

ХЛІБНИКОВА Н. Б.

Черкаський державний бізнес-коледж

ORCID: 0000-0003-1487-1950

e-mail: khliebnikovnb@gmail.com

ДАНИЛКОВИЧ А. Г.

Київський національний університет технологій та дизайну

ORCID: 0000-0002-5707-0419

e-mail: ag101@ukr.net

## ОЦІНКА ЯКОСТІ ХУТРОВОГО ВЕЛЮРУ

У роботі встановлена кількісна оцінка якості хутрового велюру з сировини овчини і шкурок нутрії, отриманих за розробленими технологіями з використанням алкенмалеїнової композиції. Розрахований комплексний показник якості гідрофобізованого хутрового велюру і шкурок нутрії, який включає 10 значущих експериментально визначених показників. За комплексним показником якості гідрофобізований велюровий матеріал суттєво переважає хутровий велюр, отриманий за типовими технологіями, особливо після його дощування. Отримані матеріали можуть ефективно використовуватись для виготовлення одягових виробів, придатних для експлуатації в екстремальних умовах при дії дощу і снігу.

Ключові слова: хутровий велюр, овчини, шкурки нутрії, гідрофобізація, властивості, комплексний показник якості, функція Харрінгтона.

KHLIEBNIKOVA N.

Cherkasy State Business College

DANYLKOBYCH A.

Kyiv National University of Technologies and Design

## QUALITY ASSESSMENT OF FUR VELOUR

The paper offers a quantitative assessment of the quality of fur velour made of raw sheepskin and nutria skins obtained by the developed technologies. For this purpose, hydrophobized fur velour made of semi-fine-wool sheep skins and nutria skins with low-quality bristle hair has been used. The tanned semi-finished product of sheepskin and male nutria after moisture removal has been processed with a grinding skin of 4-5 grit. Fur velour is obtained from raw materials of inhomogeneous structure in different topographic areas, low density, but with satisfactory physical and mechanical properties of leather fabric, which in its quality meets standards requirements. The hydrophobization process is carried out with a composition based on  $\alpha$ -alkenes  $C_{20-24}$  and maleic anhydride with an average molecular weight of 38 10<sup>3</sup>. According to the purpose of the research, a comprehensive assessment of the quality level of hydrophobized fur velour has been performed. A number of tasks have been implemented. Individual indicators of fur velour have been selected and ranked by experts. Their significance has been determined. The range of dimensional indicators of fur velour quality has been pointed out according to the scale of desirability. Desirability functions of velour quality significant indicators and complex quality index (CQI) of hydrophobized fur velour have been developed. The results of CQI development of sheepskin and nutria skins hydrophobized fur velour have been analyzed.

CQI of hydrophobized fur velour and nutria skins, which includes 10 significant experimentally determined indicators has been calculated. According to the CQI, the hydrophobized velour material significantly outperforms fur velour obtained by standard technologies, especially after its sprinkling. Hydrophobized velour of sheepskin and nutria is characterized by a higher thermal resistance of 1.17 and 1.15 times, respectively, in comparison with control samples. The obtained materials can be effectively used to manufacture clothing items suitable for use in extreme conditions under rain and snow.

Key words: fur velour, sheepskin, nutria skins, hydrophobization, properties, complex quality index, Harrington function.

### Постановка проблеми

Інноваційні технології виготовлення матеріалів для швейних виробів осінньо-зимового сезону з комплексом експлуатаційних властивостей мають велике значення при їх експлуатації в екстремальних умовах. При цьому особлива увага приділяється визначенню якості продукції на всіх виробничих стадіях технологічного процесу. Оскільки при експлуатації виробів має враховуватись такий набір властивостей, які б задовольняли комплекс вимог споживачів до товару в повному обсязі. Водночас врахування впливу всіх властивостей товару можливе тільки при визначенні його одиничних показників та їх об'єднання у комплексний показник якості. Оцінювання якості проводиться з метою визначення споживної цінності товару за диференційними значеннями окремих показників.

