

УДК 655.3.066 (075.8)

**МЕТОДОЛОГІЯ КОМПЛЕКСНОГО ОЦІНЮВАННЯ
РІВНЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ**

© Т. Ю. Киричок, к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

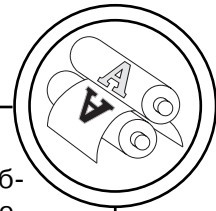
Разработанная схема формирования комплексного показателя качества продукции, которая базируется на алгоритме определения функции полезности альтернатив, позволяет оценить уровень качества любой продукции. Важной составляющей алгоритма определения функции полезности альтернатив является нормирование частных критериев, позволяющее избежать возможной ситуации, когда недостаточное значение частичной функции полезности относительно одного критерия может быть компенсировано увеличением значений частичной функции полезности по другому критерию. Разработанные нормирования сведением к эталону и сведением к интервалу $[0, 1]$ имеют ограничения и ситуации их применения, учтенные в алгоритме. Сформированы функции полезности альтернатив на основе аддитивной, мультипликативной, аддитивно-мультипликативной, энтропийной свертки показателей, а также применение метрик Чебышева, Евклида, Минковского и метода отклонения от образца с учетом разделения частных критериев на стимуляторы и дестимуляторы, а также предложенных способов нормирования.

The quality assurance system based on algorithm of the determination of alternatives' preferences using of utility function has been worked out. The important part of algorithm is normalization of criteria for avoiding the possible situation when low utility function of one criterion can be compensated by high utility function of other criterion. The normalization methods of reduction to standard and reduction to interval $[0, 1]$ were developed taking into account limitations of their application. It was formed alternatives utility functions based on additive, multiplicative, additive-multiplicative and entropy convolutions of factors as well as metrics of Chebyshev, Euclid, Minkowski and the method of deviation from the sample with taking into account of separation of factors for stimulators and destimulators as well as normalization method.

Постановка проблеми

Кількісне оцінювання якості продукції є одним з найважливіших завдань кваліметрії. Якість продукції — це сукупність властивостей і характеристик

продукції, які характеризують її здатності задовольняти обумовлені або передбачувані потреби [1, 2]. Проблемою кваліметричних вимірювань є відсутність конкретних фізичних мір якості



продукції, через що якість оцінюють за окремими властивостями. Формування оцінки якості продукції за комплексом властивостей є надзвичайно важливим завданням та є об'єктом уваги фахівців різних галузей [3, 4].

При цьому часто постає завдання урахування великої кількості показників якості з метою забезпечення певного комплексного чи інтегрального показника якості [5], тому оцінка якості продукції є процесом прийняття рішення в умовах багатокритеріальності.

Мета роботи

Метою даного дослідження було розробити систему кількісної оцінки якості продукції на основі функції корисності альтернатив, модифікувавши згортку показників якості, розробити та реалізувати алгоритм визначення ступеню переваги альтернатив.

Формування комплексного показника якості продукції

Етапами кваліметричних вимірювань є вимірювання різних показників якості (кількісних характеристик властивостей продукції) [1] — механічних, теплових, електромагнітних, хімічних — та наступне формування комплексної оцінки якості продукції на основі отриманих на попередньому етапі результатів. Зазначимо, що термін «продукція» буде вживатися в розумінні [1, 2] як результат діяльності та процесів (матеріали, вироби, послуги, методики, інформація, програмне забезпечення тощо).

Формування комплексної оцінки якості продукції пропо-

нується здійснювати за розробленою структурно-логічною схемою (рис. 1), відповідно до якої на першому етапі експертами здійснюється діагностика проблеми якості продукції, встановлюється мета та умови оцінювання якості, набір альтернатив (видів продукції, що оцінюються), встановлюються показники якості продукції (їх перелік, методи визначення (вимірювальний, розрахунковий, реєстраційний, експертний, статистичний, соціологічний тощо [1]). Важливим є також визначення вагомості показників якості, яке зазвичай здійснюється на основі експертних опитувань. Крім того, експертним блоком здійснюється за необхідності завдання базових та граничних показників якості, відносно яких здійснюється встановлення рівня якості продукції, відносної характеристики якості продукції, яка ґрунтується на порівнянні значень оцінюваних показників якості продукції з базовими значеннями відповідних показників, тобто показників, прийнятих за основу під час порівняльного оцінювання її якості [1]. Таким базовим показником може виступати регламентоване значення показника якості продукції (значення показника якості, яке встановлюють нормативні документи [1]), зокрема, номінальне чи граничне.

На основі даних експертного блоку здійснюються вимірювання характеристик продукції, котрі є в подальшому основою для встановлення показників якості. Далі на основі даних, отриманих на експертному рівні та в результаті вимірювань,

