

УДК: 655.326.1+676.064.8+519.67

ЕКСПЕРТНЕ ОЦІНЮВАННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ НАДРУКОВАНИХ ЗОБРАЖЕНЬ НА ВИРОБАХ ТИССЮ

В. В. Довганич

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

Стаття присвячена експертному дослідженню факторів впливу на якість зображення на виробі тиссю.

На початковому етапі були визначені фактори, що впливають на якість друку на виробі. На наступному етапі експерти оцінили значущість цих факторів та їх пріоритетність щодо експлуатації. Для аналізу результатів на першому етапі було застосовано метод ієрархічного аналізу Т. Сааті.

Варто зазначити, що об'єктивність результату віднесення обраних факторів до відповідного ієрархічного рівня залежить від достовірності, яка забезпечується застосуванням відомих принципів теорії системного аналізу та моделювання, а також методології дослідження і вирішення проблеми забезпечення якості.

На основі результатів дослідження побудовано граф моделі ієрархії факторів впливу на процес забезпечення якості виробів тиссю.

Варто зазначити, що об'єктивність результату віднесення обраних факторів до відповідного ієрархічного рівня забезпечується використанням відомих принципів теорії системного аналізу та моделювання, а також методології дослідження. Виникнення конкретної перешкоди на певному рівні значною мірою залежить від встановлених зв'язків між ними, які задані в початковому графі.

Отриману модель можна вдосконалювати під час покращення процесу якості виробів тиссю, застосовуючи нові методи друкування або оздоблення.

Ключові слова: *модель графів та параметрів, друкарські відбитки, якість, паперові серветки.*

Постановка проблеми. На якість виробів тиссю впливає множина факторів, які було виокремлено у результаті аналізу літературних джерел, яке відбувалось в два етапи. На першому етапі визначались фактори, які впливають на якість друкування на виробі. На другому етапі експертами було встановлено важливість факторів та їх пріоритетність впливу на експлуатацію (використання). На першому етапі для аналізу результатів використано метод аналізу ієрархій Т. Сааті [1-2], на другому – метод, який базується на теорії нечітких множин [3-8]. В результаті чого було побудовано модель факторів впливу на забезпечення якості виробів тиссю.

Науковці зосереджують свої дослідження на виявленні та аналізі нових властивостей санітарно-гігієнічних виробів, а також на їх відповідності стандартам і

нормам. Це призводить до виникнення нових класифікаційних ознак для виробів тиссю. Критерії ідентифікації таких виробів викладені в роботі [9]. Автори підкреслюють важливість таких характеристик, як кількість шарів, тип поверхні, наявність перфорацій, тиснення, ароматизація тощо. Ці властивості паперу тиссю є суттєвими для досягнення високої якості надрукованих зображень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для запропонованого нами дослідження було взято до уваги фактори впливу, які наведені у праці [10]. До таких факторів належить: вид виробу, зовнішній вигляд, характеристики способу друку, якість надрукованого зображення, структура матеріалу тиссю тощо. Перелік вище поданих факторів є важливими в процесі виготовлення виробів тиссю.

Метою статті є оцінити фактори впливу на забезпечення якості надрукованих зображеннях на výroбах тиссю флексографічним та цифровим друком. Також побудувати модель ієрархії факторів впливу на процес забезпечення якості виробів тиссю.

Виклад основного матеріалу дослідження. Було використано метод аналізу ієрархій Т. Сааті. Де кожен із зазначених чинників передбачає наявність відповідної бази знань та множини факторів впливу на процес забезпечення якості виробів тиссю в цілому.

