

1. Валиев С. Защита ценных бумаг / С. Валиев, Э. Эльтазаров. — М. : ЧеРо, 1997. — 156 с. 2. Коншин А. А. Защита полиграфической продукции от фальсификации / А. А. Коншин. — М. : ООО «Синус», 1999. — 157 с. 3. Шевчук А. В. Аналіз моделей загроз поліграфічної продукції спеціального призначення / А. В. Шевчук // Моделювання та інформаційні технології. — 2003. — Вип. 24. — с. 46–59. 4. Шевчук А. В. Експертиза достовірності цінних паперів та документів суворого обліку / А. В. Шевчук, О. Д. Давидюк, В. П. Музика // Комп'ютерні технол. друкарства. — 2003. — Вип. 10. — с. 188–195. 5. Шевчук А. В. Інформаційна модель циклу існування поліграфічної продукції / А. В. Шевчук // Зб. наук. пр. ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова НАН України. — 2003. Вип. 23. — с. 49–57.

ЗАДАЧИ ЗАЩИТЫ ПРОДУКЦИИ, КОТОРЫЕ ИСПОЛЬЗУЮТ УПАКОВКИ И ЭТИКЕТКИ

Рассматривается применение этикеток и упаковок как одних из основных средств обеспечения безопасности продукции. Анализируются факторы, влияющие на особенность процесса модификации этикеток. Определяются основные задачи защиты продукции.

OBJECTIVES PROTECTION PRODUCTS THAT USE PACKAGING AND LABELS

The application of labels and packaging as one of the main means of product safety. Analyzes the factors that influence the process of feature modification labels. The basic task of protecting products.

Стаття надійшла 31.10.2012

УДК 655.3.066 (075.8)

Т. Ю. Киричок

Видавничо-поліграфічний інститут НТУУ «КПІ»

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ЗАДАЧА ВИБОРУ ПОКАЗНИКА ЗНОШУВАННЯ БАНКНОТ УКРАЇНСЬКОЇ ГРИВНІ В УМОВАХ РЕАЛЬНОГО ОБІГУ

Встановлюються методи оцінки зношування з найкращими показниками точності. Досліджуються вибірки банкнот 1 грн та 2 грн зі сховища Національного банку України. Визначаються показники точності для всіх показників зношування. Пропонується визначення показників зношування банкнот, які найдоцільніше застосовувати для достовірного сортування банкнот з точки зору точності, як результат розв'язання задачі багатокритеріального вибору альтернатив на основі нечіткого відношення переваги.

Банкнота, гривня, показники зношування, альтернатива

Під час обігу банкноти неодноразово проходять контроль щодо їх зношення. Це відбувається під час приймання, видачі, оброблення готівки,

коли за допомогою спеціалізованого обладнання, а також візуально контролюють цілу низку ознак зношування та пошкодження [4]: захисні ознаки, видимі в інфрачервоному, ультрафіолетовому діапазоні, захисні ознаки з магнітними властивостями, а також, за наявності технічних можливостей, інші захисні ознаки; механічні пошкодження (надриви, отвори, відсутність кутів та частин, зім'ятість); загальне зношування; локальне та загальне забруднення. Загальне забруднення є основною причиною вилучення банкнот з обігу, тому методам його контролю приділяється велика увага. Тут до ознак, що контролюють, належить зміна оптичних характеристик банкнот – зміна колірності, що контролюється візуально персоналом, зміна оптичної щільності [3], вимірювання видимого світла, відображеного від банкноти [3], спектральні характеристики банкнот в діапазоні 380–740 нм та пропускання ІЧ — випромінювання [9–10].

У наукових дослідженнях процесів зношування банкнот окрім наведених вище ознак зношування та пошкодження також досліджують зміну пористості та шорсткості паперу, його міцнісних характеристик.