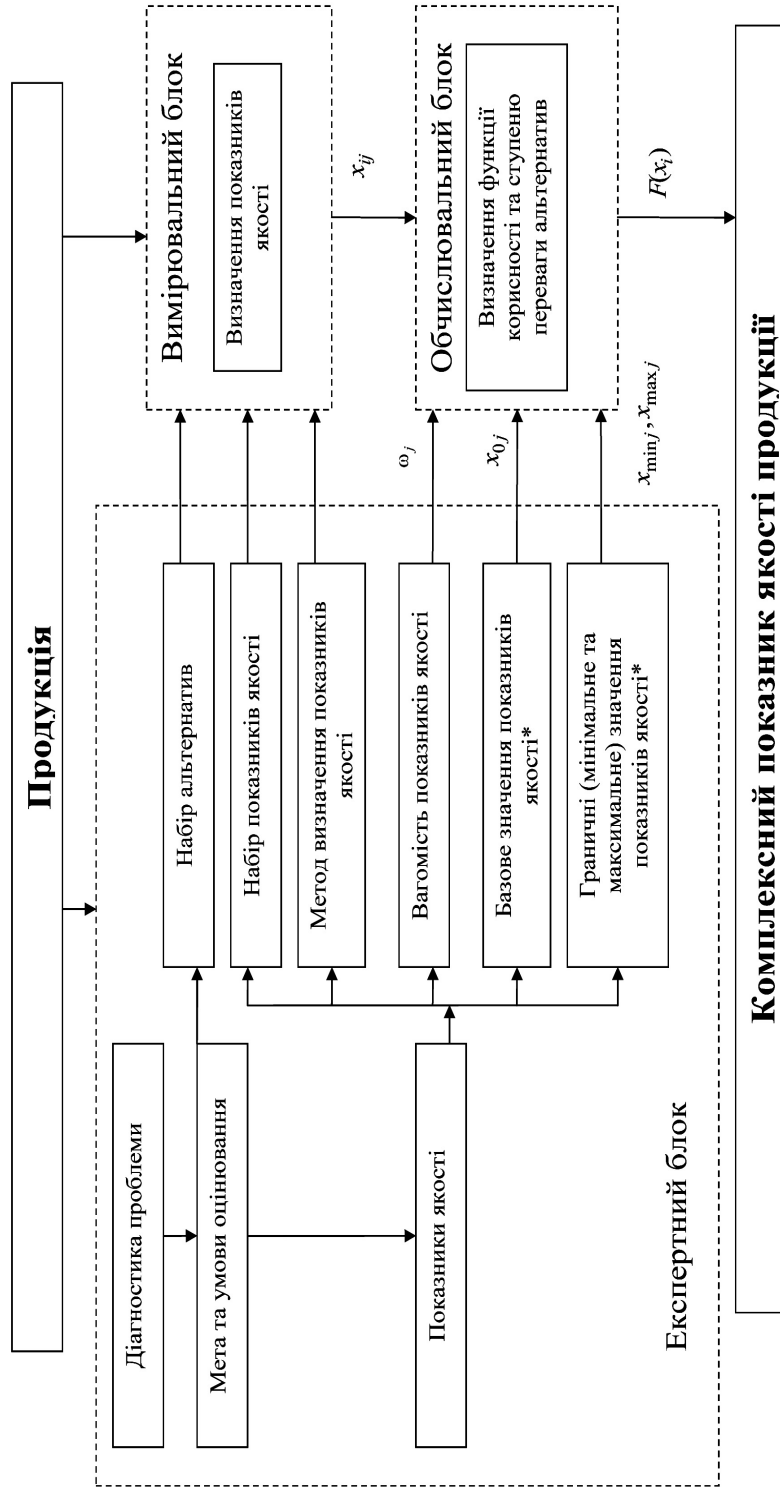
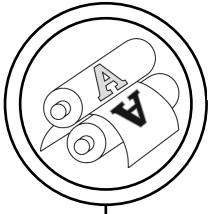
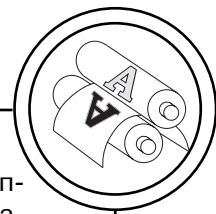


Рис. 1. Структурно-логічна схема визначення комплексного показника якості продукції.
Тут * — показники, що не є обов'язковими для введення



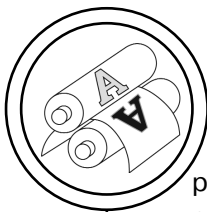
пропонується в обчислювальному блоці встановити комплексний показник якості продукції як ступінь переваги альтернатив, визначений на основі функції корисності альтернатив відповідно до розробленого алгоритму (рис. 2).

Вибір найкращого варіанту із певної кількості можливих, виходячи із певної сукупності показників, що характеризують ці варіанти, є надзвичайно поширеною. Це задача багатокритеріального вибору, тобто ситуація прийняття рішення на заданій множині допустимих альтернатив $X = \{x_i | i = \overline{1, m}\}$ за потреби врахування сукупності властивостей альтернатив, котрі характеризуються вектором цільових функцій $\bar{f}_i = \{f_j(x_i) | j = \overline{1, n}; x \in X\}$, де $f_j(x_i)$ відповідає j -й властивості (в подальшому для зручності позначимо часткову цільову функцію $f_j(x_i) = x_{ij}$), за якою оцінюється альтернатива $x_i \in X$. Часто процес прийняття рішення на множині альтернатив, котрі характеризуються певною кількістю часткових критеріїв, здійснюється в результаті зведення цих критеріїв до одного узагальненого критерію, який будується шляхом згортки багатьох критеріїв, що може реалізуватися різними методами, зокрема, побудовою функції корисності [6], коли для порівняння альтернатив та вибору найкращої з них використовують підходи теорії корисності [7], відповідно до якої існує певна міра цінності — функція корисності, котра дає можливість впорядкувати аль-

тернативи. У цьому випадку оптимальним рішенням задачі багатокритеріального вибору є вибір альтернативи, на якій функція корисності набуває максимального значення. Функції корисності альтернатив на основі адитивної, мультиплікативної, адитивно-мультиплікативної, ентропійної згортки показників, а також застосування метрик Чебишева, Евкліда, Мінковського та методу відхилення від зразка доцільно формувати з урахуванням поділу часткових критеріїв на стимулятори та дес-тимулятори [6].