Ефективним засобом оцінювання підвищеного технічного рівня виробництва та якості товарів, вдосконалення технології та організації виробництва вважається комплексне оцінювання якості готової продукції. Ефективність реалізації технології встановлюється обґрунтованим вибором значимих показників, на основі яких розраховується комплексний показник якості готової продукції. При його визначенні слід враховувати значні ускладнення у зв'язку з необхідністю встановлення ефективного методу оцінки якості товару. При розробленні нових методів контролю якості продукції необхідно також враховувати значення нестандартних показників, які б всебічно її характеризували. Це особливо важливо при створенні багатостадійних, матеріалоємних технологій, що передбачають використання широкого асортименту реагентів, таких як виробництво шкіряних і хутрових матеріалів.

### Аналіз останніх джерел

У технологіях розробки інноваційних конкурентоспроможних продуктів і матеріалів, визначення ефективних методів оцінки якості має важливе значення. Огляд методів оцінки якості промислової продукції розглянуто в роботі [1]. При цьому увага приділена особливостям встановлення рівня якості за окремими якісними і кількісними показниками продукції згідно міжнародного стандарту International Organization for Standardization (ISO) на основі врахування пропозицій як експертів, так і споживачів. Класифікація властивостей товарної продукції за групами, на основі яких визначається її якість наведено в публікації [2]. Водночас рівень якості продукції контролюється на всіх стадіях інноваційного процесу з врахуванням вимог ISO серії 9000.

У роботі [3] наведені основні аспекти ефективності експертного визначення показників якості сировини. При цьому проаналізовано методи оцінювання одиничних показників, розглянуто основні підходи при встановленні їх значимості та запропонована геометрична модель комплексного показника якості висококремнеземної сировини. У статті [4] пропонується метод комплексної оцінки якості продукції для задоволення потреб споживачів. Авторами використано метод Дельфі для побудови адекватної моделі об'єкту прогнозування. У роботі [5] проведена комплексна оцінка якості багатошарових утеплювачів зі штучного хутра і вовни на основі дослідження їх фізико-механічних властивостей. Запропонований алгоритм комплексної оцінки якості водостійких шкір [6] з використанням узагальненої функції бажаності.

Порівняльний аналіз якості нетканих утеплювальних матеріалів для взуття наведено у роботі [7]. Авторами розглянуто графічний метод комплексної оцінки якості, що передбачає можливість за отриманою діаграмою встановлення впливу кожного показника на якість готової продукції. Визначені значущості показників різних видів натуральної шкіри на основі дослідження комплексу їх фізико-хімічних властивостей наведено у роботі [8]. Отримані результати можуть бути використаними для ідентифікації виду шкіряного матеріалу.

Отже, розглянуто методи визначення якості продукції різних видів, комплексний показник якості матеріалів, що передбачає встановлення значущості й вагомості окремих показників, які визначають конкурентну здатність та споживну цінність продукції. Слід відзначити відсутність робіт, в яких наводиться порівняльний аналіз різних методів визначення комплексного показника якості продукції.

**Метою дослідження** є проведення комплексного оцінювання рівня якості гідрофобізованого хутрового велюру, виготовленого за розробленими технологіями. Для цього поставлено наступні завдання дослідження:

- вибір одиничних показників хутрового велюру, їх ранжування, визначення вагомості та значущості;
- визначення меж розмірних показників якості хутрового велюру за шкалою бажаності;
- розрахунок функції бажаності значущих показників якості велюру;
- визначення комплексного показника якості (КПЯ) гідрофобізованого хутрового велюру;
- аналіз результатів визначення КПЯ гідрофобізованого хутрового велюру овчини і шкурок нутрії.

#### Матеріали і методи оцінювання якості гідрофобізованого хутрового велюру

У роботі використаний гідрофобізований хутровий велюр, вироблений зі шкур овець напівтонкорунних [9] та шкурок нутрій [10] з неякісним остьовим волосом за розробленими технологіями [11, 12]. Дублений напівфабрикат овчини і самців нутрій після видалення вологи обробляється шліфувальною шкуркою зернистості 4–5 за технологією [13]. Хутровий велюр отримується з сировини неоднорідної структури в різних топографічних ділянках, зниженої щільності, але із задовільними фізико-механічними властивостями шкірної тканини, який за її якістю відповідає вимогам стандартів [14, 15]. Процес гідрофобізації здійснюється композицією на основі  $\alpha$ -алкелнів  $C_{20-24}$  і малеїнового ангідриду з середньчисловою молекулярною масою  $38 \cdot 10^3$ .

