принципом зручно користуватися, коли є багато факторів, оскільки в цьому разі значно спрощується алгоритм розрахунку альтернатив без втрати достовірності результатів.

У пропонованому дослідженні маємо чотири фактори, що ідентифікують реальні етапи технологічного процесу, тому для проєктування альтернативних варіантів вважатимемо їх підмножиною Парето.

Згідно з методами теорії ухвалення рішень задача багатокритеріальної оптимізації на множині альтернатив  $D$ , якщо є функції мети  $f(x) = (f_1(x), \dots, f_m(x))$ , полягає у моделюванні функцій корисності і знаходженні їхнього максимального значення, тобто  $f_i(x) \rightarrow \max_{x \in D}$ ,  $i = 1, m$  [14].

Багатокритеріальний вибір альтернативи ґрунтується на основі методу лінійного згортання критеріїв, суть якого полягає у лінійному об'єднанні часткових цільових функціоналів  $f_1, \dots, f_m$  в один функціонал [14]:

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

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

Ваги факторів  $w_i$  отожднюються з числовими значеннями відповідних функцій корисності. Для вибору альтернативи використаємо теорему методу багатокритеріальної теорії корисності [15], суть якої полягає в тому, що у випадку незалежних за корисністю та перевагою критеріїв існує функція корисності

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

яка слугує критерієм вибору оптимального варіанта. Водночас  $U(x)$  — багатокритеріальна функція корисності ( $0 \leq U(x) \leq 1$ ) альтернативи  $x$ ;  $u_i(y_i)$  — функція 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  $0 < w_i < 1$ ,  $\sum_{i=1}^m w_i = 1$ .

Формулювання завдання багатокритеріального вибору альтернативи під час прийняття рішення ґрунтується на основі таких припущень [12]:

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

За умови проектування трьох альтернативних варіантів реалізації процесу випуску видання дістанемо, згідно з формулою (2), систему рівнянь для розрахунку багатокритеріальних функцій корисності кожної з альтернатив:

$$\begin{cases} U_1 = w_1 \cdot u_{11} + w_2 \cdot u_{21} + w_3 \cdot u_{31} + w_4 \cdot u_{41} \\ U_2 = w_1 \cdot u_{12} + w_2 \cdot u_{22} + w_3 \cdot u_{32} + w_4 \cdot u_{42} \\ U_3 = w_1 \cdot u_{13} + w_2 \cdot u_{23} + w_3 \cdot u_{33} + w_4 \cdot u_{43} \end{cases} \quad (3)$$

Відповідно до вищенаведеної системи рівнянь (3), послідовність виконання поставленого завдання полягає у знаходженні вагових переваг  $w_i$  етапів через порівняння взаємозв'язків між ними та функцій корисності  $u_{ij}$  ( $i=1,4$ ;  $j=1,3$ ) щодо міри участі кожного з етапів у реалізації альтернатив.

Отже, вихідними факторами для розрахунку та оцінювання альтернатив вважатимемо технологічні етапи, які ми виокремили: E1 — проектування видання; E2 — додрукарська підготовка; E3 — друкування накладу; E4 — післядрукарське опрацювання. Семантична мережа зв'язків між ними наведена на рис. 1.

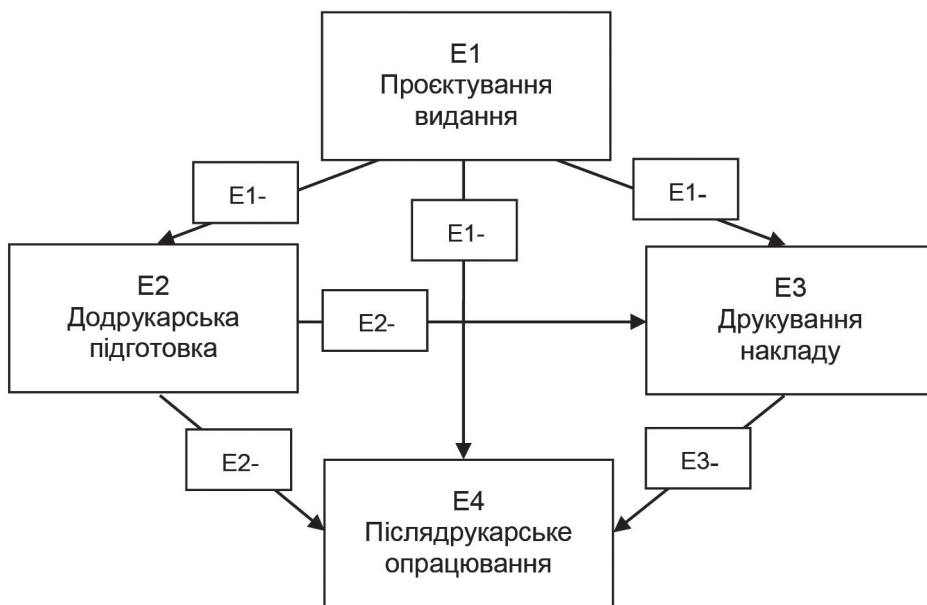


Рис. 1. Семантична мережа факторів випуску книжкового видання

Для встановлення рівнів пріоритетного впливу факторів на процес випуску книжкового видання будемо на підставі рис. 1 матрицю попарних порівнянь (табл. 1).