Нормування часткових критеріїв

Формування функції корисності $F(x_i)$ для i -ї альтернативи відбувається за рахунок згортання векторного критерію \bar{f} в скалярний за допомогою різного виду згорток. При цьому для уникнення можливої ситуації, коли недостатнє значення часткової функції корисності стосовно одного критерію може бути компенсоване збільшенням значень часткової функції корисності стосовно іншого критерію [8], провадять у різний спосіб нормування часткових критеріїв. Під час нормування та формування функції корисності необхідно враховувати, що характерним для переважної більшості систем є те, що часткові функції корисності не є односпрямованими: частина часткових критеріїв повинна бути максимізована, частина — мінімізована. У зв'язку з цим, часткові критерії поділяють на стимулято-



ри (котрі повинні бути максимізовані) та дестимулятори (котрі повинні мінімізуватися), тобто $f_j(x) \rightarrow \max, j = \overline{1, k}, x \in S$ та $f_j(x) \rightarrow \min, j = \overline{k+1, n}, x \in D$, де S та D — множина критеріїв-стимуляторів та дестимуляторів, відповідно.

Якщо значення часткового критерію x_{ij} для i -ї альтернативи змінюється в межах $[x_{\min j}, x_{\max j}]$, де $x_{\min j} = \min_i x_{ij}$ та $x_{\max j} = \max_i x_{ij}$, — мінімальне та максимальне значення часткового критерію відповідно, то частковий критерій може нормуватися таким чином:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{\min j}}{x_{\max j} - x_{\min j}}, \quad (1)$$

тобто зводиться до інтервалу $[0, 1]$. Однак, таке нормування може призводити до від'ємної корисності. Тому для дестимуляторів необхідно використовувати нормування:

$$x'_{ij} = 1 - \frac{x_{ij} - x_{\min j}}{x_{\max j} - x_{\min j}}. \quad (2)$$

Ще один варіант нормування, котрий пропонується — зведення часткових критеріїв до бажаного значення критерію, в якості якого може виступати певне еталонне значення часткового критерію, яким може виступати значення показника якості продукції [1], або, зокрема, максимальне значення для стимуляторів $x_{\max j}$ ($x_{\max j} = \max_i x_{ij}$) та мінімальне значення для дестимуляторів $x_{\min j}$ ($x_{\min j} = \min_i x_{ij}$)

Тобто, в останньому випадку в якості еталонного рішення доцільно обрати ідеальний варіант, що характеризується максимальними значеннями стимуляторів та мінімальними значеннями дестимуляторів:

$$x_{0j} = \begin{cases} x_{\max j}, j = \overline{1, k} \\ x_{\min j}, j = \overline{k+1, n} \end{cases}$$

Тоді стимулятори нормуються таким чином

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{\max j}}, \quad (3)$$

для всіх $j = \overline{1, k}$.

Однак, для такого способу нормування необхідно врахувати ситуацію, коли $x_{\min j} = 0$, тобто множина дестимуляторів

$$D = D' \cup D^0 :$$

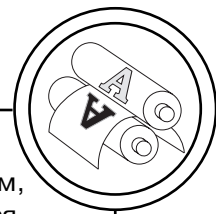
$$x_{0j} = \begin{cases} x_{\max j}, j = \overline{1, k}, x \in S \\ x_{\min j} \neq 0, j = \overline{k+1, m}, x \in D' \\ x_{\min j} = 0, j = \overline{m+1, n}, x \in D^0 \end{cases}$$

Тоді дестимулятори нормуються наступним чином

$$x'_{ij} = \frac{x_{\min j}}{x_{ij}} \quad (4)$$

для всіх $j = \overline{k+1, m}$, а для всіх $j = \overline{m+1, n}$ нормування дестимулятора пропонується проводити як відхилення від найгіршого значення, що є окремим випадком нормування (2):

$$x'_{ij} = 1 - \frac{x_{ij}}{x_{\max j}}. \quad (5)$$



Тут $x_{\max j}$ — найгірше значення для дестимулятора.

Нормування у випадку ситуацій, коли стимулятори чи дестимулятори змінюють знак, може здійснюватися за рахунок урахування у функції корисності в якості часткового критерію різниці між еталонним та дійсним значенням.

