

$Y_{A1}$ ,  $Y_{A2}$ ,  $Y_X$  – вектор комплексних провідностей бензинів відомих марок та контрольований відповідно.

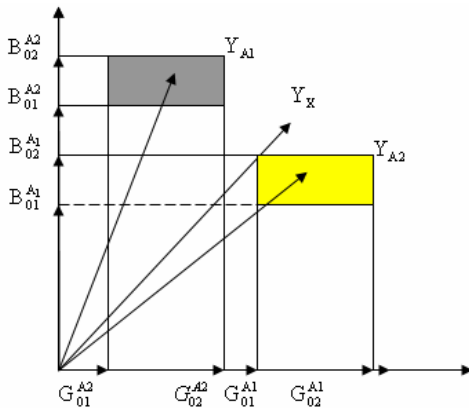


Рис. 2. Графічна інтерпретація ідентифікації бензинів за параметрами імітансу

Для практичної реалізації зазначеної концепції необхідно забезпечити вимірювання параметрів імітансу базових зразків та контрольованого бензину одними і тими самими засобами. Окрім цього, вимірювання повинні проходити в однакових кліматичних умовах, оскільки температурна залежність інформативних параметрів призводить до зміни параметрів.

За відомих температурних залежностей контрольованих параметрів похибку від зовнішніх впливів можна коригувати у ході вимірювань.

**4. Висновки.** Запропонована концепція ідентифікації автомобільних бензинів за параметрами імітансу забезпечує оперативність допустимого контролю і може бути реалізована простими і доступними споживачу технічними засобами.

1. Походило Є.В., Столярчук П.Г., Серкіз А.В., Курдидик Р.В. Контроль якості бензину ємнісним методом // Матеріали VI Міжнародної конференції "Контроль і управління в складних системах (КУСС-2001)". – Вінниця, 8–12 жовтня 2001. 2. Гуреев А.А., Азев В.С. Автомобільные бензины. Свойства и применение: Учебное пособие для вузов. – М.: Нефть и газ, 1996. – 444 с. 3. Походило Є.В. Розвиток теорії та принципів побудови засобів вимірювання імітансу об'єктів кваліметрії // Автореферат. 4. ДСТУ 4063-2001. Бензини автомобільні. Технічні умови. 5. Шишкин И.Ф. Основы метрологии, стандартизации и контроля качества: Учебное пособие. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 320 с.

УДК 006.83:658.56

## СИСТЕМА ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ

Ї Василь Мотало<sup>1</sup>, Андрій Мотало<sup>2</sup>, 2009

<sup>1</sup> Національний університет "Львівська політехніка", кафедра інформаційно-вимірювальних технологій, вул. С. Бандери, 12, Львів, 79013, Україна,

<sup>2</sup> ГПУ "Львівгазвидобування", вул. Рубчака, 27, Львів, 79026, Україна

*Розглянуто основні проблеми методології кваліметричних вимірювань. Описано і проаналізовано основні методи оцінювання якості продукції та перспективи їх розвитку. Розроблена структура системи визначення рівня якості продукції з використанням віртуальної міри якості.*

*Рассмотрены основные проблемы кваліметрических измерений. Описаны и проанализированы основные методы оценивания качества продукции и перспективы их развития. Разработана структура системы определения уровня качества продукции с использованием виртуальной меры качества.*

*In the article the most important problems of qualimetric measurements are considered. The basic methods of product quality evaluation and prospects of their development are described and analyzed. The structure of the system of determination of product quality level with using of virtual quality measure is created.*

**Вступ.** У сучасних умовах насиченість ринків різноманітними видами продукції і послуг надає споживачам можливість вибору, що призвело до

підвищення вимог до якості продукції. Такий стан світового ринку, своєю чергою, привів до того, що забезпечення високої якості продукції стало

визначальним напрямом соціально-економічного розвитку багатьох країн. Відповідно зросли вимоги до методів та методик оцінювання якості продукції.

Згідно з ДСТУ ISO 9000:2007 [1] *якість продукції* – ступінь, до якого сукупність власних характеристик продукції задовольняє вимоги. Для практичного оцінювання якості продукції користуються *показниками якості*, які є кількісними оцінками однієї чи декількох властивостей продукції, що характеризують її якість. Кількісне оцінювання якості продукції є предметом вивчення *кваліметрії* [2;3]. Однак в кваліметрії, як в новому напрямі розвитку метрології, є ціла низка проблем методологічного характеру, аналіз і шляхи вирішення яких і зумовили тематику цієї статті.

