

**Т. М. ГАВРИЛОВ**, аспірант  
(Відкритий Міжнародний Університет Розвитку Людини «Україна»)

## Технологія підрахунку комплексного показника якості матеріалів для взуття за допомогою експертних оцінок

Експертні методи використовують, коли неможливо або важко застосовувати об'єктивніші методи для визначення тих чи інших ситуацій. У разі проведення оцінювання якості продукції експертні методи найчастіше використовують для визначення номенклатури показників, за якими має здійснюватися оцінювання якості, для визначення вагомості, а також кількісних характеристик показників, які оцінюють органолептичними методами.

Експертне оцінювання складається з таких основних етапів:

- \* Формування групи спеціалістів-експертів
- \* Підготовка експертів до опитування
- \* Опитування експертів
- \* Обробка експертних оцінок

Підготовка до опитування полягає у складанні спеціальних анкет, в яких викладають сутність обговорюваного питання, подають метод підготовки та оформлення відповідей, вказують можливі варіанти підготовки висновку.

Опитування експертів провадять завдяки розсиланню анкет і отриманню відповідей, або за одночасної роботи всієї групи експертів.

Обробка експертних оцінок складається з оцінювання ступеня одноголосності думок експертів і підрахунку характеристик опитування групи експертів.

### Оцінювання вагомості показників якості

Експертам пропонують надати рангову оцінку заданих кількості показників якості продукції. Для визначення рангових оцінок використовують метод апріорного ранжування факторів. Даний метод є тим відсіюючим фактором, який базується на присвоєнні рангів факторам, що вимірюються. Найважливіший показник позначають рангом  $R = 1$ , а найменш важливий – рангом  $R = p$ , де  $p$  – кількість обговорюваних показників.

Якщо експерт вважає кілька показників рівними за вагомістю, то їм надають однакові ранги, проте сума їх має дорівнювати сумі місць за їх послідовного розташування. Наприклад, три показники, за думкою експерта, мають посідати за ступенем вагомості однако-ве друге місце, тоді сума місць у разі їх послідовного розташування дорівнюватиме  $2 + 3 + 4 = 9$ . Таким чином, рангова оцінка цих показників  $R = 9 / 3 = 3$ . Сума рангів у кожного експерта має бути по горизонталі незмінною і дорівнювати:

$$\sum_{i=1}^n R_{ij} = 0,5 * n(n + 1), \quad (1)$$

де  $n$  – кількість показників.

Для оцінювання узгодженості думок експертів визначають коефіцієнт конкордації:

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n (S_i - S)^2}{\frac{1}{12} * m^2 (n^3 - n)}, \quad (2)$$

де  $S_i = \sum_{j=1}^n R_{ij}$  – сума рангових оцінок експертів за кожним показником;

$S = 0,5 * m(n + 1)$  – середня сума рангів для всіх показників;

$m$  – кількість експертів;  $n$  – кількість показників.

Чим ближче  $W$  до 1, тим краща погодженість думок експертів.

Вагомість  $W$  оцінюють за критерієм  $\chi^2$ :

$$\chi^2 = W * m(n - 1). \quad (3)$$

Якщо  $\chi^2 > \chi_{табл}^2$ , то  $W$  – вагомий. Значення  $\chi_{табл}^2$  подано в табл. 1.

ТАБЛИЦЯ 1

Q	$\chi_{табл}^2$ за $n - 1$ , який дорівнює										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,01	6,6	9,2	11,3	13,3	15,1	16,8	18,5	20,1	21,7	23,2	24,7
0,05	3,8	6,0	7,8	9,5	11,1	12,6	14,1	15,5	16,9	18,3	19,7

Коефіцієнти вагомості кожного показника визначають за формулою:

$$j_i = \frac{m * n - S_i}{0,5 * m * n(n - 1)}. \quad (4)$$

Якщо усі показники однаково вагомі, то їхні коефіцієнти вагомості були б однакові й дорівнювали  $j = \frac{1}{n}$ , тобто  $j = \frac{1}{10}$ .

Суттєво вагомими вважають показники, для яких  $j_i > 1 / n$ . Оскільки сума  $\sum j_i$  має дорівнювати 1, коефіцієнти вагомості суттєво вагомих показників перераховують за формулою:

$$j_{i,0} = \frac{j_i}{\sum j_i}, \quad (5)$$

де  $j_i$  – коефіцієнти вагомості суттєво вагомих показників.

Ці коефіцієнти вагомості використовують у разі проведення комплексного оцінювання якості продукції.

