

УДК 658.562

ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

© Оксана Бойко, Петро Столярчук, 2009

Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації,
вул. С. Бандери, 12, 79000, Львів, Україна

Запропоновано метод оцінювання якості продукції, який ґрунтується на використанні теорії нечітких множин.

Предложено метод оценивания качества продукции, который основан на использовании теории нечетких множеств.

Product quality-estimation method based on the use of fuzzy sets theory is proposed.

Вступ. Якість як характеристика суті об'єктів і їх властивостей завжди мала і має для людей велике практичне значення. Якість продукції та послуг є одним із найважливіших чинників успішної діяльності будь-якої організації. Сьогодні у всьому світі стали помітно жорсткішими вимоги споживача до якості продукції. Без постійного підвищення якості неможливе досягнення й підтримання ефективної економічної діяльності.

Сама проблема підвищення якості продукції характеризується багатоваріантністю як можливих напрямів підвищення якості і досяжних рівнів підвищення якості продукції кожного виду, так і альтернативністю виробничо-технічних і організаційно-економічних заходів, що забезпечують досягнення планованого рівня якості. У таких умовах підвищення якості продукції потребує від підприємств значних капітальних вкладень і визначає особливу актуальність точних оцінок економічної ефективності заходів щодо підвищення якості продукції і вибору найкращого з множини альтернативних варіантів. Справедливо зазначено, що “не може бути покращено те, що не може бути виміряне і подане в математичних виразах” [1], тому питання оцінювання якості продукції залишається одним із найважливіших.

Інтереси, потреби, погляди на цінності у всіх людей різні, тому будь-які оцінки якості суб'єктивні з об'єктивною їх основою у вигляді числових значень показників якості. Це свідчить про єдність і очевидну суперечливість об'єктивного і суб'єктивного в оцінках якості реальних об'єктів, що цікавлять людей. Тут повною мірою виявляється діалектика об'єктивного і суб'єктивного у позиції будь-якої якості. При оціню-

ванні якості доволі часто враховується думка експертів в певній галузі. Цілком справедливо, що людям легше оперувати словами, а не числами. Однак, використовуючи для оцінювання якісних ознак слова природної мови, експерт закладає в свої оцінки невизначеність у вигляді нечіткості. Основним завданням оцінювання якісних ознак є завдання знаходження кількісних значень цих ознак. Застосовуючи апарат теорії нечітких множин, з'явилася можливість визначення ступеня інтенсивності прояву досліджуваної якісної ознаки. Тому оцінювання рівня якості продукції пропонується виконувати з використанням апарату теорії нечітких множин [2, 3].

Математичний апарат на підґрунті парадигм теорії нечіткої логіки робить можливим подання показників якості і в чіткому числовому, і в слабкоструктурованому вербально-символьному вигляді, їх сполучення не перешкоджає виявленню нелінійних закономірностей в аналізованій інформаційній базі дослідно-експериментальних спостережень для прийнятної ідентифікації залежностей навіть за невеликими обсягами вибіркового даних. На відміну від класичної теорії множин, яка оперує поняттями належності або неналежності елемента, теорія нечітких множин допускає різний ступінь належності елемента до множини, яка визначається функцією належності $\mu(x) \in [0,1]$.

Побудова нечіткої моделі. Розроблення нечіткої моделі у загальному випадку починається з фазифікації вхідних змінних за допомогою розподілу їх кількісних значень за природно-мовними лінгвістичними термами із застосуванням лінгвістичних змінних та функцій нечіткої належності. Вхідними змінними нечіткої

моделі є одиничні показники якості продукції C_1, C_2, \dots, C_m . Вихідною змінною є узагальнений показник якості.

Лінгвістичною змінною називається набір $\langle N, T, X, G, M \rangle$, де

- N – назва лінгвістичної змінної;
- T – множина її значень (терм-множин), що є іменами нечітких змінних, областю визначення кожної з яких є множина X ;
- G – синтаксична процедура, що дає змогу оперувати елементами терм-множини T , зокрема, генерувати нові терми (значення);
- M – семантична процедура, що дає змогу перетворити кожне нове значення лінгвістичної змінної, утвореної процедурою G , на нечітку змінну, тобто сформуванати відповідну нечітку множину.