Для визначення показників якості банкнот, призначених до вилучення з обігу та знищення, проведені випробування вибірок отриманих з Центрального сховища Національного банку банкнот низьких номіналів (1 та 2 грн) обсягом 1010 шт. кожного номіналу [5]. Під час досліджень банкноти було розподілено на десять груп за якістю — від найменш пошкоджених до найбільш. Розподіл здійснено вручну експертом готівкового обігу. Порівняно з [7] розширено градацію класів банкнот:

- 1 клас — New (нові);
- 2 клас — Superfit (абсолютно відповідні — як нові);
- 3 клас — Fit (відповідні);
- 4 клас — Semifit (майже відповідні);
- 5 клас — Super acceptable (цілком прийнятні);
- 6 клас — Acceptable (прийнятні);
- 7 клас — Semiacceptable (майже прийнятні);
- 8 клас — Unfit (невідповідні);
- 9 клас — Super unfit (дуже невідповідні);
- 10 клас — Absolutely unfit (абсолютно невідповідні).

Надалі досліджено характеристики останньої за якістю групи (100 найбільш зношених та пошкоджених банкнот — 10 клас — Absolutely unfit (абсолютно невідповідні)) та групи з найкращою якістю (100 банкнот якості 1 клас — New (нові)).

Зношування банкнот визначалося за низкою параметрів, котрі характеризують зношування банкнот з різною точністю. Потрібно встановити, який з показників зношування забезпечує найбільш достовірні результати.

Метою дослідження є визначення показників зношування банкнот, які найдоцільніше застосовувати для достовірного сортування банкнот.

У табл. 1 наведено дані статистичної обробки банкнот 1 грн та 2 грн [5].

У табл. 1 зміна показника (у %) в результаті зношування визначалася так:

$$\Delta X = \left| \frac{\bar{x}_{new} - \bar{x}_{det}}{\bar{x}_{new}} \right| * 100,$$

де \bar{x}_{new} — середнє арифметичне результатів спостережень для банкнот 1 класу — New (нові), \bar{x}_{det} — середнє арифметичне результатів спостережень для зношених банкнот 10 класу — Absolutely unfit (абсолютно невідповідні).

Відносна похибка за кожним методом вимірювання (у %):

$$\delta = \pm \frac{m}{\bar{x}} * 100,$$

де \bar{x} — середнє арифметичне результатів спостережень x_i ($i = 1 \div n$, де n — число спостережень), $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$, а m — середня похибка середнього арифметичного, яку обчислювали за формулою

$$m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}},$$

де σ — середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}.$$

До показників точності визначення зношеності банкнот можна віднести зміну показника в результаті зношування ΔX , середнє квадратичне відхилення σ , середню похибку середнього арифметичного m , коефіцієнт варіації v ($v = \frac{\sigma}{\bar{x}} * 100$) та відносну похибку δ для нових та зношених банкнот.

Таблиця 1

Характеристики точності показників зношування банкнот

	Середня зміна показника в результаті зношування, %	Середня відносна похибка для нових банкнот, %	Середня відносна похибка для зношених банкнот, %
1	2	3	4
Зміна яскравості банкнот	24,828	0,110	1,275
Повітропроникність	78,832	0,864	4,878
Шорсткість	633,178	0,446	1,834
Кількість подвійних перегинів	74,084	2,373	1,275

Продовження табл. 1

1	2	3	4
Руйнівне зусилля	36,693	0,558	1,718
Відносне подовження	17,826	1,048	1,481
Стійкість крайки до надриву	28,736	0,695	1,667
Стійкість крайки до надриву роздиранням	28,736	1,002	1,073
Нульова розривна довжина	11,531	0,688	0,716
Жорсткість за Табером	70,284	2,341	2,774
Жорсткість (за методом резонансу)	23,009	0,349	0,550
Жорсткість (за методом кільця)	59,095	1,811	1,784
Маса банкноти	3,157	0,259	0,401