При визначенні КПЯ гідрофобізованого хутрового велюру проводяться його дослідження фізико-хімічних і технологічних властивостей за методиками [16]. Дослідження стійкості шкірної тканини хутрового велюру щодо дії води визначали шляхом дождювання протягом 30 хв за методикою [17]. Алгоритм визначення КПЯ гідрофобізованого хутрового велюру включає ряд послідовних етапів, що відображено на рис. 1.

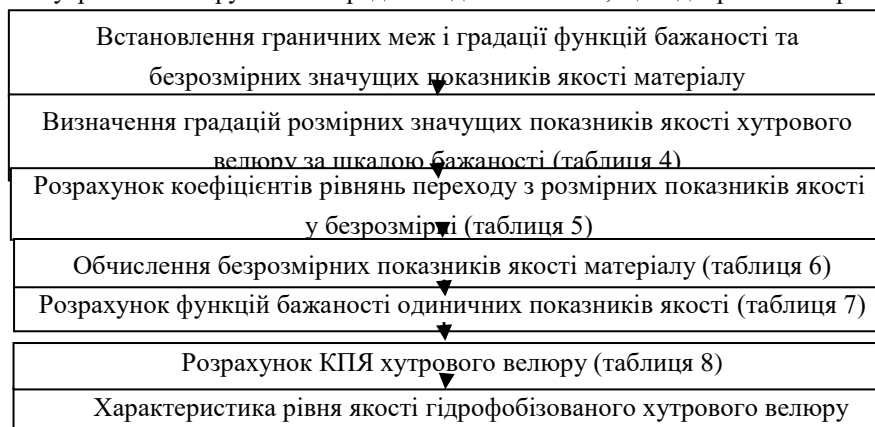


Рис. 1. Алгоритм визначення КПЯ гідрофобізованого хутрового велюру

Встановлення номенклатури показників якості для визначення КПЯ хутрового велюру ґрунтується на нормативній документації. За основу були прийняті показники якості вичинених нефарбованих хутрових шкур, які використовуються у готових виробів шкірною тканиною назовні [18, 19], що застосовують при проведенні науково-дослідних робіт. У загальну номенклатуру одиничних показників якості, що підлягають ранжуванню експертами використовуються показники, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

**Номенклатура одиничних показників якості для ранжування**

| Назва показника якості  | Одиниця виміру                      | Позначення показника | Властивість, що характеризує показник                        |
|---|-------------------------------------|----------------------|--|
| <b>1 Функціональні показники</b>  |                                     |                      |  |
| Навантаження при розриві шкірної тканини                                      | Н                                   | Р                    | Міцність шкірної тканини                                     |
| Межа міцності при розтягуванні шкірної тканини                                | МПа                                 | σ                    | Те саме  |
| Відносне видовження шкірної тканини при розриві                               | %                                   | Е                    | Деформованість шкірної тканини                               |
| Відносне повне видовження шкірної тканини при напруженні 4,9 МПа              | %                                   | Е <sub>1</sub>       | Те саме  |
| Відносне залишкове видовження шкірної тканини при напруженні 4,9 МПа          | %                                   | Е <sub>2</sub>       | Пластичність шкірної тканини                                 |
| Відносне пружне видовження шкірної тканини при напруженні 4,9 МПа             | %                                   | Е <sub>пр</sub>      | Пружність шкірної тканини                                    |
| Коефіцієнт пластичності шкірної тканини                                       |                                     | К*                   | Пластичність шкірної тканини                                 |
| Сумарний тепловий опір хутрової шкурки  | град·м <sup>2</sup> /Вт             | R <sub>сум</sub>     | Теплозахист хутра  |
| <b>2 Ергономічні показники</b>  |                                     |                      |  |
| Повітропроникність  | м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·с) | В                    | Здатність пропускати повітря                                 |
| Паропроникність   | кг/(м <sup>2</sup> ·с)              | А <sub>п</sub>       | Здатність пропускати пари води                               |
| Пароемність   | г/с                                 | А <sub>е</sub>       | Здатність поглинати пари води                                |
| Водопромокання у динамічних умовах  | с                                   | W <sub>д</sub>       | Динамічна водостійкість                                      |
| Водопроникність у динамічних умовах   | кг                                  | V <sub>д</sub>       | Динамічна водостійкість                                      |
| Вологоємність у динамічних умовах, 2-годинна                                  | %                                   | W <sub>2</sub>       | Здатність поглинати воду                                     |
| Вологовіддача   | %                                   | W <sub>0</sub>       | Здатність віддавати воду                                     |
| <b>3 Естетичні показники</b>  |                                     |                      |  |
| Колористичне оформлення шкірної тканини і волосяного покриву хутрового велюру | бал                                 | КО*                  | Колористичне оформлення шкірної тканини і волосяного покриву |
| Якість оздоблення шкірної тканини   | бал                                 | Я <sub>штг</sub> *   | -  |
| Якість оздоблення волосяного покриву  | бал                                 | Я <sub>вп</sub> *    | -  |