Обидва запропоновані варіанти нормування можуть бути застосовані для нормування матриці часткових критеріїв альтернатив під час формування функції корисності. Нормування зведенням до інтервалу $[0, 1]$ не потребує урахування наявності дестимуляторів, базове значення котрих дорівнює нулю. Однак, нормування зведенням до інтервалу $[0, 1]$, на нашу думку, може призводити до необґрунтованого заниження функції корисності альтернатив у випадку, якщо значення часткових критеріїв є близькими між собою та наближеними до найкращого значення, або до необґрунтованого завищення функції корисності альтернатив у випадку, якщо значення часткових критеріїв є близькими між собою та наближеними до найгіршого значення. Такого недоліку позбавлений варіант нормування зведенням часткових критеріїв до еталону, однак він потребує урахування наявності дестимуляторів, базове значення котрих дорівнює нулю. Крім того, нормування зведенням до еталону дає змогу визначити функцію корисності для безальтернативного варіанту шляхом нормування його зведенням до еталону, котрий є

певним ідеальним варіантом, яким, як вже вище зазначалося, може виступати базове, регламентоване чи номінальне значення показника якості продукції [1], в той час як нормування зведенням до інтервалу $[0, 1]$ вимагає як мінімум двох альтернатив (якщо граничні значення не задані). Важливо, що саме нормування зведенням до еталону надає можливість оцінки рівня якості продукції шляхом порівняння з базовим, регламентованим чи номінальним значенням показника якості продукції [1].

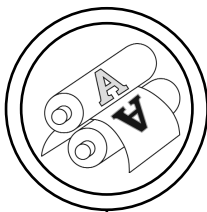
Побудова функцій корисності

З урахуванням поділу часткових критеріїв на стимулятори та дестимулятори та нормувань (1)–(5) запропоновані в попередніх дослідженнях способи формування функції корисності [6] можуть бути модифіковані так, як представлено в таблиці, де ω_j — вага j -го критерію $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$.

Таким чином, отримано вирази для функції корисності альтернатив (табл.), за якими можливо провести ранжування альтернатив. Проведення цього ранжування можливе за таким алгоритмом (рис. 2):

— формування матриці значень часткових критеріїв альтернатив $X \equiv [x_{ij}]$, $i = \overline{1, m}$, $j = \overline{1, n}$;

— поділ критеріїв на стимулятори $f_j(x) \rightarrow \max$, $j = \overline{1, k}$, $x \in S$ та дестимулятори $f_j(x) \rightarrow \min$, $j = \overline{k+1, n}$, $x \in D$, де S та D — множина критеріїв-стимуляторів та дестимуляторів, відповідно;



— вибір виду нормування часткових критеріїв альтернатив з урахуванням наявних обмежень;

— нормування матриці значень часткових критеріїв альтернатив з урахуванням поділу на стимулятори та дестимулятори;

— визначення ступеню переваги альтернатив з використанням одного з варіантів виразів для функції корисності (табл.) відповідно до обраного виду нормування часткових критеріїв альтернатив.

У разі нормування зведенням часткових критеріїв до еталону нормування матриці значень часткових критеріїв альтернатив відбувається за таким алгоритмом:

— визначення базових значень часткових критеріїв як максимального значення для стимуляторів $x_{\max j} = \max_i x_{ij}, j = \overline{1, k}, x \in S$ та мінімального значення для дестимуляторів $x_{\min j} = \min_i x_{ij}, j = \overline{k+1, n}, x \in D$ (якщо базові значення не було задано);

— нормування матриці значень часткових критеріїв альтернатив з урахуванням поділу на стимулятори та дестимулятори та наявності дестимуляторів, для яких $x_{\min j} = 0$:

$$x'_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{x_{\max j}}, j = \overline{1, k}, x \in S \\ \frac{x_{\min j}}{x_{ij}}, j = \overline{k+1, m}, x \in D \\ 1 - \frac{x_{ij}}{x_{\max j}}, j = \overline{m+1, n}, x \in D^0 \end{cases} .$$

Для нормування зведенням часткових критеріїв до інтервалу $[0, 1]$ нормування матриці значень часткових критеріїв альтернатив відбувається за таким алгоритмом:

— визначення максимальних $x_{\max j} = \max_i x_{ij}$ та мінімальних значень часткових критеріїв $x_{\min j} = \min_i x_{ij}$ для всіх $j = \overline{1, n}$ (якщо їх не було задано);

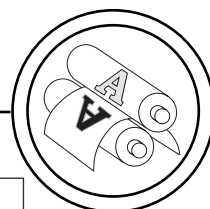
— нормування матриці значень часткових критеріїв альтернатив з урахуванням поділу на стимулятори та дестимулятори:

$$x'_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij} - x_{\min j}}{x_{\max j} - x_{\min j}}, \\ j = \overline{1, k}, x \in S \\ 1 - \frac{x_{ij} - x_{\min j}}{x_{\max j} - x_{\min j}}, \\ j = \overline{k+1, n}, x \in D \end{cases} .$$

Розроблена схема формування комплексного показника якості продукції, що базується на алгоритмі визначення функції корисності альтернатив, дозволяє оцінити рівень якості будь-якої продукції, оскільки важливою складовою алгоритму є нормування часткових критеріїв.