Сукупність розглянутих факторів складає множину $M = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}$, з якої можна визначити підмножину $M_1 \in M$ найбільш суттєвих критеріїв. Серед факторів, які впливають на процес забезпечення якості друкування на výroбах тиссю можна, виділити:

- m_1 – 1 – вид виробу (серветки, рушнички, скатертини тощо)
- m_2 – 2 – зовнішній вигляд (оздоблені тисненням і без нього, з надрукованим зображенням, безбарвні, кольорові);
- m_3 – 3 – характеристики способу друку (флексографічний, цифровий друк);
- m_4 – 4 – відсоток задрукованої поверхні (фрагментальне зображення, суцільно задрукована поверхня виробу);
- m_5 – 5 – якість надрукованого зображення (денситометричні та колориметричні характеристики);
- m_6 – 6 – структура матеріалу тиссю (одно-, дво-, три шарові);
- m_7 – 7 – тип обробки виробів тиссю (каландровані, не каландровані, сухі, вологі, ароматизовані, антисептичні тощо);
- m_8 – 8 – вплив навколишнього середовища (температура, вологість);
- m_9 – 9 – умови експлуатації (стійкість до розриву, продавлювання, всотування вологи).

Для аналізу рівня впливу виокремлених факторів позначених підмножиною M та можливі взаємозв'язки між ними подамо у вигляді орієнтованого графа (рис.1). У вершинах графа розмістимо елементи підмножини M , а дуги будуть з'єднувати суміжні вершини (m_i, m_j) для яких визначено зв'язок, що вказує на вплив фактору m_i на фактор m_j . Так, наприклад, структура матеріалу та відсоток задрукованої поверхні впливає на якість надрукованого зображення вибраного способу друку, а зовнішній вигляд виробу тиссю залежать від способу друку.

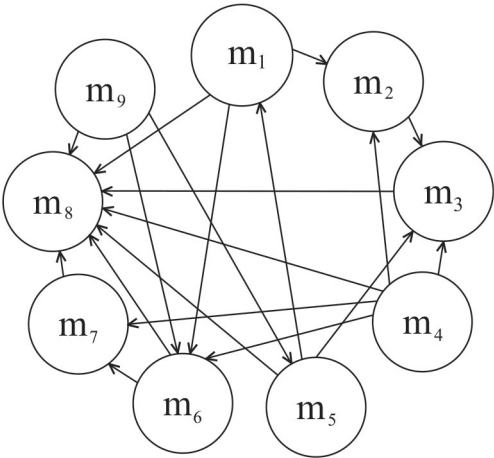


Рис. 1. Граф зв’язків між факторами впливу на процес забезпечення якості надрукованих зображень на виробі тисню

Встановлюємо рівні пріоритету впливу факторів на процес забезпечення якості відбитків. Для цього використаємо з системного аналізу метод ієрархій. На основі поданого графу зв’язків між факторами побудуємо бінарну матрицю залежності A для множини факторів M .

Для кращого відображення матрицю M помістимо в табл. 1, додавши до неї інформаційний рядок і стовпець з математичними назвами факторів.

Таблиця 1

Бінарна матриця залежності

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6	m_7	m_8	m_9
1	m_1	0	1	0	0	0	1	0	1	0
2	m_2	0	0	1	0	0	0	0	1	0
3	m_3	0	0	0	0	0	0	1	1	0
4	m_4	0	1	1	0	0	1	0	1	0
5	m_5	1	0	1	0	0	0	1	1	0
6	m_6	0	0	0	0	0	0	0	1	0
7	m_7	0	0	0	0	0	0	0	1	0
8	m_8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	m_9	0	0	0	0	1	1	0	1	0

Використовуючи матрицю A , побудуємо матрицю досяжності. Формуємо бінарну матрицю $(I+A)$, де I — одинична матриця. У результаті матриця досяжності повинна задовольняти умову:

$$(I + A)^{k-1} \leq (I + A)^k = (I + A)^{k+1}. \quad (1)$$

Практично її побудова зводиться до заповнення табл. 2, бінарні елементи якої визначаються за таким правилом:

$$b_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{якщо з } i \text{ можна потрапити в } j \\ 0, & \text{в іншому випадку} \end{cases} \quad (2)$$

Таблиця 2

Матриця досяжності

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		m ₁	m ₂	m ₃	m ₄	m ₅	m ₆	m ₇	m ₈	m ₉
1	m ₁	1	1	1	0	0	1	1	1	0
2	m ₂	0	1	1	0	0	0	0	1	0
3	m ₃	0	0	1	0	0	0	0	1	0
4	m ₄	0	1	1	1	0	1	1	1	0
5	m ₅	1	1	1	0	1	1	1	1	0
6	m ₆	0	0	0	0	0	1	1	1	0
7	m ₇	0	0	0	0	0	0	1	1	0
8	m ₈	0	0	0	0	0	0	0	1	0
9	m ₉	1	1	1	0	1	1	1	1	1

Вершина m_j досягається з вершини m_i , якщо в графі (рис.2) існує шлях, який приводить з вершини m_i до вершини m_j . Така вершина називається досяжною. Позначимо підмножину подібних вершин через $R(m_i)$.