Примітка. \* Позначення введені авторами.

Для встановлення значущих показників якості хутрового велюру використовується *експертний метод* [20], який полягає у *ранжуванні* одиничних показників таблиці 1 за значимістю.

При визначенні вагомості одиничних показників якості хутрового велюру, з'ясуванні узгодженості думок експертів та статистичної значущості отриманих результатів у дослідженні застосовуються математико-статистичні методи [21].

Узгодженість думок експертів підтверджується розрахунком коефіцієнту конкордації [22] за формулою:

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} \left[ m^2 (k^3 - k) - m \sum_{j=1}^m T_j^{(i)} \right]}, \tag{1}$$

де  $S = \sum_{i=1}^k \left( \sum_{j=1}^m r_{ij} - \bar{r} \right)^2$  – сума квадратів відхилень суми рангів кожного показника від середньої суми

рангів;

m – кількість експертів;

k – кількість суттєво впливових (значущих) показників якості хутрового велюру;

i, j – лічильники відповідно кількості показників і експертів;

$T_j^{(i)} = \sum_{i=1}^p (t_j^3 - t_j)$  – показник дробових рангів;

p – кількість груп однакових (зв'язаних) рангів у i-рядку;

t<sub>j</sub> – кількість зв'язаних рангів у p-групі j-го експерта;

$$\bar{r} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m r_{ij} - \text{середня сума рангів};$$

$r_{ij}$  - ранг кожного і-го показника, приписаний j-м експертом.

Статистична значущість коефіцієнта конкордації перевіряється критерієм Пірсона  $\chi^2$  за формулою:

$$\chi_p^2 = m(k-1)W > \chi_o^2(f, q), \quad (2)$$

де  $\chi_p^2$  і  $\chi_o^2$  – відповідно розрахункове і табличне значення критерію Пірсона;

$\chi_o^2(f, q)$  – табличне значення критерію Пірсона при  $f = k-1$  ступенях свободи і рівні значущості  $q = 0,05$ .

У дослідженні застосовано метод комплексної оцінки якості з використанням розрахованого показника, що передбачає компенсацію низького рівня одних властивостей за рахунок високого рівня інших і визначає загальний рівень якості досліджуваного матеріалу за формулою:

$$K_i^{(j)} = \sum_{i=1}^k \mu_i / \sum_{i=1}^k \frac{\mu_i}{d_i}, \quad (3)$$

де  $\mu_i$  – вагомість і-го показника якості, що розраховували за відношенням рангів  $\sum_{j=1}^m r_{ij} / \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^m r_{ij}$ ;

$d_i$  – функція бажаності і-го показника якості, яка розраховується за формулою:

$$d_i = \exp[-\exp(-y'_i)] \quad (4)$$

де  $y'_i$  – безрозмірний показник якості, що відповідає розмірному значенню і-го показника якості, розраховується за формулою (5):

$$y'_i = b_0^{(i)} + b_1^{(i)} y_i, \quad (5)$$

де  $b_0$ ,  $b_1$  – коефіцієнти лінійної залежності безрозмірного показника  $y'_i$ ;  $y_i$  – розмірне значення показника якості.