Після розрахунку компонент головного власного вектора матриці попарних порівнянь отримуємо нормалізовані вагові значення факторів-етапів:

$$w_1 = 0,43; \quad w_2 = 0,23; \quad w_3 = 0,19; \quad w_4 = 0,15.$$

Таблиця 1

**Матриця попарних порівнянь факторів-етапів**

	E1	E2	E3	E4
E1	1	2	2	3
E2	1/2	1	1	2
E3	1/2	1	1	1
E4	1/3	1/2	1	1

Вихідні дані для альтернативних варіантів випуску книжкових видань подаємо у вигляді табл. 2, водночас основним показником утворення варіантів А, В і С виступатиме експертна міра вагомості або трудомісткість кожного з етапів у проєктованих варіантах.

Таблиця 2

**Оцінювання альтернатив за етапами випуску видання**

Назви етапів	Ваги етапів	Оцінювання альтернатив за вагомістю етапу		
		А	В	С
Проектування видання	0,43 ( $w_1$ )	40 %	30 %	30 %
Додрукарська підготовка	0,23 ( $w_2$ )	20 %	30 %	50 %
Друкування накладу	0,19 ( $w_3$ )	25 %	50 %	25 %
Післядрукарське опрацювання	0,15 ( $w_4$ )	15 %	45 %	40 %

Наведемо значення функції корисності  $u_{ij}$  як результат опрацювання матриць попарних порівнянь, складених за перевагами варіантів А, В, С.

Корисність альтернатив за фактором  $E_1$  «проектування видання»:

$$u_{11} = 0,60; u_{12} = 0,20; u_{13} = 0,20.$$

$$\text{Критерії: } \lambda_{\max} = 3,00; IU = 0,00; WU = 0,00.$$

Корисність альтернатив за фактором  $E_2$  «додрукарська підготовка»:

$$u_{21} = 0,10; u_{22} = 0,23; u_{23} = 0,67.$$

$$\text{Критерії: } \lambda_{\max} = 3,08; IU = 0,04; WU = 0,07.$$

Корисність альтернатив за фактором  $E_3$  «друкування накладу»:

$$u_{31} = 0,14; u_{32} = 0,72; u_{33} = 0,14.$$

$$\text{Критерії: } \lambda_{\max} = 3,00; IU = 0,00; WU = 0,00.$$

Корисність альтернатив за фактором  $E_4$  «післядрукарське опрацювання»:

$$u_{41} = 0,08; u_{42} = 0,58; u_{43} = 0,34.$$

$$\text{Критерії: } \lambda_{\max} = 3,03; IU = 0,01; WU = 0,03.$$

Здійснимо аналіз отриманих значень критеріїв для всіх факторів.

Максимальне власне значення  $\lambda_{\max}$  відповідає критеріям використаного для проведених розрахунків методу аналізу ієрархій, оскільки умовою достовірності є наближення його величини до кількості порівнюваних величин:  $INT(\lambda_{\max}) = n$  (у нашому випадку маємо три альтернативні варіанти). Крім того,  $\lambda_{\max}$  зумовлює розрахунок індексу узгодженості  $IU$ . В аналізованому процесі максимальне значення  $IU = 0,04$ . Зазвичай значення  $IU$  порівнюють з еталонним значенням показника узгодженості  $WI$  для заданої кількості порівнюваних об'єктів. Водночас результати вважаються задовільними, якщо  $IU < 0,1 \times WI$ . Згідно з еталоном для трьох факторів  $WI = 0,58$ . Умова  $0,04 < 0,1 \times 0,58$  виконується, що підтверджує достовірність результатів.

Оскільки критерії розрахунку функцій корисності не виходять за допустимі межі, підставимо у систему рівнянь (3) вагові значення факторів-етапів та відповідні їм функції корисності. Дістанемо:  $U_1 = 0,320$ ;  $U_2 = 0,363$ ;  $U_3 = 0,302$ . За максимумом функціоналів оптимальним вважається варіант В, перевагу якому забезпечили друкування видання та брошурувально-палітурні процеси.