### Комплексне оцінювання якості

Виконують на основі визначення узагальнених комплексних показників. Для цього окремі показники якості, які мають різну розмірність, переводять у безрозмірні та за визначеними коефіцієнтами вагомості підраховують узагальнений показник. Як безрозмірні показники використовують відносні показники якості, рангові показники та балові оцінки, показники бажаності тощо.

Відносний показник якості  $K_i$  є найпростішим безрозмірним показником, який визначають за формулами:

$$K_i = \frac{P_{фак}}{P_{баз}} \quad (\text{за позитивних явищ}); \quad K_i = \frac{P_{баз}}{P_{фак}} \quad (\text{за негативних}),$$

де  $P_{фак}$  – фактичний показник якості даного матеріалу;

$P_{баз}$  – базовий показник якості.

Узагальнений комплексний показник якості розраховують за формулою середнього гармонійного:

$$H_j = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{j_{i0}}{K_i}}. \quad (6)$$

де  $K_i$  – безрозмірний відносний показник якості;

$j_{i0}$  – коефіцієнт вагомості суттєво значущих показників якості.

Визначені у такий спосіб комплексні показники для трьох варіантів заносимо в табл. 2.

ТАБЛИЦЯ 2 – Комплексне оцінювання якості матеріалів для верху взуття з використанням відносних показників якості

№ п/п	Суттєво значущий показник якості	Коефіцієнт вагомості $j_{i0}$	Базові значення показників якості $P_{баз}$	Значення матеріалів					
				Варіант 1		Варіант 2		Варіант 3	
				$P_{ф}$	$K_i$	$P_{ф}$	$K_i$	$P_{ф}$	$K_i$
1	Водопроникність за динамічних умов, хв	0.23	25	8	0.32	25	1	42	1.7
2	Напруження за появі тріщин, МПа	0.20	15	11	0.7	15	1	19	1.3
...									
5	Комплексний показник: $H_j = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{j_{i0}}{K_i}}$	—	—	—	0.99	—	2.32	—	3.25

У разі використання відносних показників для комплексного оцінювання необхідно знати базові показники, що не завжди можливо.

### Узагальнена функція бажаності

Одним з науково обґрунтованих методів вирішення завдання створення комплексного показника якості на основі одиничних показників, що мають неоднакові можливості й фізичний зміст, є метод визначення узагальненої функції бажаності, запропонованої американським вченим Харрінгтоном.

Цей метод базується на тому, що кожен показник якості оцінюють за допомогою перехідної безрозмірної величини за спеціальною таблицею – шкалою бажаності, на основі безрозмірних показників якості розраховують комплексний показник (загальнена функція бажаності). Узагальнена функція бажаності є тим однозначним, єдиним і універсальним показником якості матеріалів, що дає змогу враховувати ступінь вагомості того чи іншого показника готової продукції та вимоги, які ставлять споживачі.

Основною ідеєю, що дала можливість Харрінгтону побудувати узагальнений критерій оптимізації, була ідея перетворення натуральних значень окремих показників у безрозмірну шкалу бажаності. Ця шкала належить до психофізичних шкал і служить для встановлення відповідності між фізичними параметрами (показниками якості матеріалів) і психологічними (чисто суб'єктивними – «відмінно», «добре», «задовільно», «погано») оцінками тієї чи іншої властивості матеріалу. При цьому значення натуральних показників відповідають безрозмірним величинам шкали бажаності. Таким чином, можна врахувати вимоги, що ставлять до матеріалів. Значення на шкалі бажаності, що дорівнює «0», відповідає абсолютно неприйнятному рівню даної властивості (дуже погана якість), а значення бажаності, що дорівнює «1», відповідає найкращому значенню властивості (дуже добра якість), причому подальше його поліпшення або неможливе чи недоцільне. Існують також проміжні значення бажаності, що відповідають проміжним показникам тих або інших властивостей матеріалів. Значення окремого показника якості матеріалів, позначають  $d_i$ , та називають частковою функцією чи показником бажаності.