**1. Основні завдання досліджень і формулювання цілі статті.** Питання оцінювання якості продукції сьогодні привертає увагу багатьох дослідників, про що свідчать численні публікації [4–7], однак треба зазначити, що це питання сьогодні не є однозначно вирішеним. Це зумовлено передусім складністю реалізації кваліметричних вимірювань, зокрема відсутністю мір якості продукції, що унеможливило повну реалізацію вимірювальної процедури [8]. Предметом розгляду і основними завданнями досліджень статті є:

- аналіз сучасних методів оцінювання якості продукції та перспектив їх розвитку;
- формулювання основних методологічних проблем кваліметричних вимірювань;
- розроблення методики визначення рівня якості продукції з використанням віртуальної міри якості;
- розроблення структури системи визначення рівня якості продукції з використанням віртуальної міри якості.

**2. Аналіз відомих методів оцінювання якості продукції.** Оцінювання якості продукції сьогодні здійснюють двома основними методами [9–11]:

- диференційним;
- комплексним.

*Диференційним* називають метод оцінювання якості продукції, який ґрунтується на використанні одиничних показників її якості [9]. *Одиничним* вважають показник якості продукції, що характеризує одну з її властивостей.

Показники якості продукції, своєю чергою, поділяються на абсолютні та відносні.

*Абсолютний* показник якості продукції  $P_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ , тут  $n$  – кількість властивостей) числово

дорівнює значенню  $i$ -ї властивості продукції і виражається у її одиницях. Отже, у процедурі оцінювання якості продукції він є безпосередньо вимірюваною величиною, а для в'яснення оцінюваної ситуації – “добре – погано”, “багато – мало”, “достатньо – недостатньо” отримане значення показника  $P_i$  порівнюють із *базовим значенням* цього показника  $P_{\delta,i}$ , тобто значенням показника якості продукції, прийнятим за основу під час порівняльного оцінювання її якості. Загалом співвідношення між показниками  $P_i$  та  $P_{\delta,i}$  залежно від виду оцінюваної властивості продукції виражається формулами:

$$P_i \leq P_{\delta,i} \text{ або } P_i \geq P_{\delta,i}. \quad (1)$$

Однак виконання умов (1) не дає чіткої відповіді щодо рівня якості продукції, тобто наскільки “*добре* чи *погано*”, наскільки “*багато* чи *мало*” тощо, тому у кваліметрії частіше користуються *відносним* показником якості продукції  $K_i$ , який визначають як відношення

$$K_i = \frac{P_i}{P_{\delta,i}} \text{ при } P_i \leq P_{\delta,i}$$

$$\text{або } K_i = \frac{P_{\delta,i}}{P_i} \text{ при } P_i \geq P_{\delta,i}. \quad (2)$$

Для визначення рівня якості продукції отримане значення відносного показника якості  $K_i$  порівнюють із *базовим значенням* цього показника  $K_{\delta,i}$ , а співвідношення між ними загалом виражається формулами:

$$K_i \leq K_{\delta,i} \text{ або } K_i \geq K_{\delta,i}, \quad (3)$$

причому за базове значення відносного показника якості  $K_{\delta,i}$  залежно від виду оцінюваної властивості продукції приймають 1 (при  $K_i \leq K_{\delta,i}$ ), або 0 (при  $K_i \geq K_{\delta,i}$ ).

Отже, при реалізації диференційного методу оцінювання якості продукції здійснюється роздільне порівняння окремих показників якості (абсолютних чи відносних) з їх базовими значеннями, що є *перевагою* цього методу. Однак, оскільки різниця між отриманим і базовим значеннями показників якості для одних властивостей оцінюваної продукції може бути більшою, а для інших – меншою, то зробити висновок про рівень якості продукції як цілісного об'єкта неможливо, що є *недоліком* диференційного методу. Іншим *недоліком* диференційного методу є те, що у його процедурі не враховується рівень впливу різних властивостей оцінюваної продукції на її якість, тобто вагомість цих властивостей, особливо при великій їх кількості.

Досконалішим методом оцінювання якості складної продукції є **комплексний метод**, який ґрунтується на використанні комплексних показників якості продукції [9]. *Комплексним* вважають показник якості продукції, що характеризує декілька її властивостей.