Кожному показнику якості ставиться у відповідність лінгвістична змінна «одиничний показник якості», терм-множина якої $T = \{ \text{«низький»}, \text{«середній»}, \text{«високий»} \}$, а $X \in [0, 1]$. Фазифікація здійснюється на основі експертних оцінок.

Нечіткі множини елементарних термів задаємо на універсальній множині значень $U = \{0, 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1\}$ у вигляді

$$\begin{aligned} \text{«низький»} &= \left\{ \frac{1}{0}, \frac{0,98}{0,1}, \frac{0,92}{0,2}, \frac{0,82}{0,3}, \frac{0,68}{0,4}, \frac{0,5}{0,5}, \right. \\ &\quad \left. \frac{0,32}{0,6}, \frac{0,18}{0,7}, \frac{0,08}{0,8}, \frac{0,02}{0,9}, \frac{0}{1} \right\}, \\ \text{«середній»} &= \left\{ \frac{0}{0}, \frac{0,08}{0,1}, \frac{0,32}{0,2}, \frac{0,68}{0,3}, \frac{0,92}{0,4}, \right. \\ &\quad \left. \frac{1}{0,5}, \frac{0,92}{0,6}, \frac{0,68}{0,7}, \frac{0,32}{0,8}, \frac{0,08}{0,9}, \frac{0}{1} \right\}, \quad (1) \\ \text{«високий»} &= \left\{ \frac{0}{0}, \frac{0,02}{0,1}, \frac{0,08}{0,2}, \frac{0,18}{0,3}, \frac{0,32}{0,4}, \right. \\ &\quad \left. \frac{0,5}{0,5}, \frac{0,68}{0,6}, \frac{0,82}{0,7}, \frac{0,92}{0,8}, \frac{0,98}{0,9}, \frac{1}{1} \right\}. \end{aligned}$$

Побудова функцій належності складних термів «дуже низький», «достатньо низький», «достатньо високий», «дуже високий», «невисокий» здійснюється з використанням операцій над нечіткими множинами

$$\text{«дуже»} + \tilde{A} = \text{CON}(\tilde{A}), \mu_{\text{CON}(\tilde{A})} = \mu_{\tilde{A}}^2 \quad (2)$$

$$\text{«достатньо»} + \tilde{A} = \tilde{A}^{1,25}, \mu_{(\tilde{A}^{1,25})} = \mu_{\tilde{A}}^{1,25} \quad (3)$$

$$\text{«не»} + \tilde{A} = \bar{\tilde{A}}, \mu_{\bar{\tilde{A}}} = 1 - \mu_{\tilde{A}} \quad (4)$$

Графіки функцій належності основних термів зображено на рис.1.

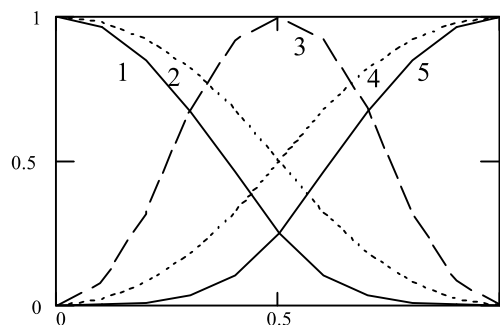


Рис.1. Функції належності для термів:
1 – дуже низький, 2 – низький, 3 – середній,
4 – високий, 5 – дуже високий

Можна використовувати і складніші терми, які отримують, застосовуючи оператори над термами «та», «не», «більш-менш», «надзвичайно» тощо.

Вихідною змінною нечіткої моделі є узагальнений показник якості, функція належності якого визначається на основі принципу Бельмана–Заде як

$$\mu_{\Sigma}(u) = \min_i(\mu_i(u)), \quad (5)$$

де $\mu_i(u)$ – функція належності i -го показника якості.

Якщо показники якості мають різну важливість, використовуючи експертний метод, знаходять коефіцієнти вагомості [4, 5]. Функція належності вихідної змінної визначатиметься у вигляді

$$\mu_{\Sigma}(u) = \min_i(\mu_i(u)^{a_i}), \quad (6)$$

де a_i – коефіцієнт вагомості i -го показника якості.