Найвідповідальнішим моментом в обчисленні комплексного показника якості із застосуванням функції бажаності є встановлення співвідношень між рівнем кожного показника в натуральному вираженні та відповідним йому рівнем бажаності, тобто вибір базових значень. Базовим показником якості продукції називають показник, який взято як вихідний за порівняльного оцінювання якості. Як базові показники якості беруть дані, наведені в стандартах на дану продукцію. Однак у стандартах на продукцію враховують далеко не всі властивості, які мають важливе значення у разі оцінювання її якості (наприклад, ергономічні та деякі інші). У цьому випадку базові значення мають вибирати на підставі критичного оцінювання практичного досвіду, аналізу наукових досліджень і рекомендацій промисловості, порівняння властивостей матеріалів вітчизняного і зарубіжного виробництва. Під час вибору граничних значень безрозмірних показників базових точок дотримуються таких вимог: включення в градацію «відмінно» значень показників, які б відображали найновіші досягнення науки і техніки вітчизняного та зарубіжного виробництва в зрутєвих матеріалів, обмеження градації «задовільно» нормативами, нижче яких випуск продукції вважається недоцільним, нормативний рівень для градації «добре» визначають як середній між рівнями «відмінно» і «задовільно».

ТАБЛИЦЯ 3 – Граничні значення показників бажаності

Градація якості	Значення	
	$d$	$y$
Відмінно	$\geq 0.80$	$\geq 1.53$
Добре	$\geq 0.63$	$\geq 0.77$
Задовільно	$\geq 0.37$	$\geq 0.00$
Погано	$< 0.37$	$< 0.00$

Значення показника бажаності  $d$  (безрозмірної характеристики показників якості) лежать в межах від 0 до 1. Їх визначають за експоненціальною формулою:

$$d = \exp[-\exp(-y)], \quad (7)$$

де  $d$  – бажаність одиничного показника якості продукції;  
 $y$  – безрозмірне значення одиничного показника якості продукції.

Підрахунок показників бажаності за формулою вимагає великого обсягу обчислень. Визначення безрозмірних показників бажаності простіше провадити графічно. Для цього будують тривісну номограму  $Y \rightarrow X \rightarrow d$ , до якої входить графік залежності величини функції бажаності від безрозмірного значення показника

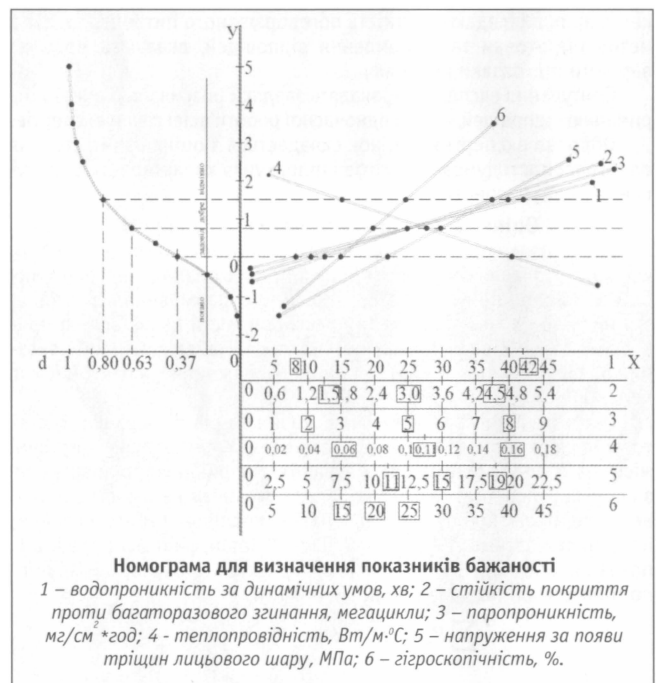
$d=f(y)$  і графік залежності безрозмірних показників від натуральних  $y=f(x)$ . Криву залежності  $d=f(y)$  будують за даними табл. 4.

ТАБЛИЦЯ 4 – Табульовані значення функції бажаності

$y$	-2.0	-1.5	-1.0	-0.5	0	0.5	0.77	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
$d$	0.00	0.01	0.07	0.19	0.37	0.54	0.63	0.69	0.8	0.87	0.92	0.95	0.98	0.99

По вісі  $Od$  відкладають значення показників бажаності від 0 до 1 з інтервалом 0.01, а по вісі  $OY$  – значення безрозмірної величини  $y$  від -2 до 5 з інтервалом 0.5. На графіку відмічено зони якісних градацій – «відмінно», «добре», «задовільно» та «погано».

Горизонтальна вісь координат розмірних показників є продовженням осі показників бажаності  $d$  і складає з віссю  $Y$  праву частину номограми для побудови залежності  $y=f(x)$ . Масштаби по осях  $d$  і  $Y$  залишаються незмінними, а масштаб по осі  $X$  змінюється та помічається щоразу відповідно до наявних числових значень розмірного показника  $x$ . Відзначені на осі  $X$  базові показники якості відповідають трьом градаціям якості «задовільно», «добре» і «відмінно». Отримують точки, які з'єднують прямими лініями, що показано на рисунку.