Однак аналіз наведених формул показує, що середнє квадратичне відхилення σ , середня похибка середнього арифметичного m та відносна похибка δ є взаємозалежними. Отож доцільно для встановлення найоптимальнішого показника зношування з точки зору точності враховувати такі характеристики як зміна показника в результаті зношування ΔX , відносна похибка для нових $\delta_{нев}$ та відносна похибка для зношених банкнот $\delta_{дет}$. При цьому бралось до уваги, що відносна похибка враховує як середнє квадратичне відхилення (показник розсіювання результатів спостережень відносно математичного сподівання), так і число спостережень:

$$\delta = \pm \frac{\sigma}{x * \sqrt{n}} * 100.$$

Дані табл. 1 дають можливість дійти висновку, що жоден з наведених показників зношування не є оптимальним з точки зору всіх наведених критеріїв точності, а може вважатися оптимальним тільки за Парето. Отож процес прийняття рішень щодо застосування показників зношування банкнот повинен розглядатися як задача багатокритеріального вибору. Оптимальний з точки зору точності показник зношування для використання в дослідженнях буде встановлений у результаті багатокритеріального вибору альтернатив на основі нечіткого відношення переваги [1], відповідно до якого для порівняння різних альтернатив та вибору найкращої з них спочатку обирають певну сукупність властивостей оцінюваних альтернатив і будують їх кількісну міру (оцінку), за значеннями якої можна порівнювати альтернативи між собою, і обирають найкращу.

Задано множину допустимих альтернатив, з яких з точки зору точності показників зношування робиться вибір — X_i , ($i=1, n=13$):

- X_1 — зміна яскравості банкнот;
- X_2 — повітропроникність;
- X_3 — шорсткість;
- X_4 — кількість подвійних перегинів;
- X_5 — руйнівне зусилля;
- X_6 — відносне подовження;
- X_7 — стійкість крайки до надриву;
- X_8 — стійкість крайки до надриву роздиранням;
- X_9 — нульова розривна довжина;
- X_{10} — жорсткість за Табером;
- X_{11} — жорсткість (за методом резонансу);
- X_{12} — жорсткість (за методом кільця);
- X_{13} — маса банкноти.

Визначено, що наступні параметри є критеріями точності вимірювання, тобто задано критерії, за якими здійснюється вибір серед альтернатив (R_j , $j=1,m$):

- R_1 — зміна показника в результаті зношування ΔX ;
- R_2 — відносна похибка для нових банкнот δ_{new} ;
- R_3 — відносна похибка для зношених банкнот δ_{det} .

За оцінками експертів, оснований на даних табл. 1, згадані критерії встановлюють відношення переваги на множині альтернатив. Потрібно знайти найкращу альтернативу відносно сукупності критеріїв.

Так, перед нами постає задача раціонального вибору альтернатив з певної множини X , на якій задано деякі нечіткі відношення переваги R_1, R_2, \dots, R_m з функціями належності $\mu_{R_j} : X \times X \rightarrow [0,1]$.

Для визначення ω_i — ваги i -го показника точності на основі експертних опитувань сформовано матрицю парних порівнянь (табл. 2) з використанням підходів методу аналізу ієрархій Сааті [6, 8].

Таблиця 2

**Матриця парних порівнянь показників точності
вимірювань зношеності банкнот**

	Середня зміна показника в результаті зношування	Середня відносна похибка для нових банкнот	Середня відносна похибка для зношених банкнот
Середня зміна показника в результаті зношування	1,000	1/3	1/5
Середня відносна похибка для нових банкнот	3,000	1,000	1/3
Середня відносна похибка для зношених банкнот	5,000	3,000	1,000

Вектор пріоритетів (0,105;0,258; 0,637)

Власне значення матриці $\lambda_{max} = 3,039$, індекс узгодженості ІУ=0,019, відношення узгодженості ВУ=0,033

Під час формування матриць парних порівнянь використано шкалу відношень з оцінками від 1 до 9 [6], яким відповідають певні судження про значимість факторів чи дій:

1 — однакова значимість;

3 — слабка значимість (певне переважання значимості одного фактора над іншим);

5 — суттєва чи сильна значимість;

7 — дуже сильна або очевидна значимість;

9 — абсолютна значимість;

2, 4, 6, 8 — проміжні значення між сусідніми значеннями шкали, зворотні величини вищенаведених чисел відповідають значимості факторів j порівняно з фактором i за умови, що фактору i приписується одне зі значень шкали.

