

УДК 687.016

**РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ
ОЦІНКИ ЯКОСТІ ФОРМЕНОГО ОДЯГУ
ЗА ЕСТЕТИЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ**

© **О. О. Слітюк, М. В. Колосніченко, д.т.н., професор,
В. М. Кліменко, к.т.н., професор, А. С. Зенкін, д.т.н., професор,
Київський національний університет технології та дизайну,
Київ, Україна**

В статье рассмотрены вопросы, связанные с разработкой математической модели оценки эстетического уровня качества швейных изделий, в частности форменной одежды. Для решения этой задачи использовались математические методы, основанные на асимптотическом распределении экстремальных значений, точечной и интервальной оценках.

In article are considered questions, connected with development of the mathematical model of the estimation aesthetic level quality sewing product, in particular uniform cloth. For decision of this problem were used mathematical methods, founded on asymptotic distribution of extreme importances, point and interval estimation.

Постановка проблеми

В останні роки на Україні намітилась стійка тенденція розвитку виробництва такого виду швейних виробів, як формений одяг. Це одяг, як для працівників державних структур, так і за замовленнями фірм, зацікавлених у формуванні свого іміджу. При оцінці якості форменого одягу естетичні показники займають особливе місце [1]. Це викликано тим, що такий одяг повинен виконувати інформативну функцію, а це забезпечується саме його зовнішнім виглядом. На даний час, у більшості випадків, оцінка естетичних показників якості форменого одягу здійснюється експертним методом, що не дозволяє досить повно та об'єктивно оцінити якість виробу. Цьому методу властива недостатня обґрунтованість і аргументованість проектних рішень і, як наслідок, — можливість прояву суб'єктивізму, прийняття не кращих

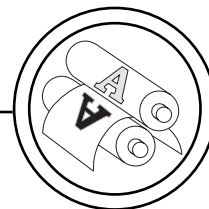
проектних варіантів. Таким чином, розробка методів, що дозволяють проводити кількісну оцінку естетичних показників якості, зокрема форменого одягу, представляють науковий та практичний інтерес.

Аналіз попередніх досліджень

Останнім часом намічаються напрямки, присвячені аналітичним (розрахунковим) методам оцінки естетичності зокрема в архітектурі, техніці [2]. Такі підходи очевидно можна використовувати і для оцінки естетичної якості форменого одягу. Окремі роботи, присвячені рішенню цих питань, не дають чітких рекомендацій з використання аналітичних методів так і практичного їх використання.

Мета роботи

Розробити математичну модель оцінки якості форменого одягу за



естетичними показниками, з урахуванням їх різного розподілу. Зокрема в роботі буде розглянута оцінка одиничних, підгрупових, групових показників якості форменого одягу.

Результати проведених досліджень

Оцінка якості форменого одягу за естетичними показниками залежить від вірогідності оцінки всіх показників, що тією чи іншою мірою впливають на якість виробу [4]. Кожен показник, як правило, має свій розподіл якості, тому, у свою чергу, побудова оцінки якості виробу, пов'язана зі створенням єдиної оцінки, що кількісно визначає якість безлічі показників. Виникаючі при рішенні цієї задачі труднощі можуть бути вирішені за допомогою введення єдиної для всіх показників штучної метрики. Очевидно, що набору значень кожного показника потрібно поставити у відповідність з деяким стандартним аналогом, що має шкалу оцінки якості від нуля до одиниці. При цьому дана шкала повинна бути однотипною для всіх значень показників. У тому випадку, коли значення показника визначене через експертні оцінки, будь-яка кількісна оцінка якості, обумовлена одним числом (точкова оцінка), може привести до помилки. У зв'язку з цим, крім точкової оцінки якості виробу доцільно використовувати для цих цілей і інтервальну оцінку. Для рішення поставленої задачі було використано статистичну систему Харрінгтона [3]. У цій системі за розподіл максимального значення фактора x , що дає мінімальну оцінку якості, узято асимптотичний розподіл у вигляді