Для переведення будь-якого розмірного показника якості  $x$ , в безрозмірний показник бажаності  $y$  у величину показника  $x$  відкладають по відповідній осі (див. рисунок). Через цю точку провадять пряму, паралельну осі  $OY$  до перетинання з відповідною прямою  $y=f(x)$ . З точки перетинання провадять лінію, паралельну осі  $Xd$ , до перетинання з кривою  $d = f(x)$ . З цієї точки провадять перпендикуляр на вісь  $Od$ , за яким визначають відповідне значення показника бажаності  $d$ . Таким чином, визначено показники бажаності для всіх розмірних показників якості, обраних для розрахунку комплексного показника якості матеріалу. Після перетворення окремих розмірних показників якості  $x$  в безрозмірні показники бажаності  $d$ , можна розрахувати узагальнену функцію бажаності, тобто комплексний показник якості матеріалів за формулою:

$$K_o = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot J_{i,0}}{\sum_{i=1}^n J_{i,0}}, \quad (8)$$

де  $p$  – кількість показників якості, дібраних для розрахунку комплексного показника якості матеріалів експертним методом;  
 $J_{i,0}$  – коефіцієнт вагомості показників якості;  
 $d_i$  – показники бажаності цих показників якості.

Значення комплексного показника ( $K_c$ ) порівнюють зі шкалою бажаності та оцінюють якість матеріалу в цілому. Таким чином, комплексний показник якості замінює сукупність показників і в одному числовому значенні виражає рівень якості матеріалу. Це спрощує і полегшує порівняльний аналіз рівня якості різних матеріалів.

Дані розрахунку комплексного показника якості матеріалів для верху взуття з використанням узагальненої функції бажаності наведено в табл. 5.

ТАБЛИЦЯ 5 – Комплексне оцінювання якості матеріалів для верху взуття із застосуванням узагальненої функції бажаності

Суттєво вагомий показник якості	Коефіцієнт вагомості, $J_{i0}$	Вид матеріалу					
		Варіант 1		Варіант 2		Варіант 3	
		$P_{фак}$	$d_i$	$P_{фак}$	$d_i$	$P_{фак}$	$d_i$
Водопроникність за динамічних умов, хв	0.20	23	0.61	42	0.80	25	0.64
Стійкість покриття проти багаторазового згинання, мегацикли	0.19	3.5	0.70	3.5	0.70	3.5	0.70
Паропроникність, мг/см <sup>2</sup> -год	0.18	6	0.69	5.7	0.66	6.5	0.71
Теплопровідність, Вт/м·°С	0.15	0.082	0.72	0.081	0.73	0.071	0.75
Напруження за появи тріщин лицьового шару, МПа	0.14	17	0.75	16	0.73	16	0.73
Гігроскопічність, %	0.14	21	0.66	18	0.53	17	0.47
Комплексний показник якості $K_c$	–	–	0.68	–	0.70	–	0.67

За такою самою схемою провадять вибір підкладкових та проміжних деталей верху і низу взуття.

За необхідності за цією ж схемою можна вибирати клеї, нитки та інші матеріали для виготовлення взуття.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бичківський Р.В., Столярчук П.Г., Гамула П.Р. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2002. – 560 с.
2. Боженко Л.І., Гутта О.Й. Управління якістю, основи стандартизації та сертифікації продукції: Навч. посібник. – Львів, 2001. – 176 с.
3. Вакуленко А.В. Управління якістю: Навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. – К.: КНЕУ, 2004. – 167 с.
4. Законодавство України про стандартизацію, метрологію і сертифікацію: Зб. нормат. актів. – К.: Юрінком Інтер, 2003. – 448 с.
5. Исикава К. Японские методы управления качеством. – М.: Экономика, 1988.
6. Каталог нормативних документів 2006: У 2 т. /Держспоживстандарт. – К., 2006. – Т. 1. – 327 с.; Т. 2. – 452 с.
7. Кириченко Л.С., Мережко А.В. Основи стандартизації, метрології, управління якістю: Навч. посібник. – К.: Київ. нац. торг.-екон. університет, 2001. – 446 с.
8. Коїфман Ю.І. та інші. Міжнародна стандартизація та сертифікація систем якості. Довідник. – Львів-Київ. – Видання ТК-93. – 1995.

Одержано 17.03.2011

СПОСОБИ  
зав'язування  
вузла  
КРАВАТКИ