Для перетворення нечітких значень вихідної змінної на числову оцінку використовується процес дефазифікації. Найчастіше використовується дефазифікація за методом "центра мас"

$$K = \frac{\sum_i \mu_{\Sigma}(u_i) u_i}{\sum_i \mu_{\Sigma}(u_i)}. \quad (7)$$

Приклад використання нечітких множин. Нехай порівнюються два зразки продукції за чотирма одиничними показниками ($P_1 - P_4$). Значення показників P_1 і P_3 були визначені за допомогою необхідних вимірювань. Оцінки інших одиничних показників якості були отримані в результаті експертного опитування (табл.1). Коефіцієнти вагомості одиничних показників

також визначалися експертним методом, в результаті чого були одержані такі значення: $a_1=0,25$; $a_2=0,45$; $a_3=0,2$; $a_4=0,1$.

Виконаємо фазифікацію одиничних показників P_1 і P_3 , поставивши у відповідність отриманим значенням одиничних показників лінгвістичні терми, використовуючи встановлені експертним методом діапазони належності (табл. 2).

Таблиця 1

Значення одиничних показників якості

	P_1	P_2	P_3	P_4
Зразок 1	24	низький	0,02	високий
Зразок 2	50	дуже високий	0,1	середній

Таблиця 2

Фазифіковані значення одиничних показників якості

	P_1	P_2	P_3	P_4
Зразок 1	середній	низький	високий	високий
Зразок 2	високий	дуже високий	середній	середній

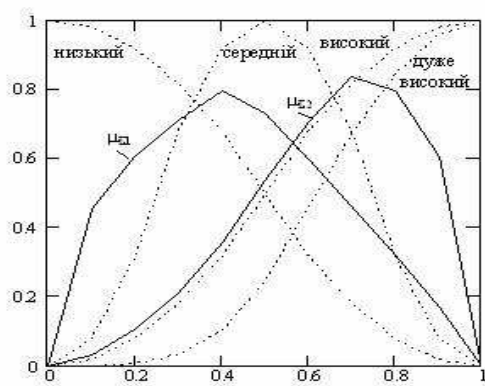


Рис. 2. Функції належності показників якості

Функції належності узагальненого показника якості, визначені за формулою (6), мають вигляд

$$\mu_{\Sigma}^1(u) = \left\{ \frac{0}{0}, \frac{0,457}{0,1}, \frac{0,603}{0,2}, \frac{0,71}{0,3}, \frac{0,796}{0,4}, \frac{0,732}{0,5}, \frac{0,59}{0,6}, \frac{0,462}{0,7}, \frac{0,321}{0,8}, \frac{0,172}{0,9}, \frac{0}{1} \right\},$$

$$\mu_{\Sigma}^2(u) = \left\{ \frac{0}{0}, \frac{0,03}{0,1}, \frac{0,103}{0,2}, \frac{0,214}{0,3}, \frac{0,359}{0,4}, \frac{0,536}{0,5}, \frac{0,707}{0,6}, \frac{0,836}{0,7}, \frac{0,796}{0,8}, \frac{0,603}{0,9}, \frac{0}{1} \right\}.$$

Графічні залежності функцій належності одиничних і узагальнених показників якості наведено на рис. 2.

Після дефазифікації з використанням формули (7) отримаємо такі значення узагальнених показників якості $K_1=0,409$; $K_2=0,591$.

Алгоритм оцінювання рівня якості продукції

1. Формування множини варіантів продукції, які підлягають аналізу.
2. Формування номенклатури одиничних показників якості продукції, на основі яких здійснюватиметься аналіз якості.
3. Визначення значень одиничних показників якості
4. Фазифікація одиничних показників якості за допомогою розподілу їх кількісних значень за природно-мовними лінгвістичними термами.
5. Побудова функцій належності лінгвістичних термів.
6. Визначення коефіцієнтів вагомості експертними методами.
7. Визначення функції належності узагальненого показника якості.
8. Дефазифікація нечітких значень узагальненого показника якості.
9. Нормалізація отриманих значень узагальнених показників якості.
10. Порівняння одержаних значень узагальненого показника якості для різних варіантів продукції.