Комплексний показник якості продукції у кваліметрії найчастіше виражають двома способами [10, 11]:

- функціональною залежністю *визначального* (головного) абсолютного показника якості оцінюваної продукції  $P_B$  від вихідних одиничних абсолютних показників її якості  $P_i$ , тобто

$$P_B = f(P_i), i = 1, 2, \dots, n; \quad (4)$$

- як *середній зважений* (арифметичний чи геометричний) відносний показник якості продукції  $K_{c,зв}$  із вихідних одиничних показників її якості  $K_i$ .

У всіх випадках, коли є необхідна інформація, використовують перший спосіб, тобто визначають головний показник якості продукції, встановлюють функціональну залежність  $P_B = f(P_i)$  його від вихідних одиничних показників.

Однак на практиці встановити функціональну залежність  $P_B = f(P_i)$  вдається доволі рідко, оскільки одиничні показники  $P_i$  мають різну фізичну природу і їх важко або практично неможливо пов'язати функціональною залежністю.

Тому здебільшого у кваліметрії зазвичай при оцінюванні якості продукції визначають середній зважений арифметичний або середній зважений геометричний показники якості продукції із вихідних одиничних показників її якості. При цьому переважно використовують відносні одиничні показники якості. Наприклад, середній зважений арифметичний відносний показник якості продукції визначають за формулою [10, 11]:

$$K_{c,зв} = \sum_{i=1}^n K_i \cdot m_i, \quad (5)$$

де  $K_i$  –  $i$ -й одиничний відносний показників якості;  $n$  – кількість одиничних відносних показників якості;  $m_i$  – нормалізований коефіцієнт вагомості показника  $K_i$ ,

тобто  $\sum_{i=1}^n m_i = 1$ .

*Перевагою* комплексного методу оцінювання якості продукції є врахування впливу окремих її властивостей на якість продукції через встановлення коефіцієнтів вагомості  $m_i$  і встановлення однозначної оцінки рівня якості продукції у формі зваженого комплексного

показника якості  $K_{c,зв}$ , однак усереднення одиничних показників якості різної природи без індивідуального порівняння однорідних показників є його *недоліком*.

У низці опублікованих робіт, зокрема в [5; 7], розглянуто напрями вдосконалення комплексного методу оцінювання якості продукції, однак в них не усунений зазначений вище недолік цього методу. Тому питання комплексного оцінювання якості продукції потребує подальшого дослідження.

**3. Аналіз методологічних проблем кваліметричних вимірювань.** *Кваліметричні вимірювання* загалом складаються з двох основних етапів [8]:

- *вимірювання різних характеристик* (властивостей) досліджуваної продукції – механічних, просторових, електричних, магнітних, теплових, хімічного складу тощо;

- *оцінювання якості продукції* за допомогою визначення показників якості на основі отриманих результатів вимірювань відповідних характеристик чи властивостей досліджуваної продукції.

Основою будь-якого вимірювання є порівняння вимірюваної величини з мірою, яка зберігає і відтворює певну фізичну величину заданого значення [12]. Специфікою кваліметричних вимірювань є відсутність конкретних фізичних мір якості тієї чи іншої продукції, що, власне, і становить основну проблему реалізації цих вимірювань.

Сьогодні реально існує методологічне забезпечення вимірювання окремих характеристик (властивостей) тієї чи іншої продукції, за якими оцінюють якість цієї продукції, а методологічне забезпечення вимірювання якості продукції в комплексному розумінні цього терміну практично відсутнє, навіть за умови, що значення відповідних характеристик виміряні достатньо достовірно.

У цій роботі для вирішення означеної вище проблеми, тобто для методологічного забезпечення повної реалізації процедури кваліметричних вимірювань пропонується використати *віртуальну міру якості продукції*, яка є теоретичним аналогом відповідної фізичної міри якості.

**4. Теоретичні засади побудови системи визначення рівня якості продукції з використанням віртуальної міри якості**

**4.1. Означення терміна “Віртуальна міра якості продукції”.** Для означення терміна “*віртуальна міра*

якості продукції” використаємо основні положення технології віртуальних вимірювальних приладів як однієї із найсучасніших високих інформаційних технологій [13, 14] і теорії множин як відповідного розділу математики [15].

Суть технології віртуальних вимірювальних приладів полягає у комп’ютерній програмній імітації реальних фізичних вимірювальних приладів, вимірювальних систем та систем управління. Термін “віртуальний” не слід трактувати буквально як уявний, реально не існуючий, оскільки вимірювальні прилади, створені на цій технології, насправді є цілком реальними і працюють з реальними вхідними сигналами. Віртуальність у цьому випадку виражається у сенсі віртуальної імітації певних функцій приладу математичними і програмними засобами.