Коефіцієнти  $b_0$ ,  $b_1$  визначаються із системи рівнянь (6):

$$\begin{cases} 0 = b_0^{(i)} + b_1^{(i)} y_i^{\text{гірше}} \\ 1,53 = b_0^{(i)} + b_1^{(i)} y_i^{\text{краще}} \end{cases}, \quad (6)$$

де 0; 1,53 – граничні значення безрозмірного показника  $y'_i$ , які розраховуються за рівняннями:

$$y_i^{\text{гірше}} = -\ln(-\ln d_{\text{гірше}}), \quad y_i^{\text{краще}} = -\ln(-\ln d_{\text{краще}}) \quad (7)$$

$y_i^{\text{гірше}}$ ,  $y_i^{\text{краще}}$  – відповідно найгірше і найкраще значення показника якості  $y_i$ .

Граничні значення показників  $d_i$  та  $y'_i$  визначаються при лінійних залежностях між одиничними показниками та їх безрозмірними значеннями. Вибір і обґрунтування меж значень одиничних показників  $y_i$  здійснюється залежно від об'єкта дослідження на основі аналізу існуючої нормативно-технічної документації, літературних даних та за результатами проведених досліджень.

### Результати оцінювання якості гідрофобізованого хутрового велюру

При дослідженні сформовано вихідну матрицю ранжування експертами одиничних показників якості (таблиця 2) хутрового велюру, у якій показникам було надано ранги.

Таблиця 2

Вихідна матриця ранжування одиничних показників якості хутрового велюру

| Показники        | Ранг показника, що привласнений експертом |    |    |    |    |   |    |    |    |
|------------------|---|----|----|----|----|---|----|----|----|
|                  | 1   | 2  | 3  | 4  | 5  | 6 | 7  | 8  | 9  |
| 1                | 2   | 3  | 4  | 5  | 6  | 7 | 8  | 9  | 10 |
| функціональні    | 1   | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1  | 1  | 1  |
| P                | 5   | 11 | 13 | 12 | 13 | 8 | 10 | 11 | 13 |
| $\sigma$         | 3   | 6  | 3  | 4  | 7  | 4 | 5  | 5  | 6  |
| E                | 5   | 6  | 9  | 7  | 6  | 9 | 7  | 9  | 10 |
| E <sub>1</sub>   | 3   | 9  | 6  | 4  | 4  | 7 | 4  | 8  | 5  |
| E <sub>2</sub>   | 1   | 2  | 1  | 2  | 1  | 1 | 1  | 2  | 3  |
| E <sub>пр</sub>  | 2   | 3  | 5  | 3  | 2  | 3 | 3  | 2  | 4  |
| K                | 5   | 7  | 8  | 8  | 8  | 7 | 6  | 8  | 7  |
| R <sub>сум</sub> | 2   | 1  | 2  | 1  | 1  | 1 | 2  | 1  | 1  |
| ергономічні      | 2   | 2  | 1  | 2  | 1  | 1 | 2  | 1  | 1  |

Продовження табл. 2

|           |   |    |    |    |    |    |    |    |    |
|-----------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1         | 2 | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |
| В         | 2 | 4  | 7  | 5  | 4  | 7  | 4  | 4  | 5  |
| Ап        | 3 | 2  | 6  | 2  | 3  | 4  | 3  | 3  | 4  |
| Ае        | 5 | 7  | 7  | 8  | 9  | 6  | 8  | 7  | 8  |
| Wд        | 2 | 2  | 4  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  | 3  |
| Vд        | 4 | 8  | 8  | 9  | 10 | 9  | 9  | 10 | 11 |
| W2        | 4 | 3  | 10 | 10 | 11 | 10 | 9  | 11 | 10 |
| W0        | 4 | 10 | 14 | 11 | 12 | 11 | 10 | 12 | 12 |
| естетичні | 3 | 2  | 3  | 3  | 2  | 3  | 3  | 3  | 3  |
| КО        | 2 | 1  | 2  | 1  | 2  | 2  | 1  | 2  | 2  |
| Яшт       | 1 | 5  | 8  | 6  | 5  | 6  | 5  | 6  | 8  |
| Явп       | 6 | 12 | 15 | 13 | 14 | 12 | 11 | 13 | 14 |

Отримані результати ранжування одиничних показників якості хутрового велюру свідчать про перевагу функціональних показників перед іншими. За значущістю ергономічні показники займають перше і друге місця при співвідношенні думок експертів відповідно 56 % і 44 %. Третє місце належить естетичним показникам за визначенням 78,0 % експертів. Про високу узгодженість думок експертів свідчить коефіцієнт конкордації (1), який складає 0,894. Статистична значущість даного результату також підтверджена критерієм Пірсона (2):

$$\chi_p^2 = 136,7726 > \chi_o^2 (18 - 1 = 17; 5 \%) = 27,587.$$

Вагомість значущих одиничних показників якості матеріалу  $\mu_i$  наведена в таблиці 3 і на рис. 1.