Висновки

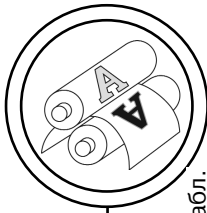
Розроблена схема формування комплексного показника якості продукції, що базується на алгоритмі визначення функції корисності альтернатив, дозволяє оцінити рівень якості будь-якої продукції. Важливою складовою алгоритму визначення



Функції корисності для різних видів нормування часткових критеріїв

Вид нормування	Зведення до інтервалу [0, 1]	Зведення до еталону
Адитивна	$F(x_j) = \sum_{j=1}^k \omega_j \frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} + \sum_{j=k+1}^n \omega_j \left(1 - \frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} \right)$	$F(x_j) = \sum_{j=1}^k \omega_j \frac{X_{ij}}{X_{\max j}} + \sum_{j=k+1}^n \omega_j \frac{X_{\min j}}{X_{ij}} + \sum_{j=m+1}^n \omega_j \left(1 - \frac{X_{ij}}{X_{\max j}} \right)$
Мультиплікативна	$F(x_j) = \prod_{j=1}^k \left(\frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} \right)^{\omega_j} \times \prod_{j=k+1}^n \left(1 - \frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} \right)^{\omega_j}$	$F(x_j) = \prod_{j=1}^k \left(\frac{X_{ij}}{X_{\max j}} \right)^{\omega_j} \times \prod_{j=k+1}^m \left(\frac{X_{\min j}}{X_{ij}} \right)^{\omega_j} \times \prod_{j=m+1}^n \left(1 - \frac{X_{ij}}{X_{\max j}} \right)^{\omega_j}$
Адитивно-мультиплікативна	$F(x_j) = \sum_{j=1}^k \omega_j \frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} + \sum_{j=k+1}^n \omega_j \left(1 - \frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} \right) + \prod_{j=1}^k \left(\frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} \right)^{\omega_j} \times \prod_{j=k+1}^n \left(1 - \frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} \right)^{\omega_j}$	$F(x_j) = \sum_{j=1}^k \omega_j \frac{X_{ij}}{X_{\max j}} + \sum_{j=k+1}^m \omega_j \frac{X_{\min j}}{X_{ij}} + \sum_{j=m+1}^n \omega_j \left(1 - \frac{X_{ij}}{X_{\max j}} \right) + \prod_{j=m+1}^n \left(\frac{X_{\min j}}{X_{ij}} \right)^{\omega_j} \prod_{j=m+1}^n \left(1 - \frac{X_{ij}}{X_{\max j}} \right)^{\omega_j}$
Ентропійна	$F(x_j) = \sum_{j=1}^k \omega_j \left(\frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} \right)^{\omega_j} + \sum_{j=k+1}^n \omega_j \left(1 - \frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} \right)^{\omega_j}$	$F(x_j) = \sum_{j=1}^k \omega_j \left(\frac{X_{ij}}{X_{\max j}} \right)^{\omega_j} + \sum_{j=k+1}^m \omega_j \left(\frac{X_{\min j}}{X_{ij}} \right)^{\omega_j} + \sum_{j=m+1}^n \omega_j \left(1 - \frac{X_{ij}}{X_{\max j}} \right)^{\omega_j}$

Зворотка



Закінчення табл.

<p>Метрика Чебишева</p>	$F(x_i) = 1 - \max_{j=1}^k \left(\max_{j=1}^n \omega_j \times \left 1 - \frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} \right \cup \max_{j=k+1}^n \omega_j \times \left \frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} \right \right)$	$F(x_i) = 1 - \max_{j=1}^k \left(\max_{j=1}^m \omega_j \times \left 1 - \frac{X_{ij}}{X_{\max j}} \right \cup \max_{j=n+1}^n \omega_j \left \frac{X_{ij}}{X_{\max j}} \right \right)$
<p>Метрика Евкліда</p>	$F(x_i) = 1 - \sqrt{\sum_{j=1}^k \omega_j \left 1 - \frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} \right ^2 + \sum_{j=k+1}^n \omega_j \left \frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} \right ^2}$	$F(x_i) = 1 - \sqrt{\sum_{j=1}^k \omega_j \left 1 - \frac{X_{ij}}{X_{\max j}} \right ^2 + \sum_{j=k+1}^m \omega_j \left 1 - \frac{X_{\min j}}{X_{ij}} \right ^2 + \sum_{j=n+1}^n \omega_j \left \frac{X_{ij}}{X_{\max j}} \right ^2}$
<p>Метрика Мінковського</p>	$F(x_i) = 1 - \sqrt[n]{\sum_{j=1}^k \omega_j \left 1 - \frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} \right ^n + \sum_{j=k+1}^n \omega_j \left \frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} \right ^n}$	$F(x_i) = 1 - \sqrt[n]{\sum_{j=1}^k \omega_j \left 1 - \frac{X_{ij}}{X_{\max j}} \right ^n + \sum_{j=k+1}^m \omega_j \left 1 - \frac{X_{\min j}}{X_{ij}} \right ^n + \sum_{j=n+1}^n \omega_j \left \frac{X_{ij}}{X_{\max j}} \right ^n}$
<p>Відхилення від зразка</p>	$F(x_i) = \sum_{j=1}^k \omega_j \left 1 - \frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} \right + \sum_{j=k+1}^n \omega_j \left \frac{X_{ij} - X_{\min j}}{X_{\max j} - X_{\min j}} \right $	$F(x_i) = \sum_{j=1}^k \omega_j \left 1 - \frac{X_{ij}}{X_{\max j}} \right + \sum_{j=k+1}^m \omega_j \left 1 - \frac{X_{\min j}}{X_{ij}} \right + \sum_{j=m+1}^n \omega_j \left \frac{X_{ij}}{X_{\max j}} \right $