Отже, віртуальна міра якості продукції – це відображення реальної фізичної міри якості продукції, виражене математичними і програмними засобами.

З іншого боку, якість продукції визначається її властивостями як об’єктивними особливостями, які можуть проявлятися при розробленні, виготовленні, експлуатації та споживанні продукції, а кількісними оцінками однієї чи декількох властивостей продукції, що характеризують її якість, є показники якості [9].

Отже, віртуальна міра якості продукції являє собою певну множину (сукупність, об’єднання) деяких довільних об’єктів (елементів), об’єднаних за певними загальними для них властивостями (ознаками). Такими об’єктами (елементами) є одиничні абсолютні і відносні показники якості продукції. Множини є предметом розгляду теорії множин – розділу математики, що вивчає множини, абстрагуючись від конкретної природи елементів множин [15]. Зокрема, один із розділів теорії множин вивчає питання будови точкових множин у  $n$ -вимірному евклідовому просторі (де  $n$  – кількість координат), у якому, власне, і здійснюється оцінювання якості продукції, оскільки одиничні абсолютні показники якості продукції  $P_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ , де  $n$  – кількість одиничних показників, яке дорівнює кількості координат багатовимірного евклідового простору) мають різну фізичну природу та різні розмірності і є точками на відповідних координатних осях багатовимірного простору. Також треба зазначити, що масштаби по окремих  $i$ -х координатних осях різні і визначаються коефіцієнтами вагомості  $J_i$  відповідних одиничних абсолютних показників якості  $P_i$ .

У кваліметрії як розділі метрології, предметом вивчення якого є питання кількісного оцінювання якості продукції, розглянута вище множина деяких довільних об’єктів (елементів) має назву профіль якості, який являє собою сукупність кількісних одиничних показників якості продукції [8, 16]. Профілі якості  $\Pi$  можуть бути сформовані як із абсолютних одиничних показників якості продукції  $P_i, i = 1, 2, \dots, n$ , тобто як  $\Pi_P$ :

$$\Pi_P = \{P_1; P_2; \dots; P_n\}, \quad (6)$$

так і із відносних одиничних показників якості продукції  $K_i, i = 1, 2, \dots, n$ , тобто як  $\Pi_K$ :

$$\Pi_K = \{K_1; K_2; \dots; K_n\}. \quad (7)$$

Зазначимо, що між окремими одиничними показниками якості продукції здебільшого відсутні функціональні чи кореляційні зв’язки, що відрізняє профіль якості від математичної моделі якості, яка функціонально пов’язує якість продукції з окремими її властивостями.

Отже, профіль якості продукції є окремою комплексною характеристикою її якості і може бути використаний для побудови віртуальної міри якості, що буде показано у подальшому аналізі.

**4.2. Класифікація профілів якості продукції.** Під час оцінювання якості продукції визначають рівень якості, тобто відносну характеристику якості продукції, яка ґрунтується на порівнянні значень оцінюваних показників якості продукції з базовими значеннями відповідних показників [9].

Відповідно профілі якості досліджуваної продукції, сформовані із одиничних показників якості, доцільно розділити на дві групи [8]:

- оцінювані профілі якості  $\Pi_O$ , сформовані із оцінюваних показників якості продукції, числові значення яких визначають експериментально, вимірюючи відповідні властивості досліджуваної продукції;

- базові профілі якості  $\Pi_B$ , сформовані із базових показників якості продукції, числові значення яких встановлюють теоретичними розрахунками залежно від функціонального призначення досліджуваної продукції і потреб споживачів.

Отже, у процесі визначення рівня якості продукції здійснюється порівняння оцінюваного профілю якості досліджуваної продукції із базовим профілем якості, порівнюючи відповідні одиничні показники якості.

Оскільки числові значення базових показників якості продукції є регламентованими, то числові

значення оцінюваних показників якості у процесі визначення рівня якості продукції не повинні відрізнятися від базових більше, ніж допустимо згідно з чинними нормативними документами. Отже, виконується звичайна кваліметрична операція – визначення відповідності досліджуваної продукції, у якій *базовий профіль якості* можна вважати *віртуальною мірою якості* досліджуваної продукції.

Для формування профілю якості можна використати як абсолютні, так і відносні одиничні показники якості продукції, однак методологічно доцільніше використати профіль якості, сформований із *одиничних абсолютних показників якості* продукції.