**Висновки.** У результаті дослідження розроблено графічну модель у вигляді семантичної мережі, що імітує зв'язки між етапами підготування і випуску книжкових видань, на підставі якої встановлено пріоритетність їхнього впливу на технологічний процес. На основі методу лінійного згортання критеріїв та багатофакторної оптимізації розраховано функції корисності, що стали передумовою встановлення оптимального варіанта реалізації процесу за критерієм максимуму багатокритеріальних функцій корисності запроєктованих альтернатив.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Information technology of forming the quality of art and technical design of books / Sichevska O., Senkivskyy V., Babichev S., Khamula O. CEUR Workshop Proceedings, 2019. 2533. Pp. 45–57.
2. Сеньківський В. М., Кудряшова А. В., Козак Р. О. Інформаційна технологія формування якості редакційно-видавничого процесу : монографія. Львів : Українська академія друкарства, 2019. 272 с.
3. Піх І. В., Кудряшова А. В. Багатофакторний вибір альтернативних варіантів композиційного оформлення видання на основі лінійного згортання критеріїв. Наукові записки [Української академії друкарства]. 2017. № 2 (55). С. 41–46.
4. Kamath H. N., Rodrigues L. L. Influence of overall equipment effectiveness on print quality, delivery and cost: A system dynamics approach. International Journal of Applied Engineering Research. 2016. № 11(8). Pp. 5889–5898.
5. Lundström J., Verikas A. Assessing print quality by machine in offset colour printing. Knowledge-Based Systems. 2013. Vol. 37. Pp. 70–79.
6. The effects of different printing pressure level application on sheet-fed offset print quality / Milošević R., Kašiković N., Novaković D., Prica M., Draganov S. International Circular of Graphic Education and Research. 2014. № (7). Pp. 54–65.
7. Modeling and Verification of Reconfigurable Printing System Based on Process Algebra / Luo R., Gao S., Li H., Zhou S. Mathematical Problems in Engineering. 2018.

8. Advances in computational intelligence-based print quality assessment and control in offset colour printing / Verikas A., Lundström J., Bacauskiene M., Gelzinis A. *Expert Systems with Applications*. 2011. № 38(10). Pp. 13441–13447.
9. A Model of Logical Inference and Membership Functions of Factors for the Printing Process Quality Formation / Senkivskyy V., Pikh I., Havenko S., Babichev S. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020. Vol. 1020. Pp. 609–621.
10. Models of Postpress Processes Designing / Senkivskyy V., Kudriashova A., Pikh I., Hileta I., Lytovchenko O. *International Workshop on Digital Content & Smart Multimedia (DCS, Mart 2019)*. Pp. 259–270.
11. Інформаційні технології формування якості книжкових видань : монографія / Піх І. В., Дурняк Б. В., Сеньківський В. М., Голубник Т. С. Львів : Українська академія друкарства, 2017. 308 с.
12. Теоретичні основи забезпечення якості видавничо-поліграфічних процесів. Частина 3. Проектування альтернативних варіантів / Сеньківський В. М., Піх І. В., Петяк Ю. Ф., Калиній І. В. *Наукові записки [Української академії друкарства]*. 2016. № 2 (53). С. 47–56.
13. Піх І. В., Сеньківський В. М., Андріїв Р. Р. Проектування та розрахунок альтернативних варіантів реалізації технологічних процесів. *Технологія і техніка друкарства*. 2015. № 2 (48). С. 55–62.
14. Баргіш М. Я., Дудзяний І. М. Дослідження операцій. Частина 3. Ухвалення рішень і теорія ігор. Львів : Видав. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. 278 с.
15. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій : підруч. 7-ме вид., перероб. та допов. Київ : Видавничий Дім «Слово», 2006. 816 с.

#### REFERENCES

1. Sichevska, O., Senkivskyy, V., Babichev, S., & Khamula, O. (2019). Information technology of forming the quality of art and technical design of books. *CEUR Workshop Proceedings*, 2533, 45–57 (in English).
2. Senkivskiyi, V. M., Kudriashova, A. V., & Kozak, R. O. (2019). *Informatsiina tekhnolohiia formuvannia yakosti redaktsiino-vydavnychoho protsesu*. Lviv : Ukrainska akademiia drukarstva (in Ukrainian).
3. Pikh, I. V., & Kudriashova, A. V. (2017). Bahatofaktornyi vybir alternatyvnykh variantiv kompozytsiinoho oformlennia vydannia na osnovi liniinoho zghortannia kryteriiv: *Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii drukarstva]*, 2 (55), 41–46 (in Ukrainian).
4. Kamath, H. N., & Rodrigues, L. L. (2016). Influence of overall equipment effectiveness on print quality, delivery and cost: A system dynamics approach: *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(8), 5889–5898 (in English).
5. Lundström, J., & Verikas, A. (2013). Assessing print quality by machine in offset colour printing: *Knowledge-Based Systems*, 37, 70–79 (in English).
6. Milošević, R., Kašiković, N., Novaković, D., Prica, M., & Draganov, S. (2014). The effects of different printing pressure level application on sheet-fed offset print quality: *International Circular of Graphic Education and Research*, (7), 54–65 (in English).
7. Luo, R., Gao, S., Li, H., & Zhou, S. (2018). Modeling and Verification of Reconfigurable Printing System Based on Process Algebra: *Mathematical Problems in Engineering* (in English).