Аналогічно вершина m_i є попередницею вершини m_j , якщо вона досягається з цієї вершини. Нехай сукупність вершин-попередниць утворює підмножину $A(m_i)$.

Остаточно перетин підмножин вершин досяжних і вершин-попередниць, тобто підмножина:

$$K(m_i) = R(m_i) \cap A(m_i), \quad (3)$$

вершини якої не досягаються з будь-якої з вершин множини m_i , що залишилися, визначає певний рівень ієрархії пріоритетності дії фактора, віднесеного до цих вершин. Додатковою умовою при цьому є забезпечення рівності :

$$A(m_i) = K(m_i), \quad (4)$$

Виконання сукупності вищезазначених дій дає перший рівень ієрархії факторів. Для визначення його на підставі попередньої матриці будуюмо табл. 3.

Таблиця 3

Визначення першого рівня ієрархії факторів

m_i	$R(m_i)$	$A(m_i)$	$R(m_i) \cap A(m_i)$
1	1,2,3,6,7,8	1,5,9	1
2	2,3,8	1,2,4,5,9	2
3	3,8	1,2,3,4,5,9	3
4	2,3,4,6,7,8	4	4 ←
5	1,2,3,5,6,7,8	5,9	5
6	6,7,8	1,4,5,6,9	6
7	7,8	1,4,5,6,7,9	7
8	8	1,2,3,4,5,6,7,8,9	8
9	1,2,3,6,7,8,9	9	9 ←

Як видно з таблиці 3, другий її стовпець — це номери одиничних елементів відповідних рядків матриці досяжності, третій — номери одиничних елементів стовбців цієї матриці.

Рівність (2), тобто співпадання переліку номерів критеріїв у третьому та четвертому стовбцях таблиці виконується для факторних елементів з номерами 4 та 9, які позначають фактор відсоток задрукованої поверхні та умови експлуатації (стійкість до розриву, продавлювання, всотування вологи). Вони і будуть факторами першого рівня ієрархії, який вважатимемо факторами найвищого рівня пріоритетності процесу забезпечення якості використання виробів тиссю.

Відповідно до відомого методу [11-12], вилучаємо з таблиці рядки з номерами 4 та 9, а в другому та в третьому стовбцях викреслюємо цифри 4 і 9. У результаті отримаємо нову таблицю 4, яка буде використовуватись для обчислення другого рівня ієрархії.

Таблиця 4

Визначення другого рівня ієрархії факторів

m_i	$R(m_i)$	$A(m_i)$	$R(m_i) \cap A(m_i)$
1	1,2,3,6,7,8	1,5	1
2	2,3,8	1,2,5	2
3	3,8	1,2,3,5	3
5	1,2,3,5,6,7,8	5	5 ←
6	6,7,8	1,5,6	6
7	7,8	1,5,6,7	7
8	8	1,2,3,5,6,7,8	8

Провівши подальші дії, аналогічні попередньому, отримуємо для другого рівня фактор 5 – якість надрукованого зображення (денситометричні та колориметричні характеристики).

Таблиця 5

Визначення третього рівня ієрархії факторів

m_i	$R(m_i)$	$A(m_i)$	$R(m_i) \cap A(m_i)$
1	1,2,3,6,7,8	1,5	1
2	2,3,8	1,2,5	2
3	3,8	1,2,3,5	3
5	1,2,3,5,6,7,8	5	5 ←
6	6,7,8	1,5,6	6
7	7,8	1,5,6,7	7
8	8	1,2,3,5,6,7,8	8

На 3 ієрархічний рівень майбутньої моделі виходить 1 фактор — вид виробу тиссю (серветки, рушники, скатертини тощо).