**4.3. Встановлення базових значень показників якості продукції (елементів віртуальної міри якості).** Числові значення базових показників якості встановлюємо залежно від характеру їх впливу на якість продукції. За характером впливу відповідної властивості продукції на її якість одиничні показники якості доцільно поділити на дві групи:

- показники якості, *збільшення значень* яких забезпечує *підвищення рівня якості* досліджуваної продукції;
- показники якості, *збільшення значень* яких призводить до *зниження рівня якості* досліджуваної продукції.

У першій групі за *базове значення* показника якості продукції  $P_{\bar{o},i}$  приймаємо *максимальне можливе* або *номінальне* для певної властивості продукції значення і повинна виконуватися умова  $P_{i,min} \leq P_{o,i} \leq P_{\bar{o},i}$ , де  $P_{i,min}$  – *мінімально допустиме* для цієї властивості значення, тобто при  $P_{o,i} < P_{i,min}$  досліджувана продукція вважається бракованою. Отже, у цьому випадку для підвищення рівня якості продукції оцінюване значення показника якості  $P_{o,i}$  повинно наближатися до базового значення  $P_{\bar{o},i}$ , тобто  $P_{o,i} \Rightarrow P_{\bar{o},i}$ .

У другій групі за *базове значення* показника якості продукції  $P_{\bar{o},i}$  приймаємо *максимально допустиме* або *критичне* для певної властивості продукції значення і повинна виконуватися умова  $0 \leq P_{o,i} \leq P_{\bar{o},i}$ , а при  $P_{o,i} > P_{\bar{o},i}$  досліджувана продукція вважається бракованою. Отже, у такому разі для підвищення рівня якості продукції оцінюване значення показника якості  $P_{o,i}$  повинне наближатися до нуля, тобто  $P_{o,i} \Rightarrow 0$ .

Для практичного оцінювання якості продукції скористаємося *відносними показниками якості*  $K_i$ , які є

функцією двох абсолютних показників якості – *оцінюваного*  $P_{o,i}$  і *базового*  $P_{\bar{o},i}$ , а їх значення в обох випадках визначаємо за формулою

$$K_i = \frac{P_{o,i}}{P_{\bar{o},i}}. \quad (8)$$

Значення одиничних відносних показників якості  $K_i$  завжди лежать у межах  $0 \leq K_i \leq 1$ , однак у різних групах залежно від характеру впливу показника на якість продукції загалом вони змінюються по-різному.

Оскільки у *першій групі* показників якості до *підвищення рівня якості* досліджуваної продукції приводить *збільшення значення* одиничного оцінюваного абсолютного показника якості продукції  $P_{o,i}$  і, відповідно, *збільшення* одиничного відносного показника якості  $K_i$ , то повинна виконуватися умова  $K_i \Rightarrow 1$ .

У *другій групі* показників якості, навпаки, до *підвищення рівня якості* досліджуваної продукції приводить *зменшення значення* одиничного оцінюваного абсолютного показника якості продукції  $P_{o,i}$  і, відповідно, *зменшення* одиничного відносного показника якості  $K_i$ , то повинна виконуватися умова  $K_i \Rightarrow 0$ .

Отже, з урахуванням виконаного вище аналізу можна встановити такі *базові значення* відносних показників якості продукції  $K_i$ :

- для *першої групи* показників якості продукції  $K_{\bar{o},i} = 1$ ;
- для *другої групи* показників якості продукції  $K_{\bar{o},i} = 0$ .

**4.4. Побудова віртуальної міри якості продукції на основі профілю якості, сформованого із одиничних відносних показників якості продукції.** Розглянемо методику формування базового й оцінюваного профілів якості продукції з використанням *відносних показників якості*  $K_i$ . Числові значення оцінюваного  $P_{o,i}$  і базового  $P_{\bar{o},i}$  абсолютних показників якості, використані у цьому аналізі, визначаємо за описаною вище методикою.

*Базовий профіль якості*  $\Pi_{K,B}$ , тобто *віртуальну міру якості*, формуємо як сукупність *одиничних зважених базових відносних показників якості*  $K_{\bar{o},3\bar{o},i}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ :

$$\Pi_{K,B} = \{K_{\bar{o},3\bar{o},1}; K_{\bar{o},3\bar{o},2}; \dots; K_{\bar{o},3\bar{o},n}\}, \quad (9)$$

$$K_{\bar{o},3\bar{o},i} = K_{\bar{o},j} \cdot m_i; \quad (10)$$

де  $K_{\bar{o},i}$  – значення  $i$ -го одиничного базового відносного показника якості продукції;  $n$  – кількість одиничних

показників;  $m_i$  – нормалізований коефіцієнт вагомості відносного показника  $K_{\delta,i}$ , тобто  $\sum_{i=1}^n m_i = 1$ .