$$Y^{\min}(x) = e^{-e^{-x}}, \quad (-\infty < x < \infty). \quad (1)$$

При цьому асимптотичний розподіл нормалізованого мінімуму, що дає максимальну оцінку якості, має вигляд

$$Y^{\max}(x) = 1 - e^{-e^x}, \quad (-\infty < x < \infty). \quad (2)$$

Користуючись (1—2), можна одержати точкову оцінку якості у вигляді їх середньоарифметичного значення

$$Y(x) = \frac{(e^{-e^{-x}} + 1 - e^{-e^x})}{2}, \quad (3)$$

що знаходиться в інтервалі

$$Y(x) \in [Y^{\min}(x); Y^{\max}(x)]. \quad (4)$$

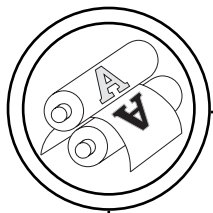
У роботі [5] автором були раніше показані графіки функцій Y^{\min} , Y , Y^{\max} і було також встановлено, що інтервальні границі розподілу значення точкової оцінки залежать від x і задаються різницею

$$\Delta(x) = Y^{\max}(x) - Y^{\min}(x).$$

У роботі [5] також показано, що найбільша довжина інтервалу при $x = 0$ дорівнює 0,264 і зі збільшенням x або його зменшенням довжина цього інтервалу різко падає. Це означає, що при високій або низькій якості показника довжина інтервалу прагне до нуля й оцінка практично збігається з точковою оцінкою. При рішенні цієї задачі обмежимося значенням фактора x за умови, що максимальна ймовірність точкової оцінки якості $Y(x)$ може мати значення не більше 0,975. Для цього розв'яжемо рівняння:

$$\frac{(e^{-e^{-x}} + 1 - e^{-e^x})}{2} = 0,975. \quad (5)$$

Рішення цього рівняння дає значення $x = 2,970195319$ і практичний інтервал зміни значення x має вигляд: $[-2,97; 2,97]$.



Перевірка можливості використання отриманих залежностей для оцінки естетичної якості форменого одягу здійснювалася в наступній послідовності. Спочатку було зроблено номенклатуру естетичних показників якості форменого одягу (ФО) [5—6], у якій було виділено три групи показників: інформаційна виразність, ступінь досконалості композиції моделі, товарний вигляд. Кожна група показників була підрозділена на підгрупи, які у свою чергу включали одиничні показники.

Далі експертним методом була проведена оцінка одиничних показників якості форменого одягу. У нашому випадку це був повсякденний формений одяг службовців МВС України. Вибірка експертних оцінок показників має статистичний характер і може описуватися певним розподілом на деякому проміжку оцінок із границями А, В.

Для оцінки якості показника були застосовані афінні перетворення, що зберігають відношення розподілу відрізка в даному відношенні. Нехай значення показника, дорівнює С з границями А, В. Якщо позначити через λ_C відношення, у якому точка С розділяє відрізок [А; В], то

$$\lambda_C = \frac{C-A}{B-C}. \quad (6)$$

Застосовуючи відношення λ_C та (6) до розподілу на [-2,97; 2,97], одержимо

$$\lambda_C = \frac{X_C + 2,97}{2,97 - X_C}. \quad (7)$$

У свою чергу використовуючи залежність (7) знайдемо відповідне

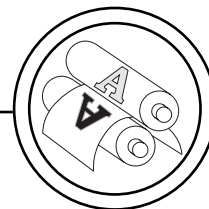
до С значення X_C на інтервалі [-2,97; 2,97]

$$X_C = 2,97 \cdot \frac{(\lambda_C - 1)}{(\lambda_C + 1)}. \quad (8)$$

Застосовуючи формули (1—2) і знайдене X_C за формулою (8), знаходимо інтервальну оцінку якості показника, а застосовуючи формулу (3) — точкову оцінку якості. При проведенні розрахунків за інтервал значень експертної оцінки було прийнято А = 0 і В = 5. У табл. 1 представлені чисельні значення показників якості за даними експертного опитування С, коефіцієнти розподілу λ_C , значення нижньої інтервальної границі Y_{ijk}^{\min} , верхньої інтервальної границі Y_{ijk}^{\max} , точкової оцінки Y_{ijk} одиничних показників якості, розраховані за формулами (8) і (1—3).