Таблиця 6

Визначення четвертого рівня ієрархії факторів

m_i	$R(m_i)$	$A(m_i)$	$R(m_i) \cap A(m_i)$
2	2,3,8	2	2 ←
3	3,8	2,3	3
6	6,7,8	6	6 ←
7	7,8	6,7	7
8	8	2,3,6,7,8	8

З таблиці 6 визначаємо 4 рівень, який утворюють два фактори: 2 фактор — зовнішній вигляд (оздоблені тисненням і без нього, з надрукованим зображенням, безбарвні, кольорові); і 6 фактор — структура матеріалу тиссю (одно-, дво-, тришарові).

Таблиця 7

Визначення п'ятого рівня ієрархії факторів

m_i	$R(m_i)$	$A(m_i)$	$R(m_i) \cap A(m_i)$
3	3,8	3	3 ←
7	7,8	7	7 ←
8	8	3,7,8	8

З таблиці 7 бачимо, що наступний 5 рівень складають два фактори 3 — характеристики способу друку (флексографічний, цифровий друк) і 7 фактор —тип обробки виробів тиссю (каландровані, не каландровані, сухі, вологі, ароматизовані, антисептичні тощо).

Таблиця 8

Визначення шостого рівня ієрархії факторів

m_i	$R(m_i)$	$A(m_i)$	$R(m_i) \cap A(m_i)$
8	8	8	8 ←

З таблиці 8 випливає, що на 6 рівень виходить 8 фактор —вплив навколишнього середовища (температура, вологість).

У підсумку отримаємо ієрархічно структуровану модель (рис.2), що встановлює пріоритетність впливу розглянутої сукупності факторів на процес забезпечення якості виробів тиссю.

Визначальним для розв’язання поставленого завдання є вибір факторів забезпечення якості продукції з фактичними відношеннями між ними, які встановлюються експертним способом. Ці початкові дані задаються у вигляді вихідного графа (див. рис.1) і містять певну суб’єктивну складову сприйняття відповідного процесу. Зміна їх за кількістю і суттю зв’язків може привести до модифікації вихідного графа і, відповідно, результуючої моделі.

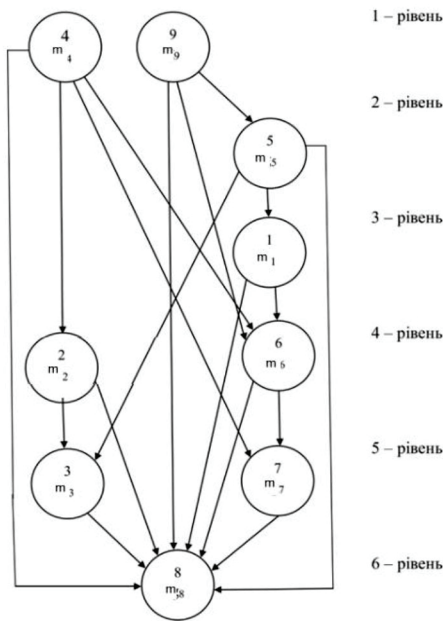


Рис.2 Ієрархічна модель факторів впливу на процес забезпечення якості виробів тиссю

Ієрархічна модель представлена на рис.2 враховує зв'язки між факторами, які відображені у вихідному графі (рис.1). Якщо декілька факторів розміщено формально на одному рівні, перевага надається тому з них, до якого приєднано більше вхідних стрілок, які показують вплив на інші фактори. При їх рівності додатково залучається експертне оцінювання. Слід зауважити, що результат віднесення вибраних факторів до відповідного ієрархічного рівня є об'єктивним настільки, наскільки його достовірність забезпечується використанням відомих засад теорії системного аналізу та моделювання, методології дослідження і розв'язання проблеми забезпечення якості. Поява конкретної перешкоди на певному рівні суттєво залежить від встановлених зв'язків між ними, заданих у вихідному графі (рис.1). Якщо кожен з факторів оцінювати деяким числом або присвоювати йому відповідний ваговий коефіцієнт пріоритетності дії факторів на процес забезпечення якості виробів тиссю з надрукованими зображеннями, то на основі аналізу рис.1, вагомість фактора відповідає номерові рівня ієрархії. Водночас пріоритетність дії фактора на процес забезпечення якості виробів тиссю є величиною відносною і може бути змінюватися залежно від зміни експертної оцінки щодо визначення вагомості впливу цього чи іншого фактора на досліджуваний процес.