Аналогічно формуємо оцінюваний профіль якості досліджуваної продукції  $П_{К,О}$  як сукупність *одиничних зважених оцінюваних відносних показників якості*  $K_{o,зв,i}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ :

$$П_{К,О} = \{K_{o,зв,1}; K_{o,зв,2}; \dots; K_{o,зв,n}\}, \quad (11)$$

$$K_{o,зв,i} = K_{o,i} \cdot m_i, \quad (12)$$

де  $K_{o,i}$  – значення  $i$ -го одиничного оцінюваного відносного показника продукції.

**5. Методика визначення рівня якості продукції із використанням віртуальної міри якості.** Для визначення рівня якості досліджуваної продукції використаємо зважену евклідову модель індивідуальних відмінностей, яка дає змогу отримати однозначну оцінку рівня якості досліджуваної продукції [8; 16]. Порівняння профілів  $П_{К,О}$  та  $П_{К,Б}$ , сформованих за описаною вище методикою, здійснюємо, визначаючи різниці між відповідними *одиничними зваженими відносними оцінюваними*  $K_{o,зв,i}$  і базовими  $K_{\delta,зв,i}$  показниками якості, а абсолютну відмінність  $ДП$  між ними визначаємо як *середнє квадратичне значення* із суми квадратів отриманих різниць за формулою:

$$\Delta П = \sqrt{\sum_{i=1}^n (K_{o,зв,i} - K_{\delta,зв,i})^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^n m_i^2 (K_{o,i} - K_{\delta,i})^2}. \quad (13)$$

Відповідно до наведеного вище аналізу значення базових відносних показників якості продукції  $K_{\delta,i}$ , використаних у формулі (13), для *першої групи* показників якості  $K_{\delta,i} = 1$ , а для *другої групи* –  $K_{\delta,i} = 0$ .

Як впливає із аналізу формули (12), значення абсолютної відмінності  $ДП$  змінюється в діапазоні від 0 до 1, тобто  $ДП \in [0;1]$ , причому чим ближче значення  $ДП$  до нуля, тим ближчі значення оцінюваних показників  $K_{o,i}$  до базових  $K_{\delta,i}$  і якість продукції вища.

На основі отриманого значення абсолютної відмінності  $ДП$  побудуємо шкалу для визначення рівня якості досліджуваної продукції  $Q$ , зручну для сприйняття, тобто вищій якості продукції відповідає більше числове значення рівня якості  $Q$ :

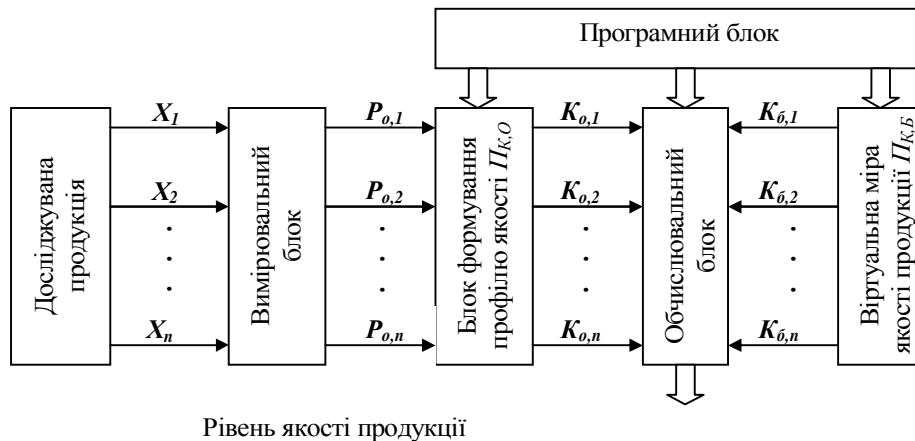
$$Q = (1 - ДП) \cdot 100\% \quad (14)$$

Отже, рівень якості досліджуваної продукції  $Q$ , визначений за розробленою методикою, змінюється від 0 до 100%, тобто від мінімального до максимального значення за звичною для споживачів шкалою. Крім оцінювання якості продукції, запропонована методика на основі отриманих значень абсолютної відмінності  $ДП$  та рівня якості досліджуваної продукції  $Q$  дає змогу здійснювати сортування досліджуваної продукції за рівнем якості  $i$ , відповідно, встановлювати різну ціну на неї. Однак питання сортування продукції залежно від рівня якості потребує детального економічного аналізу, що виходить за межі цієї статті. Тут тільки вказується на можливість такого сортування за описаною вище методикою визначення рівня якості продукції.