На першому кроці інтегральне значення якості К, що складає з N показників, представляється як середнє геометричне часткових значень Y. Така модель оцінки передбачає, що всі показники вагомі, і коли хоча б один з Y = 0, те інтегральне значення якості К = 0. З іншого боку, у тому випадку якщо всі Y = 1, то К = 1. Інтегральне значення якості дуже відчутно до малих частинних значень якості Y.

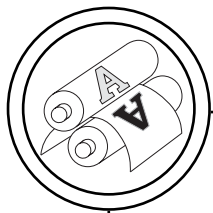
У роботі за інтервальну оцінку якості було прийнято розширений інтервал. Для цього ліву границю значення якості розрахуємо як середньо геометричне, а праву як середньоарифметичне. Такий підхід збільшує інтервал значень К, тому що середньоарифметичне завжди більше за середньо геометричне. Інтегральні оцінки якості по підгрупах розраховуються за формулами:



Таблиця 1

Чисельні значення показників якості за даними експертного опитування і значення, отримані за формулами (1—3, 8)

Індекс показника якості ФО	C	λ_C	X_C	Y_{ijk}	Y_{ijk}^{\min}	Y_{ijk}^{\max}
1.1.1	4,8	24	2,732	0,969	0,937	1
1.1.2	4,9	49	2,851	0,972	0,944	1
1.1.3	4,9	49	2,851	0,972	0,944	1
1.1.4	4,8	24	2,732	0,969	0,937	1
1.1.5	4,6	11,5	2,495	0,96	0,921	1
1.1.6	4,6	11,5	2,495	0,96	0,921	1
1.2.1	4,6	11,5	2,495	0,96	0,921	1
1.2.2	4,9	49	2,851	0,972	0,944	1
1.2.3	4,8	24	2,732	0,969	0,937	1
1.2.4	4,5	9	2,376	0,956	0,911	1
1.3.1	3,8	3,167	1,544	0,899	0,808	0,991
1.3.2	3,1	1,6316	0,713	0,741	0,612	0,87
1.3.3	2,9	1,381	0,475	0,668	0,537	0,8
1.3.4	2,9	1,381	0,475	0,668	0,537	0,8
1.4.1	4,9	49	2,851	0,972	0,944	1
1.4.2	4,8	24	2,732	0,969	0,937	1
1.4.3	4,7	15,667	2,614	0,965	0,929	1
2.1.1	4	4	1,782	0,921	0,845	0,997
2.1.2	4,5	9	2,376	0,956	0,911	1
2.1.3	4,7	15,667	2,614	0,965	0,929	1
2.1.4	4,8	24	2,732	0,969	0,937	1
2.2.1	3,8	3,167	1,544	0,899	0,808	0,991
2.2.2	4,3	6,143	2,138	0,944	0,889	1
2.2.3	4,2	5,25	2,02	0,938	0,876	0,999
2.3.1	4	4	1,782	0,921	0,845	0,997
2.3.2	3,8	3,167	1,544	0,899	0,808	0,991
3.1.1	4,9	49	2,851	0,972	0,944	1
3.1.2	4,8	24	2,732	0,969	0,937	1
3.2.1	4,7	15,667	2,614	0,965	0,929	1
3.2.2	4	4	1,782	0,921	0,845	0,997



Закінчення табл. 1

Індекс показника якості ФО	C	λ_C	X_C	Y_{ijk}	Y_{ijk}^{\min}	Y_{ijk}^{\max}
3.2.3	4	4	1,782	0,921	0,845	0,997
3.2.4	4,5	9	2,376	0,956	0,911	1
3.2.5	4,7	15,667	2,614	0,965	0,929	1
3.2.6	4,8	24	2,732	0,969	0,937	1

$$K_{ij}^{\min} = \sqrt[p]{\prod_{k=1}^p Y_{ijk}^{\min}}, \quad K_{ij} = \sqrt[p]{\prod_{k=1}^p Y_{ijk}},$$

$$K_{ij}^{\max} = \frac{1}{p} \sum_k K_{ijk}^{\max}, \quad (9)$$

де p — кількість показників у відповідних підгрупах.