Встановлено вагу показників точності вимірювань: для середньої зміни показника в результаті зношування $\omega_1 = 0,105$, для середньої відносної похибки для нових банкнот $\omega_2 = 0,258$, для середньої відносної похибки для зношених

банкнот $\omega_3 = 0,637$, $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$).

Для розв'язання сформульованої задачі багатокритеріального вибору потрібно обрати ефективний спосіб згортки векторного критерію в скалярний [2].

Перший спосіб згортки: $Q_1 = \bigcap_{j=1}^m R_j$ — береться перетин заданих співвідношень переваги.

Другий спосіб — згортка вихідних відношень R_j у вигляді суми:

$$Q_2 = \sum_{j=1}^m \omega_j R_j.$$

Потрібно знайти найкращу альтернативу за обома згортками.

Розв'язання задачі відбувалося за таким алгоритмом.

1) Побудовано функцію належності заданих відношень переваги $\mu_{R_j}(X_i X_j)$ (табл. 3–5), причому оцінки експертів ґрунтувалися на даних статистичних досліджень (табл. 1). За кожним з критеріїв R_j попарно порівняно 13 альтернатив. Результати оцінювалися так:

$$\mu_{R_j}(X_i X_j) = \begin{cases} 1, \text{ якщо } X_i \geq X_j \text{ або } X_i \approx X_j \\ 0, \text{ якщо } X_i < X_j \end{cases}.$$

Таблиця 3

Матриця $\mu_{R_1}(X_i X_j)$

$X_i \setminus X_j$	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
X_1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
X_2	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X_3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X_4	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X_5	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1
X_6	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
X_7	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1
X_8	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1
X_9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
X_{10}	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X_{11}	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1
X_{12}	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
X_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Таблиця 4

Матриця $\mu_{R_2}(X_i X_j)$

$X_i \setminus X_j$	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
X_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X_2	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
X_3	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
X_4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
X_5	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
X_6	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
X_7	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0
X_8	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
X_9	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0
X_{10}	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
X_{11}	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
X_{12}	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
X_{13}	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Для критерію R_1 вважалось, що $X_i \approx X_j$, якщо $X_i - X_j \leq \pm 5\%$, для критерію R_2 вважалось, що $X_i \approx X_j$, якщо $X_i - X_j \leq \pm 0,05\%$ та для R_3 вважалось, що $X_i \approx X_j$, якщо $X_i - X_j \leq \pm 0,1\%$. Дані було подано у вигляді матриць $\mu_{R_1}(X_i X_j)$, $\mu_{R_2}(X_i X_j)$, $\mu_{R_3}(X_i X_j)$, які відповідають критеріям R_j .

Таблиця 5

Матриця $\mu_{R_3}(X_i X_j)$

$X_i \setminus X_j$	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
X_1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0
X_2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
X_4	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0
X_5	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
X_6	0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0
X_7	0	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
X_8	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0
X_9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
X_{10}	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
X_{11}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
X_{12}	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0
X_{13}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

2) Будемо згортку відношень R_1, R_2, R_3 у вигляді перетину $Q_1 = R_1 \cap R_2 \cap R_3$ з функцією належності (табл. 6):

$$\mu_{Q_1}(X_i X_j) = \min\{\mu_{R_1}(X_i X_j); \mu_{R_2}(X_i X_j); \mu_{R_3}(X_i X_j)\}.$$

3) Визначимо відношення строгої переваги за першою згорткою, будемо функцію належності (табл. 7):

$$\mu_{Q_1}^s(X_i X_j) = \max\{0; \mu_{Q_1}(X_i X_j) - \mu_{Q_1}(X_j X_i)\}.$$

Визначимо множину недомінованих альтернатив Q_1^{nd} у множині (X, Q_1) , будемо функцію належності (табл. 7):

$$\mu_{Q_1}^{nd}(X) = 1 - \max \mu_{Q_1}^s(X_j X_i).$$

Таким чином, $\mu_{Q_1}^{nd}(X) = [1; 0; 1; 1; 1; 0; 0; 1; 0; 0; 1; 0; 1]$.