**6. Структура системи визначення рівня якості продукції.** Структура системи визначення рівня якості продукції за описаною вище методикою з використанням віртуальної міри якості зображена на рисунку. Відповідно до методики реалізації кваліметричних вимірювань, означеної у п.3, визначення рівня якості досліджуваної продукції здійснюється двома етапами.

На *першому етапі* вимірюють основні властивості продукції  $X_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ), які мають визначальний вплив на її якість, і формується оцінюваний профіль якості  $П_{P,О}$  як сукупність одиничних оцінюваних абсолютних показників якості  $P_{o,i}$ , які числово дорівнюють вимірним значенням відповідних властивостей продукції. На *другому етапі* здійснюється опрацювання результатів виконаних вимірювань з метою визначення рівня якості досліджуваної продукції. Для цього формується оцінюваний профіль якості  $П_{К,О}$  як сукупність одиничних оцінюваних відносних показників якості  $K_{o,i}$  і здійснюється порівняння оцінюваного профілю якості  $П_{К,О}$  з віртуальною мірою якості  $П_{К,Б}$  відповідно до (13) та (14).

Всі вказані процедури визначення рівня якості досліджуваної продукції здійснюються програмним методом, тобто всі параметри  $K_{\delta,i}$  віртуальної міри якості  $П_{К,Б}$  та відповідні коефіцієнти вагомості  $m_i$  реалізовані у відповідній програмі визначення рівня якості продукції. Результатом є значення оцінки рівня якості досліджуваної продукції  $Q$ , яка відображається на моніторі комп'ютера і може бути використана як у системі оцінювання відповідності продукції, так і для встановлення відповідної ціни на неї.



Рівень якості продукції

$$Q = (1 - ДП) \cdot 100\% = \left( 1 - \sqrt{\sum_{i=1}^n m_i^2 (K_{o,i} - K_{б,i})^2} \right) \cdot 100\%.$$

*Структура системи визначення рівня якості продукції із використанням віртуальної міри якості:*

$X_1, X_2, \dots, X_n$  – вимірювані властивості досліджуваної продукції;  $P_{o,1}, P_{o,2}, \dots, P_{o,n}$  – оцінювані абсолютні показники якості продукції;  $P_{К,О}$  – оцінюваний профіль якості продукції;  $K_{o,1}, K_{o,2}, \dots, K_{o,n}$  – оцінювані відносні показники якості;  $P_{К,Б}$  – базовий профіль якості (віртуальна міра якості продукції);  $K_{б,1}, K_{б,2}, \dots, K_{б,n}$  – базові відносні показники якості;  $m_i$  – коефіцієнти вагомості відносних показників якості  $K_i$ .

**Висновки.** 1. Однією із основних проблем оцінювання якості та відповідності продукції є відсутність зразкової фізичної міри якості певної продукції, з якою можна було би порівнювати реальну досліджувану продукцію, тому у статті для оцінювання якості та відповідності продукції використано віртуальну міру її якості, яка є теоретичним аналогом фізичної міри якості продукції.

2. Як віртуальну міру якості продукції використано базовий профіль якості досліджуваної продукції, сформований на основі зваженої евклідової моделі багатовимірною шкалювання і реалізований програмним методом.

3. Розроблена система оцінювання якості продукції із використанням віртуальної міри якості повністю реалізує процедуру кваліметричних вимірювань та, крім визначення рівня якості досліджуваної продукції, дає змогу здійснювати сортування продукції за рівнем якості і відповідно встановлювати різну ціну на неї залежно від її сорту.

1. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів: ДСТУ ISO 9000:2007. – [Чинний від 2008-01-01]. – К.: Держстандарт України, 2008. – 35 с. – (Державний стандарт України). 2. Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология: Учебник для вузов/ Шишкин И.Ф. – М.: Издательство стандартов,