Висновки. У результаті дослідження побудовано модель ієрархії факторів впливу на процес забезпечення якості виробів тиссю, а на її підставі розроблено модель пріоритетного впливу факторів на якість продукції в цілому.

Отриману модель піддається коригуванню в процесі удосконалення процесу забезпечення якості виробів тиссю шляхом використання нових методів друкування чи оздоблення.

На якість виробів тиссю впливає множина факторів, вагомість кожного з яких повинна бути врахована для задоволення потреб споживачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Saaty T. The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation. New York: McGraw-Hill. 1980.
2. Лямець В. І., Тевяшев А. Д. Системний аналіз. Вступний курс. 2-е вид., перероб. та допов., Х., 2004. 448 с.
3. Сеньківський В. М., Піх І. В., Мельников О. В. Метод ранжування на якість факторів впливу технологічних процесів. Поліграфія і видавнича справа. 2013. № 1–2. С. 36–38.
4. Ротштейн О. П., Ракитянська Г. Б. Діагностика на базі нечітких відношень в умовах невизначеності – Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2006. – 275 с.
5. Кондратенко Ю. П. Методи обробки нечіткої лінгвістичної інформації в задачах багатокритерійного прийняття рішень /Ю. П. Кондратенко, Є. В. Сіденко // Матер. 6-ї Міжн.наук.-практ. конф. Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті MINTT2014. – Херсон, Травень 2014. – С. 161–163.
6. Желдак, Тимур Анатолійович. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень :навчальний посібник /Т. А. Желдак, Л. С. Коряшкіна,С. А. Ус ; за редакцією С. А. Ус .– Дніпро :НТУ ДП,2020. – 386 с.

7. Золотухіна О. А., Шушура О. М. Функціональне моделювання інформаційної системи управління ресурсами підприємства в умовах невизначеності або недостовірності даних. *Зв'язок*. 2017. № 6. С. 52–57.
8. Івахів О. В. Основи побудови систем керування з нечіткою логікою : навчальний посібник / О. Івахів, М. Наконечний. – Львів : Растр-7, 2017. – 129 с.
9. Стретович С. С. Визначення критеріїв ідентифікації для різних видів паперу / С. С. Стретович, Т. Г. Глушкова: матеріали II міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Актуальні проблеми теорії і практики експертизи товарів», (Полтава, 18–20 березня 2015 р.); – Полтава: ПУЕТ, 2015. – С. 197–200.
10. Довганич В. В. Фактори впливу на якість паперових виробів тиссю/ Тези доп. I Міжнародна науково-практична конференція «Current issues of science and integrated technologies», 10–13 січня 2023 р., Мілан, Італія. – С. 696–698.
11. Сеньківський В. М., Піх І. В. Математичне моделювання процесу ранжування факторів. *Моделювання та інформаційні технології*, №69. 2013. С. 142–146.
12. Kondratenko, Y., Kondratenko, N. : Real-Time Fuzzy Data Processing Based on a Computational Library of Analytic Models. *DATA* 3(4), 1–9 (2018) Shushura O. M. Infological modeling of information systems subject industries in solving of fuzzy control tasks. *Зв'язок*. 2018. № 2. С. 53–56.