4) Використовуючи згортку критеріїв у вигляді суми $Q_2 = \sum_{j=1}^n \omega_j R_j$,

будемо нечітке відношення переваги Q_2 з функцією належності (табл. 8):

$$\mu_{Q_2}(X_i X_j) = \sum_{j=1}^m \omega_j \mu_{R_j}(X_i X_j).$$

Таблиця 6.

Матриця $\mu_{Q_1}(X_i X_j)$ мінімальних елементів $X_i X_j$
серед отриманих матриць $\mu_{R_j}(X_i X_j)$

$X_i \setminus X_j$	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
X_1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
X_2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
X_4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
X_5	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
X_6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
X_7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
X_8	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
X_9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
X_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
X_{11}	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0
X_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
X_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

5) Визначаємо відношення строгої переваги за другою згорткою Q_2^s та будуємо функцію належності (табл. 9):

$$\mu_{Q_2^s}(X_i X_j) = \max\{0; \mu_{Q_2}(X_i X_j) - \mu_{Q_2}(X_j X_i)\}.$$

Визначаємо недоміновані альтернативи за другою згорткою Q_2^{nd} та будуємо функцію належності:

$$\mu_{Q_2^{nd}}(X) = 1 - \max \mu_{Q_2^s}(X_j X_i).$$

Отже, нечітка підмножина недомінованих альтернатив стосовно Q_2
 $\mu_{Q_2^{nd}}(X) = [0.516; 0; 0.210; 0.210; 0.210; 0; 0.210; 0.210; 0; 0; 0.210; 0.210; 1]$.

Таблиця 7

Матриця $\mu_{Q_1}^s(X_i X_j)$

$\mu_{Q_1}^s(X_i X_j)$	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
X_1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
X_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
X_4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
X_5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
X_6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_8	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
X_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_{10}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_{11}	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
X_{12}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_{13}	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\mu_{Q_1}^{nd}(X)$	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1

6) Знаходимо спільну множину недомінованих альтернатив за обома згортками (табл. 9) $Q^{nd}(X) = Q_1^{nd}(X) \cap Q_2^{nd}(X)$ з функцією належності

$$\mu_{Q^{nd}}(X) = \min\{\mu_{Q_1^{nd}}(X); \mu_{Q_2^{nd}}(X)\}.$$

7) Визначено недоміновану альтернативу за обома згортками: $\mu_{Q_2}^{nd}(X) = [0.516; 0; 0.210; 0.210; 0.210; 0; 0; 0.210; 0; 0; 0.210; 0; 1]$.

При цьому найкращою альтернативою слід вважати таку альтернативу X_p , для якої ступінь недомінованості за обома згортками максимальна — $\mu_Q^{nd}(X_i) = \max \mu_Q^{nd}$. Визначено, що такою альтернативою є X_{13} — маса банкноти. Ступінь недомінованості цієї альтернативи дорівнює одиниці, тобто це чітко недомінована альтернатива [1]. Високий ступінь недомінованості має також альтернатива X_7 — зміна яскравості банкнот.

У подальших дослідженнях доцільно встановити найкращу альтернативу серед методів оцінки зношення банкнот з точки зору інших критеріїв (оперативності контролю, вартості обладнання для контролю, можливості візуальної оцінки тощо).