8. Verikas, A., Lundström, J., Bacauskiene, M., & Gelzinis, A. (2011). Advances in computational intelligence-based print quality assessment and control in offset colour printing: Expert Systems with Applications, 38(10), 13441–13447 (in English).
9. Senkivskyy, V., Pikh, I., Havenko, S., Babichev, S. (2020). A Model of Logical Inference and Membership Functions of Factors for the Printing Process Quality Formation: Advances in Intelligent Systems and Computing, 1020, 609–621 (in English).
10. Senkivskyy, V., Kudriashova, A., Pikh, I., Hileta, I., & Lytovchenko, O. Models of Postpress Processes Designing. International Workshop on Digital Content & Smart Multimedia (DCS, Mart 2019), 259–270 (in English).
11. Pikh, I. V., Durniak, B. V., Senkivskiy, V. M., & Holubnyk, T. S. (2017). Informatsiini tekhnolohii formuvannia yakosti knyzhkovykh vydan. Lviv : Ukrainska akademiia drukarstva (in Ukrainian).
12. Senkivskiy, V. M., Pikh, I. V., Petiak, Yu. F., & Kalynii, I. V. (2016). Teoretychni osnovy zabezpechennia yakosti vydavnycho-polihrafichnykh protsesiv. Chastyna 3. Proektuvannia alternatyvnykh variantiv: Naukovi zapysky [Ukrainskoi akademii drukarstva], 2 (53), 47–56 (in Ukrainian).
13. 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).
14. Bartish, M. Ya., & Dudzianyi, I. M. (2009). Doslidzhennia operatsii. Chastyna 3. Ukhvalennia rishen i teoriia ihor. Lviv : Vydav. tsentr LNU imeni Ivana Franka (in Ukrainian).
15. Zaichenko, Yu. P. (2006). Doslidzhennia operatsii. 7-me vyd., pererob. ta dopov. Kyiv : Vydavnychi Dim «Slovo» (in Ukrainian).

doi: 10.32403/1998-6912-2020-1-60-17-25

## PRIORITIES OF TECHNOLOGICAL STAGES OF BOOK PREPARATION AND PRODUCTION

V. M. Senkivskiy<sup>1</sup>, I. V. Pikh<sup>1</sup>, N. E. Senkivska<sup>1</sup>, I. V. Kalyniy<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Ukrainian Academy of Printing,  
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine*

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

*The creation of models on the basis of the information field (knowledge bases and databases) of the process of book production and the development of corresponding information technologies with the use of means of theory of operations analysis, system analysis, the theory of the hierarchical multilevel systems has become a further step in claim of a new direction oriented to the proper level of perfection of technological*



*process that will assist the stage-by-stage formation and forecasting assessment and thus providing the proper quality of the printed products. The process of preparation and production of printed materials, especially books, involves the existence of a logically sound sequence of technological stages, which include the design of editions, prepress, printing and postpress processing. One will consider an important task to identify and prioritize the impact of technological factors on the formation of quality indicators of printing products. According to the general methodology of forecasting and quality assurance of the technology of printed product production, the primary task of solving the problem is to identify factors that have a decisive influence on the quality of the fulfillment of main stages and operations of the publishing and printing process. It is important to expertly establish the relationship between factors and stages, based on which the weight levels and numerical indicators of the degree of their impact on the quality of the stages are identified, which will ultimately lead to an integrated quality indicator of the overall process.*

*The problem of determination of the optimal variant of the edition production is set forth in the offered research, taking into account the priority of influence on the process of the technological stages. The review of literary sources is carried out on these subjects. Theoretical principles of the method of the linear convolution of criteria and multivariable optimization are presented as the basic means of the research. The semantic network of connections between the stages is worked out, on the basis of which the matrix of pairwise comparisons is designed. Processing the matrix has provided the establishment of weight values of priority influence of the stages on the publishing and printing process. The forecasting values of the participation level of each of the stages in realization of alternatives are set. The alternative variants of implementation of the technological process are designed according to the priorities of the stages. The utility functions are calculated and the optimal variant of the scheme of preparation and production of book editions is identified.*

**Keywords:** *the stage of the edition production, semantic network, matrix of pairwise comparisons, priority, Pareto set, utility function, alternative and optimal variants of processes realization.*

*Стаття надійшла до редакції 13.05.2020.*

*Received 13.05.2020.*