REFERENCES

1. Saaty, T. (1980). *The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation*. New York: McGraw-Hill. (in English).
2. Liams, V. I. & Teviashev, A. D. (2004). *Systemnyi analiz. Vstupnyi kurs*. 2-e vyd., pererob. ta dopov., Kh., 448 s. (in Ukrainian).
3. Pikh, I. V. & Melnykov, O. V. (2013). *Metod ranzhuvannia na yakist faktoriv vplyvu tekhnologichnykh protsesiv: Polihrafiia i vydavnycha sprava*, 1–2, 36–38. (in Ukrainian).
4. Rotshtein, O. P. & Rakytianska, H. B. (2006). *Diahnostyka na bazi nechitkykh vidnoshen v umovakh nevyznachenosti*. Vinnytsia: UNIVERSUM. (in Ukrainian).
5. Kondratenko, Yu. P. & Sidenko, Ye. V. (2014). *Metody obrobky nechitkoi lnhvistychnoi informatsii v zadakh bahatokryteriinoho pryiniattia rishen*. Suchasni informatsiini ta innovatsiini tekhnologii na transporti MINTT2014: mater. 6-yi Mizhn.nauk.-prakt. konf., Kherson, 161–163. (in Ukrainian).
6. Zheldak, T. A., Koriashkina, L.S. & Us, S.A. (2020). *Nechitki mnozhyny v systemakh upravlinnia ta pryiniattia rishen : navchalnyi posibnyk*. Dnipro : NTU DP. (in Ukrainian).
7. Zolotukhina, O. A. & Shushura, O. M. (2017). *Funktsionalne modeliuvannia informatsiinoi systemy upravlinnia resursamy pidpriemstva v umovakh nevyznachenosti abo nedostovirnosti danykh: Zviazok*, 6, 52–57. (in Ukrainian).
8. Ivakhiv, O. & Nakonechnyi, M. (2017). *Osnovy pobudovy system keruvannia z nechitkoiu lohikoiu : navchalnyi posibnyk*. Lviv : Rastr-7. (in Ukrainian).
9. Stretovych, S. S. & Hlushkova, T.H. (2015). *Vyznachennia kryteriiv identyfikatsii dlia ryznykh vydiv paperu. Aktualni problemy teorii i praktyky ekspertyzy tovariv: materialy II mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi internet-konferentsii (18–20 bereznia 2015)*. Poltava: PUET, 197–200. (in Ukrainian).

10. Dovhanych, V. V. (2023). Faktory vplyvu na yakist paperovykh vyrobiv tyssiu. Current issues of science and integrated technologies: tezy dop. I Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (10-13 sichnia 2023). Milan, Italiia, 696-698. (in Ukrainian).
11. Senkivskiy, V. M. & Pikh, I. V. (2013). Matematychni modeliuvannia protsesu ranzhuvannia faktoriv: Modeliuvannia ta informatsiini tekhnolohii, 69, 142-146. (in Ukrainian).
12. Kondratenko, Y. & Kondratenko, N. (2018). Real-Time Fuzzy Data Processing Based on a Computational Library of Analytic Models: DATA, 3(4), 1-9.
13. Shushura, O.M. (2018). Infological modeling of information systems subject industries in solving of fuzzy control tasks: Zviazok, 2, 53-56.

doi: 10.32403/2411-3611-2024-2-46-42-51

EXPERT EVALUATION OF INFLUENCE FACTORS ON ENSURING THE QUALITY OF PRINTED IMAGES ON TISSUE PRODUCTS

V. V. Dovhanych

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

The article is devoted to an expert study of factors influencing the quality of images on tissue products.

At the initial stage, factors affecting the quality of printing on products were identified. In the next stage, experts assessed these factors' significance and priority for operation. T. Saati's hierarchical analysis method was applied to analyse the results in the first stage.

It is worth noting that the objectivity of the result of assigning selected factors to the appropriate hierarchical level depends on the reliability, which is ensured by the application of well-known principles of the theory of systems analysis and modelling, as well as the methodology of research and solving the problem of quality assurance.

Based on the research results, a graph of the model hierarchy of influencing factors on the quality assurance process of tissue products was built. It is worth noting that the objectivity of assigning selected factors to the appropriate hierarchical level is ensured by using well-known principles of the theory of systems analysis and modelling, and research methodology. The occurrence of a particular obstacle at a certain level largely depends on the established connections between them, which are given in the initial graph.

The resulting model can be improved by applying new printing or decoration methods to improve the quality of yew products.

Keywords: *model of graphs and parameters, imprints, quality, tissue products.*

Стаття надійшла до редакції 12.08.2024.

Received 12.08.2024.