1991. – 471 с. 3. Фомин В.Н. Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация: Учебное пособие/ Фомин В.Н. – М.: Осъ-89, 2002. – 384 с. 4. Бубела Т. Що ж таке якість товару?/ Бубела Т., Бойко Т., Столярчук П. // Стандартизація, сертифікація, якість, 2005. – № 4. – С. 51–54. 5. Ванько В. Методика оцінки якості продукції та послуг за допомогою теорії матриць/ Ванько В., Столярчук П. // Вимірювальна техніка та метрологія, 2007. – Вип. 67. – С. 108–114. 6. Грищенко Ф. Управління якістю: Адаптація національної нормативної бази до міжнародно і/ Грищенко Ф. // Стандартизація, сертифікація, якість, 2007. – № 5. – С. 41–47. 7. Чабан О. Векторний метод оцінювання якості/ Чабан О. // Вимірювальна техніка та метрологія, 2008. – Вип. 69. – С. 126–129. 8. Мотало В. Методологія оцінювання якості та відповідності продукції з використанням віртуальної міри якості/ Мотало В., Мотало А. // Вимірювальна техніка та метрологія, 2008. – Вип. 69. – С. 129–137. 9. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення: ДСТУ 2925-94. – [Чинний від 1996-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1995. – 27 с. – (Державний стандарт України). 10. Азгальдов Г.Г. О квалиметрии/ Азгальдов Г.Г., Райхман Э.П. – М.: Издательство стандартов, 1973. – 172 с. 11. Гличев А.В. Прикладные вопросы квалиметрии / Гличев А.В., Рабинович Г.О.,

Примаков М.И. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 176 с. 12. Метрологія. Терміни та визначення: ДСТУ 2681-94. – [Чинний від 1996-01-01]. – К.: Держстандарт України, 1994. – 68 с. – (Державний стандарт України). 13. Трэвис Дж. LabVIEW для всех. Третье издание, переработанное и дополненное/ Трэвис Дж., Кринг Дж. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 880 с. 14. Евдокимов Ю.К. LabVIEW для радиоинженеров: от виртуальной модели до реального прибора /

Ю.К. Евдокимов, В.Р. Линдваль, Г.И. Щербаков Практическое руководство для работы в программной среде LabVIEW. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 400 с. 15. Колмогоров А.Н. Элементы теории функций и функционального анализа / Колмогоров А.Н., Фомин С.В. – М.: Наука, 1981. – 543 с. 16. Дэйвисон М. Многомерное шкалирование: Методы наглядного представления данных / Дэйвисон М.; пер. с англ. В.С. Каменского. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 254 с.

УДК 628.1.033:006.83

## МАТРИЧНИЙ МЕТОД ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ НА ОСНОВІ ЧИННОЇ НОРМАТИВНО-ТЕХНІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ

О Роман Байцар, Володимир Ванько, Марія Ванько\*, 2009

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

\*Львівська обласна організація профспілки працівників житлово-комунального господарства,  
місцевої промисловості та побутового обслуговування населення України,  
пр. Шевченка, 7, 79005, Львів, Україна

*Проаналізовано проблематику дослідження та контролю якості питного водопостачання з огляду на потреби розвитку нормативно-технічного забезпечення. Запропоновано метод оцінювання якості питної води на основі поєднання вимог державних стандартів серії ДСТУ ISO 9000 та теорії матричного числення, що полягає у порівняльному аналізі матриць показників якості, отриманих на різних ділянках системи централізованого питного водопостачання.*

*Проанализировано проблематику исследования и контроля качества питьевого водоснабжения с точки зрения потребностей развития нормативно-технического обеспечения. Предложен метод оценивания качества питьевой воды на основании сочетания требований государственных стандартов серии ДСТУ ISO 9000 и теории матричного исчисления, заключающийся в сравнительном анализе матриц показателей качества, полученных на различных участках системы централизованного питьевого водоснабжения.*

*Analysis of problems of drinking water-supply control and research in view of the needs of normative-technical supply development is conducted. The method of drinking water quality evaluation on the basis of combining requirements of ISO 9000 series state standards and matrix calculation theory that roots in the comparison analysis of quality index matrices gained on the different areas of a centralized water-supply system is proposed.*

**Вступ.** Забезпечення населення якісною питною водою для багатьох регіонів України є однією з пріоритетних проблем, вирішення якої необхідне для збереження здоров'я, покращання умов для діяльності і підвищення рівня життя людей. Під якістю питної води розуміють певну характеристику її складу і властивостей, які визначають придатність води для конкретних цілей використання – споживання населенням.

У сучасних умовах нарощування антропогенних навантажень на природне середовище, розвитку

суспільного виробництва та зростання матеріальних потреб людини особливе значення відводиться моніторингу якості питної води.

Можна виділити основні фактори, що чинять негативний вплив на якість питної води:

- незадовільний екологічний стан поверхневих та підземних джерел питного водопостачання;
- незадовільний технічний стан та зношеність основних фондів підприємств питного водопостачання та водовідведення;