Результати розрахунків за (9) представлені в табл. 2.

Таблиця 2
Чисельні значення підгрупових показників якості форменого одягу при інтегральній та інтервальній оцінках

Індекс показника якості ФО	K_{ij}^{\min}	K_{ij}	K_{ij}^{\max}
1.1	0,934	0,967	1
1.2	0,928	0,964	1
1.3	0,615	0,739	0,865
1.4	0,937	0,968	1
2.1	0,905	0,952	0,999
2.2	0,857	0,927	0,997
2.3	0,826	0,910	0,994
3.1	0,94	0,970	1
3.2	0,899	0,949	

Інтегральну оцінку групових показників розрахуємо за формулами:

$$K_i^{\min} = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n K_{ij}^{\min}}, \quad K_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n K_{ij}}$$

$$K_{ij}^{\max} = \frac{1}{n} \sum_j K_{ij}^{\max}, \quad (10)$$

де n — кількість показників у відповідній групі.

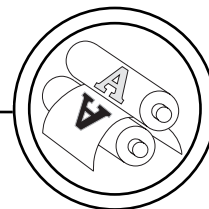
Результати розрахунків за (10) представлені в табл. 3.

Нарешті визначимо комплексну естетичну оцінку якості форменого одягу за формулами:

$$K^{\min} = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m K_i^{\min}}, \quad K = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m K_i},$$

Таблиця 3
Чисельні значення групових показників якості форменого одягу при інтегральній та інтервальній оцінках

Індекс показника якості ФО	K_i^{\min}	K_i	K_i^{\max}
1	0,840	0,904	0,966
2	0,862	0,930	0,997
3	0,919	0,960	1



Таблиця 4

Чисельні значення комплексного показника естетичності, форменого одягу при інтегральній та інтервальній оцінках

Індекс показника якості ФО	K_{\min}	K	K_{\max}	$\Delta = K_{\max} - K_{\min}$
0	0,873	0,931	0,988	0,115

$$K^{\max} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m K_i^{\max}, \quad (11)$$

де m — кількість основних показників.

Розрахунки за (11) представлені в табл. 4.

Звідси випливає, що пропонується модель форменого одягу має дуже високу естетичну якість 93,1 %, що знаходиться в межах від 87,3 % до 98,8 %.

Висновки

1. Запропоновано статистичний метод оцінки естетичних показ-

ників якості форменого одягу з використанням асимптотичного розподілу Харрінгтона.

2. Для одержання оцінки якості показників якості пропонується використовувати афінні перетворення, що дають можливість здійснити перехід від фіксованих значень до нормованої величини.

3. Апробування запропонованого статистичного методу оцінки якості форменого одягу показало, що його використання дозволяє знаходити оцінку якості будь-якого виробу на стадіях проектування, виробництва і споживання.

1. Хвастунов Р. М., Холопов В. Н. Об оценке эстетических свойств товаров // Методы менеджмента качества. — 2002. — № 9. — С. 26—29. 2. Божко Ю. Г. Эстетические свойства архитектуры. Моделирование и проектирование. — К.: Будівельник, 1990. — 144 с. 3. Harrington E. C. Chem. Engng. Progr. — 1963. — № 59. — С. 132—147. 4. Слітюк О. О. Вибір та обґрунтування номенклатури естетичних показників якості форменого одягу // Вісник КНУТД. — 2004. — № 6. — С. 122—126. 5. Трищ Р. М., Слітюк Е. А. Обобщенная точечная и интервальная оценки качества изготовления детали ДВС // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2006. — № 1/2. — С. 63—67. 6. Слітюк О. О., Зенкін А. С. Методика оцінки естетичного рівня якості швейних виробів // Технологія і техніка друкарства: Зб. наук. пр. ВПІ НТУУ «КПІ». — 2005. — № 1(17). — С. 43—48.

Надійшла до редакції 30.06.06