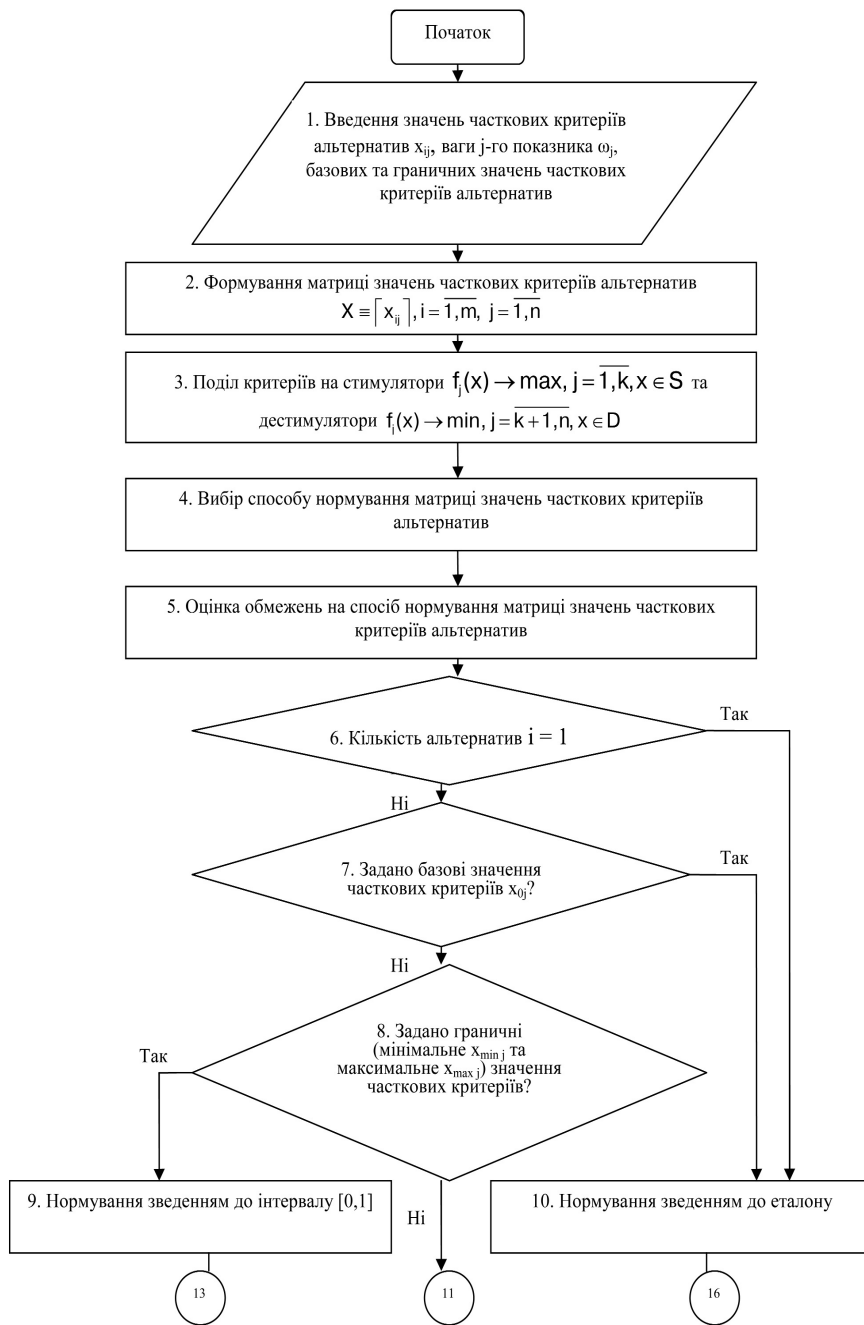
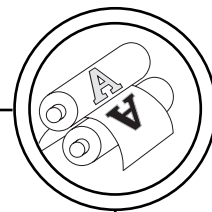