Таблиця 9

Матриця $\mu_{Q_2}^s(X_i; X_j)$

$\mu_{Q_2}^s(X_i; X_j)$	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}
X_1	0	0.790	0.790	0.153	0.790	1	0.790	0	0	0.790	0	0.790	0
X_2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_3	0	0.105	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.363	0
X_4	0	1	0.274	0	0.484	0.484	0.484	0	0	0.637	0	0.484	0
X_5	0	0.379	0.274	0	0	0	0.363	0	0	0.790	0	0.153	0
X_6	0	0.790	0.274	0	0.274	0	0.274	0	0	0.790	0	0.790	0
X_7	0	0.274	0.274	0	0	0	0	0	0	0.790	0	0.790	0
X_8	0.484	0.790	0.274	0.790	0.274	0.742	0.379	0	0	0.790	0	0.790	0
X_9	0.274	0.274	0.274	0.790	0.274	0.790	0.532	0.790	0	0.790	0	0.790	0
X_{10}	0	0.790	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
X_{11}	0.379	0.274	0.790	0.790	0.790	1	0.790	0.790	1	0.790	0	0.790	0
X_{12}	0	0.790	0	0	0	0	0	0	0	0.790	0	0	0
X_{13}	0.274	0.274	0.790	0.790	0.790	0.790	0.790	0.790	0.790	0.790	0.790	0.790	0
$\mu_{Q_2}^{i0}(X)$	0.516	0	0.210	0.210	0.210	0	0.210	0.210	0	0	0.210	0.210	1
$\mu_{Q_1}^{i0}(X)$	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1
$\mu_{Q_2}^{i0}(X)$	0.516	0	0.210	0.210	0.210	0	0	0.210	0	0	0.210	0	1

Отже, запропоновано визначити показники зношування банкнот, які найбільш доцільно застосовувати для достовірного сортування банкнот з точки зору точності, як результат розв'язання задачі багатокритеріального вибору альтернатив на основі нечіткого відношення переваги.

Критеріями, за якими здійснюється вибір серед альтернатив, було обрано зміну показника в результаті зношування ΔX , відносну похибку для нових δ_{new} та відносну похибку для зношених банкнот δ_{det} . Знайдено найкращу альтернативу відносно сукупності критеріїв — це показник зміни маси банкноти в обігу. Це чітко недомінована альтернатива. Високий ступінь недомінованості має також такий показник як зміна яскравості банкнот.

1. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій: підруч. / Ю. П. Зайченко — 7-е вид., перероб. та доп. — К. : Слово, 2006. — 816с. 2. Зайченко Ю. П. Исследование операций. Нечеткая оптимизация: учеб. пособие. / Ю. П. Зайченко. — К. : Вища шк., 1991. — 191 с. 3. Інструкція про ведення касових операцій банками в Україні (Затверджено Постановою Правління Національного банку України від 01.06.2011 № 174). 4. Киричок Т. Ю. Класифікація пошкоджень банкнот в обігу / Т. Ю. Киричок // Технол. і техн. друкарства. — К., 2011. — №4(34). — с. 11–20. 5. Киричок Т. Ю. Комплексна оцінка показників зношування банкнот української гривні в умовах реального обігу / Т. Ю. Киричок, П. П. Когут // Технол. і техн. друкарства. — К., 2012. — № 3(37). — с. 4–26. 6. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: пер. с англ. / Т. Саати. — М. : Радио и связь, 1993. — 315 с. 7. Cantero F. Banknote authentication devices / F. Cantero // *Billetaria. International Review on Cash Management*. — 2010. — Issue 8. — P. 21. 8. Deng H. Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison / Deng H. // *Int. J. of Approximate Reasoning*. — Vol. 21 (1999). — P. 215–231. 9. New Soiling Test Method: Anti-Dirty Fingers. — Peter Balke, Cash Policy Department, De Nederlandsche Bank NV [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.dnb.nl/binaries>. 10. Tom Buitelaar The Colour of Soil. - DNB Cash Seminar 2008/ Amsterdam, 28-29 February, 2008. — De Nederlandsche Bank NV NV [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.dnb.nl/binaries>.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ЗАДАЧА ВЫБОРА ПОКАЗАТЕЛЯ ИЗНОСА БАНКНОТ УКРАИНСКОЙ ГРИВНЫ В УСЛОВИЯХ РЕАЛЬНОГО ОБРАЩЕНИЯ