Таблиця 3

Вагомість значущих показників якості хутрового велюру

| Показник                                     | R <sub>сум</sub> | E <sub>2</sub> | КО    | W <sub>д</sub> | E <sub>пр</sub> | Ап    | В     | σ     | Яшт   | E <sub>1</sub> | Разом |
|--|------------------|----------------|-------|----------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|----------------|-------|
| Сума рангів показника, $\sum \tilde{r}_{ij}$ | 162              | 159            | 157   | 138,5          | 135,5           | 128   | 108,5 | 105,5 | 100,5 | 96,5           | 1291  |
| Вагомість показника, $\mu_i$                 | 0,125            | 0,123          | 0,122 | 0,107          | 0,105           | 0,099 | 0,084 | 0,082 | 0,078 | 0,075          | 1,0   |

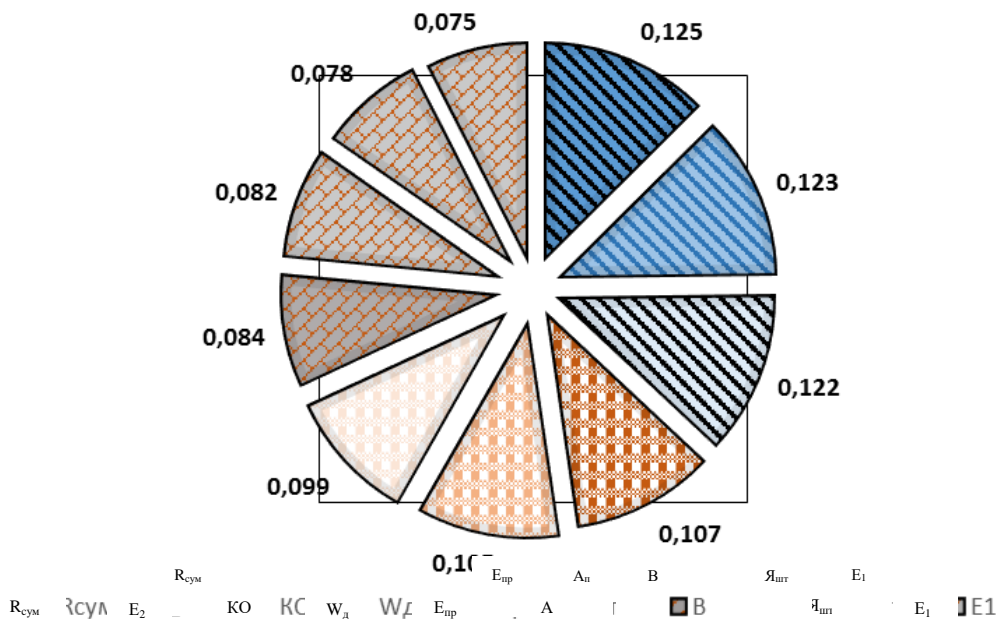


Рис. 1. Секторна діаграма вагомостей значущих одиничних показників якості матеріалу

Згідно аналізу одиничних показників якості хутрового велюру за сумами рангів можна виділити п'ять груп. До першої увійшли показники якості, що позначені як R<sub>сум</sub>, E<sub>2</sub>, КО; до другої – W<sub>д</sub>, E<sub>пр</sub>, Ап; до третьої – В, σ, Яшт, E<sub>1</sub>; до четвертої – Ае, К, Е, W<sub>2</sub>, V<sub>д</sub> і до п'ятої – W<sub>0</sub>, Р, Явп. Суттєвими показниками якості хутрового велюру можна вважати показники якості перших трьох груп (рис. 1), оскільки між ними та рештою показників маємо збільшений ранговий розрив.