Рис. 2. Алгоритм визначення функції корисності альтернатив. Початок

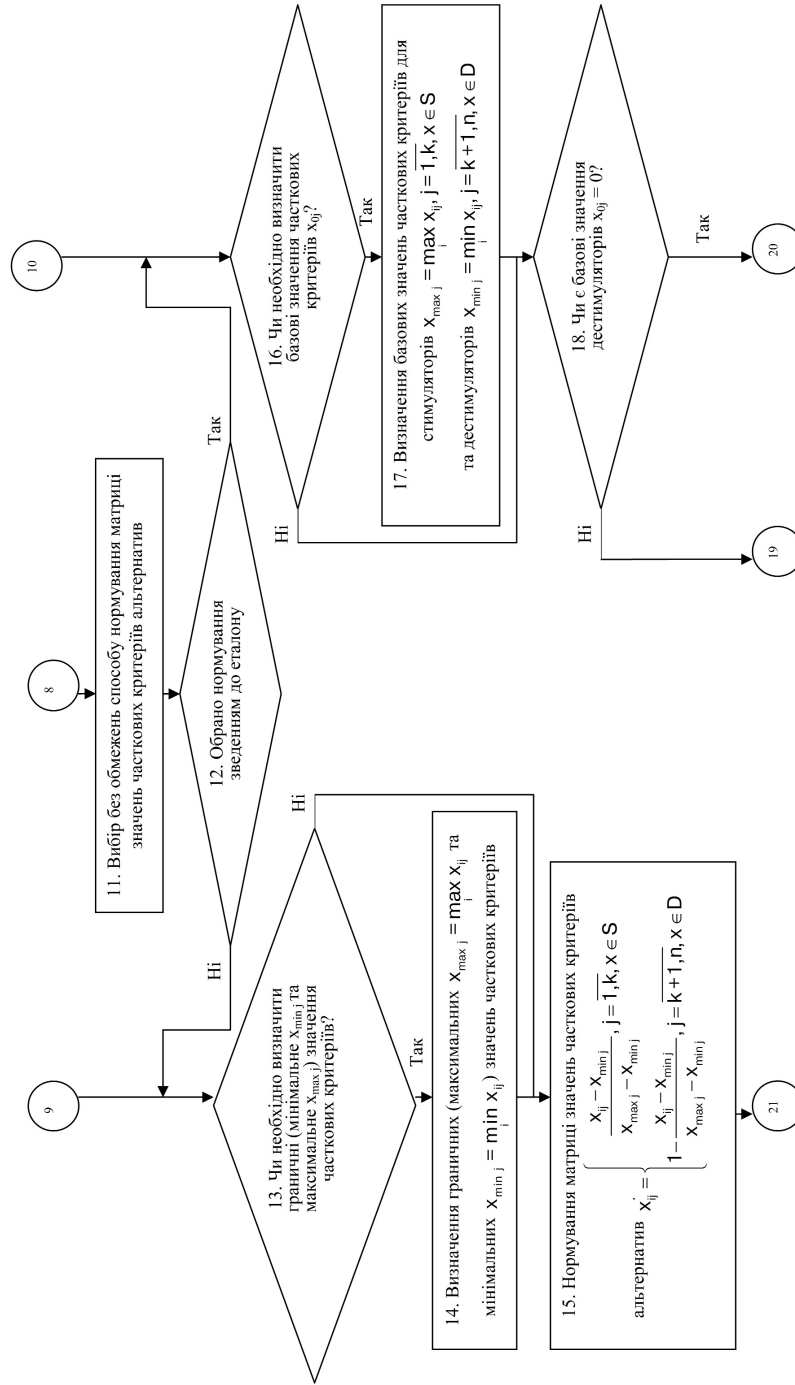
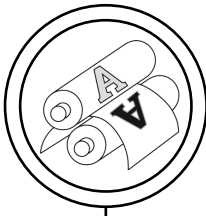


Рис. 2. Алгоритм визначення функції корисності альтернатив. Продовження

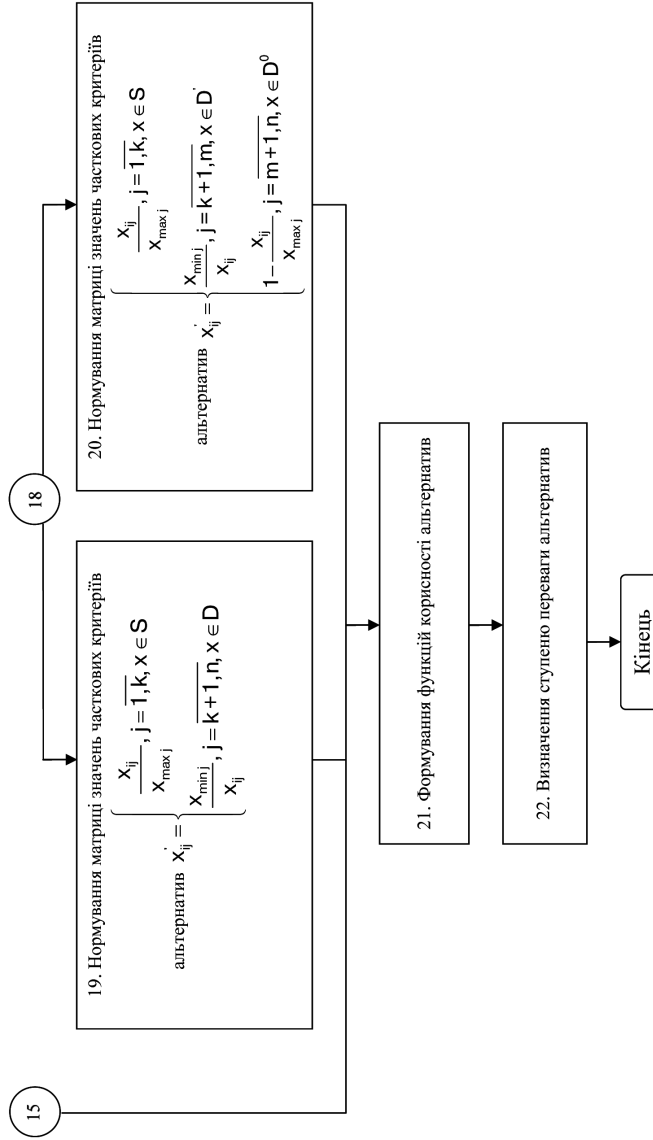
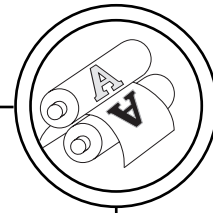
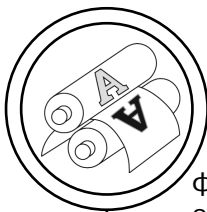


Рис. 2. Алгоритм визначення функції корисності альтернатив. Закінчення



функції корисності альтернатив є нормування часткових критеріїв, котре дозволяє уникнути можливої ситуації, коли недостатнє значення часткової функції корисності стосовно одного критерію може бути компенсоване збільшенням значень часткової функції корисності стосовно іншого критерію. Розроблені нормування зведенням до еталону та зведенням до інтервалу $[0, 1]$ мають обмеження та ситуації їх застосування, що враховано в алгоритмі.