Висновки. Розроблений алгоритм оцінювання рівня якості продукції дає змогу оцінити якість продукції як у випадку чітких числових даних одиничних показників якості, так і у випадку слабкоструктурованих вербально-символьних даних. Перевагою такого методу є використання функцій належності, що повніше відображають інформацію про об'єкт дослідження порівняно з точковими диференціальними і середньозваженими показниками. Замість запропонованих функцій належності (1) можна задавати довільні функції, зокрема несиметричні, які дають змогу докладніше охарактеризувати об'єкт дослідження.

1. Ситніченко В.П. Тенденції якості у новому тисячолітті // Стандартизація, сертифікація, якість. — 2000. — № 3. — С. 42—47. 2. Мелехов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные

советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука. Физматлит, 1990. – 272 с. 3. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 165 с. 4. Азгальдов Г.Г., Райхман Э.П. О

квалиметрии / Под ред. А.В. Гличева. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 172 с. 5. Гличев А.В., Рабинович Г.О., Примаков М.И., Сыницын М.М. Прикладные вопросы квалиметрии.; Под. общ. ред. А.В. Гличева. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 136 с.

УДК 621.317.73

СПЕКТРАЛЬНІ МЕТОДИ У КВАЛІМЕТРИЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

© Богдан Гриневич, Тарас Бойко, Ігор Приймачук, 2009

Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації,
вул. С. Бандери, 12, 79013, Львів, Україна

Розглянуто особливості застосування спектральних методів для виявлення характеристик властивостей об'єктів квалиметрії в різних частотних діапазонах електромагнітних хвиль.

Рассмотрены особенности применения спектральных методов для выявления характеристик свойств объектов квалиметрии в разных частотных диапазонах электромагнитных волн.

Peculiarities of spectral method application aimed at detecting qualimetry object properties in the different frequency ranges of electro-magnetic waves are under consideration.

Вступ. Одним з пріоритетних напрямів сучасних фундаментальних та прикладних досліджень є розвиток конкурентоздатних наукомістких технологій з метою створення та впровадження нових методів експрес-контролю, випробувань, оцінювання якості та безпечності продукції. Вимоги споживача щодо якості будь-якого виду продукції невідмінно зростають, що супроводжується впровадженням заходів, спрямованих на її покращання, а, разом з тим, пошук простих та доступних методів і засобів для оцінювання якісного рівня такої продукції. Не менш актуальним питанням в цій сфері є підвищення точності і вірогідності результатів досліджень.

Актуальність. Прикладом сучасних методів вимірювання характеристик властивостей об'єктів та матеріалів є оптичні вимірювання, що нині вже дуже поширені для фізичних і хімічних досліджень, зокрема для якісної та кількісної аналітичної оцінки об'єктів [1]. В оптичних ЗВТ використовується, як правило, та частина електромагнітного випромінювання, яке перебуває в ультрафіолетовій і видимій області та умовно називається оптичним. Їх суть полягає у визначенні ступеня поглинання випромінювання матеріалом об'єкта у вказаній області, яка залежить від електронної структури його молекул і характеризується

оптичною густиною матеріалу. При цьому спостерігається вибірковість поглинання, яка залежить від матеріалу і структури молекул.

Залежно від характеру взаємодії речовини з електромагнітним випромінюванням використовуються сучасні оптичні методи :

– абсорбційні (вимірювання поглинання речовиною світлового випромінювання). До них належать колориметрія, фотоколориметрія, спектрофотометрія, атомно-адсорбційні методи, турбідиметрія (вимірювання інтенсивності випромінювання, яке поглинається незабарвленою суспензією), нефелометрія (вимірювання інтенсивності випромінювання, яке відбивається або розсіюється забарвленою або незабарвленою суспензією);

– емісійні (вимірювання інтенсивності власного випромінювання речовини). До них належать флуориметрія, емісійний спектральний аналіз та полум'яна фотометрія.

Використовуються також методи, основані на явищі поляризації молекул під дією світлового випромінювання :

– рефрактометрія (вимірювання показника заломлення);

– поляриметрія (вимірювання кута обертання площини поляризації поляризованого променя світла, що пройшов через оптично активне середовище);