Устанавливаются методы оценки износа с наилучшими показателями точности. Исследуются выборки банкнот 1 грн и 2 грн из хранилища Национального банка Украины. Определяются показатели точности для всех показателей износа. Предлагается определение показателей износа банкнот, которые наиболее целесообразно применять для достоверной сортировки банкнот с точки зрения точности, как результат решения задачи многокритериального выбора альтернатив на основе нечеткого отношения предпочтения.

MULTICRITERIA PROBLEM OF CHOICE OF DETERIORATION CHARACTERISTICS FOR UKRAINIAN HRYVNI IN CONDITIONS OF REAL CIRCULATION

Establish methods for evaluating wear of the best indicators of accuracy. Investigated sample banknotes 1 USD and 2 USD the repository of the National Bank of Ukraine.

Defined levels of accuracy for all indicators of wear. A determination of wear banknotes that are most useful for reliable sorting machines in terms of accuracy, as a result of problem solving multicriterion choice alternatives based on fuzzy preference relations.

Стаття надійшла 20.11.2012

УДК 655.26+004.032.6+004.357

Ю. В. Ратушняк

Українська академія друкарства

МОДЕЛЬ ПОСЛІДОВНОСТІ ВИБОРУ МОБІЛЬНОЇ АПАРАТНО-ПРОГРАМНОЇ ПЛАТФОРМИ В ПРОЦЕСІ ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОННОГО ВИДАННЯ ДЛЯ ПЛАНШЕТНОГО КОМП'ЮТЕРА

На основі обчисленої багатокритеріальної оцінки корисності альтернатив синтезується модель послідовності вибору мобільної апаратно-програмної платформи в процесі проектування електронного видання для планшетного комп'ютера.

Альтернатива, електронне видання, матриця попарних порівнянь, мобільна апаратно-програмна платформа, модель вибору, планшетний комп'ютер, процес проектування

Процес прийняття рішення щодо вибору МАПП у процесі проектування електронного видання (ЕВ) для планшетного комп'ютера (ПлК) складається з двох рівнів: рівня ієрархії критеріїв [2] та рівня альтернатив [6] (рис. 1), де u_{ij} — корисність j -ої альтернативи ($j = \overline{1,4}$) за i -м критерієм ($i = \overline{1,6}$), w_i — ваги критеріїв, що впливають на вибір МАПП.

Поставлену задачу розв'яжемо методом аналізу ієрархій, при якому реалізація попарних порівнянь елементів (альтернатив чи критеріїв) не залежить від рівня ієрархії [1, 3–5].

Множина альтернативних варіантів МАПП $A = \{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5\}$, де A_1 — Android (Google), зокрема Amazon, B&N та ін., A_2 — iOS (Apple), A_3 — Mobile Web (W3C), A_4 — Windows 8 / RT (Microsoft), A_5 — інші МАПП. До альтернативи A_5 належать BlackBerry (RIM), WebOS (HP) тощо. Вони не набули значного поширення в Україні та світі, тому припустимо, що альтернатива $A_5 \in A$ є найменш прийнятним варіантом вибору, еквівалентно $U_{A_5} \ll (U_{A_1}, U_{A_2}, U_{A_3}, U_{A_4})$. У процесі подальших обчислень нею можна знехтувати, $U_{A_5} = 0$.

У загальному випадку багатокритеріальна оцінка корисності альтернативи матиме такий вигляд: $U_{A_j} = \sum_{i=1}^6 w_i u_{ij}; j = \overline{1,4}$.

Модель вибору МАПП у процесі проектування ЕВ для ПлК зображена на рис. 2.