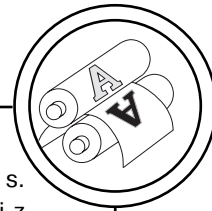
Функції корисності альтернатив на основі адитивної, мульті-

типлікативної, адитивно-мульті-типлікативної, ентропійної згортки показників, а також застосування метрик Чебишева, Евкліда, Мінковського та методу відхилення від зразка доцільно формувати з урахуванням поділу часткових критеріїв на стимулятори та дестимулятори та розроблених способів нормування часткових критеріїв.

В подальших дослідженнях доцільно отримати комплексні показники якості продукції різного виду, зокрема банкнутої.

1. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення : ДСТУ 2925-94. — [Чинний від 1996.01.01]. — К. : Держстандарт України, 1995. — 27 с. — (Державний стандарт України). 2. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів : ДСТУ ISO 9000:2007. — [Чинний від 2008.01.01]. — Київ : Держспоживстандарт, 2008. — 29 с. — (Державний стандарт України). 3. Ціделко В. Д. Невизначеність вимірювання. Обробка даних і подання результату вимірювання : Монографія / В. Д. Ціделко, Н. А. Яремчук. — К. : ІВЦ «Видавництво «Політехніка»», 2002. — 176 с. 4. Мотало В. П. Методологія оцінювання якості та відповідності продукції з використанням віртуальної міри якості / В. П. Мотало, А. В. Мотало. — 36. наук. праць : Вимірювальна техніка та метрологія. — Львів, 2008. — Вип. 69. — С. 129–137. 5. Основи метрології, стандартизації і сертифікації. Якість у поліграфії [Текст] : навч. посіб. / П. Л. Пашуля ; М-во освіти і науки Укр. Ін-т змісту і методів навчання, Укр. акад. друкарства ; рец. : Е. Т. Лазаренко, С. Ф. Гавенко, В. Й. Запоточний. — К. : ІЗМН, 1997. — 288 с. 6. Киричок Т. Ю. Алгоритм розв'язання багатокритеріальної задачі вибору показника зношування банкнот за допомогою функції корисності / Т. Ю. Киричок // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2013. — № 1. — С. 68–75. 7. Нейман Дж. Теория игр и экономическое поведение / Дж. Нейман, О. Моргенштерн, пер. с англ. — М. : Наука, 1970. — 708 с. 8. Згуровський М. З. Основи системного аналізу / М. З. Згуровський, Н. Д. Панкратова. — К. : Видавнича група ВНУ, 2007. — 544 с.

1. Yakist produktzii. Otsiniuvannia yakosti. Terminy ta vyznachennia : DSTU 2925-94. — [Chynnyi vid 1996.01.01]. — K. : Derzhstandart Ukrainy, 1995. — 27 s. — (Derzhavnyi standart Ukrainy). 2. Systemy upravlinnia yakistiu. Osnovni polozhennia ta slovnyk terminiv : DSTU ISO 9000:2007. — [Chynnyi vid 2008.01.01]. — Kyiv : Derzhspozhyvstandart, 2008. — 29 s. — (Derzhavnyi standart Ukrainy). 3. Tsidelko V. D. Nevyznachenist vymiriuvannia. Obrobka danykh i podannia rezultatu vymiriuvannia : Monohrafiia / V. D. Tsidelko,



N. A. Yaremchuk. — K. : IVTs «Vydavnytstvo «Politekhnik»», 2002. — 176 s.
4. Motalo V. P. Metodolohiia otsiniuvannia yakosti ta vidpovidnosti produktsii z vykorystanniam virtualnoi miry yakosti / V. P. Motalo, A. V. Motalo. — Zb. nauk. prats : Vymiriuvalna tekhnika ta metrolohii. — Lviv, 2008. — Vyp. 69. — S. 129–137. 5. Osnovy metrolohii, standartyzatsii i sertyfikatsii. Yakist u polihrafii [Tekst] : navch. posib. / P. L. Pashulia ; M-vo osvity i nauky Ukr. In-t zmistu i metodiv navchannia, Ukr. akad. drukarstva ; rets. : E. T. Lazarenko, S. F. Havenko, V. I. Zapotochnyi. — K. : IZMN, 1997. — 288 s. 6. Kyrychok T. Iu. Alhorytm rozv'iazannia bahatokryterialnoi zadachi vyboru pokaznyka znoshuvannia banknot za dopomohoiu funktsii korysnosti / T. Iu. Kyrychok // Naukovi visti NTUU «KPI». — 2013. — № 1. — S. 68–75. 7. Nejman Dzh. Teorija igr i jekonomicheskoe povedenie / Dzh. Nejman, O. Morgenshtern, per. s angl. — M. : Nauka, 1970. — 708 s. 8. Zghurovskiy M. Z. Osnovy systemnoho analizu / M. Z. Zghurovskiy, N. D. Pankratova. — K. : Vydavnycha hrupa BHV, 2007. — 544 s.

Рецензент — О. І. Хмілярчук, к.т.н.,
доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 22.03.13