Результати розрахунків середніх рангів показників за їх групами вказують на те, що функціональні показники хутрового велюру є найбільш значущими показниками якості з середнім рангом 44,8, яким віддають перше місце 100 % експертів. За результатами проведеного дослідження встановлено, що водопомокання в динамічних умовах є одним з основних показників якості досліджуваних матеріалів, хоча

він і не входить у першу групу функціональних показників. Цей показник якості безпосередньо пов'язаний з естетичними властивостями і суттєво впливає на його функціональні властивості.

Для встановлення фактичного рівня значущих показників хутрового велюру овчини і шкурок нутрії проведено експериментальне дослідження їх властивостей (таблиця 4).

Таблиця 4

#### Експериментальні величини значущих показників хутрового велюру

| Показник                                   | Експериментальні значення показників велюру |      |                 |      |              |      |                 |      |
|--|---|------|-----------------|------|--------------|------|-----------------|------|
|  | гідрофобізованого                           |      |                 |      | контрольного |      |                 |      |
|  | вихідного                                   |      | після дощування |      | вихідного    |      | після дощування |      |
|  | О   | Н    | О               | Н    | О            | Н    | О               | Н    |
| $R_{\text{сум}}$ , град·м <sup>2</sup> /Вт | 0,49  | 0,31 | 0,48            | 0,28 | 0,42         | 0,27 | 0,13            | 0,07 |
| $E_2$ , %                                  | 11  | 9    | 13              | 11   | 12           | 8    | 21              | 20   |
| КО, бал                                    | 1,00  | 1,00 | 0,90            | 0,85 | 0,95         | 0,80 | 0,61            | 0,60 |
| $W_d$ , с                                  | 1680  | 1380 | 1360            | 870  | 20           | 15   | 0               | 0    |
| $E_{\text{пр}}$ , %                        | 15  | 12   | 15              | 12   | 10           | 11   | 8               | 7    |
| $A_{\text{п}}$ , кг/(м <sup>2</sup> ·с)    | 7,5   | 8,1  | 5,9             | 5,7  | 5,3          | 6,8  | 1,2             | 1,4  |
| $B$ , м <sup>3</sup> /(м <sup>2</sup> ·с)  | 0,27  | 0,24 | 0,19            | 0,1  | 0,15         | 0,13 | 0,04            | 0,05 |
| $\sigma$ , МПа                             | 1,32  | 0,69 | 1,27            | 0,63 | 1,14         | 0,66 | 1,02            | 0,48 |
| $Y_{\text{шт}}$ , бал.                     | 1,00  | 1,00 | 0,85            | 0,85 | 0,90         | 0,80 | 0,60            | 0,60 |
| $E_1$ , %                                  | 26  | 21   | 28              | 23   | 22           | 19   | 29              | 27   |

Згідно отриманим даним гідрофобізований велюру овчин за стійкістю до дії води переважає велюру нутрії і особливо контрольний зразок з овчини, отриманий за типовою технологією, відповідно в 1,22 і 84 рази. Після дощування стійкість до дії води в динамічних умовах гідрофобізованих зразків велюру овчини і шкурок нутрії зменшується відповідно в 1,24 і 1,59 рази. Слід відзначити, що вихідні контрольні зразки велюру як овчини, так і нутрії відзначаються суттєво низьким значенням цього показника. Водночас гідрофобізований велюру овчини і нутрії до дощування порівняно з контрольними зразками характеризуються більшим тепловим опором відповідно в 1,17 і 1,15 рази. Не дивлячись на те, що після дощування абсолютні значення показника теплового опору знижуються, спостерігаємо аналогічну залежність – гідрофобізовані зразки є відносно кращими за контрольні в 3,7 і 4,0 рази. Отже гідрофобізовані зразки велюру овчини і шкурок нутрії суттєво переважають контрольні зразки велюру, отримані за типовою технологією.

Для розрахування КПЯ велюру використовуються безрозмірні значення значущих показників якості. З цією метою використовується функція бажаності Харрінгтона, яка передбачає зміну числових значень показників якості в інтервалі 0–1 (таблиця 5), яким відповідають зміни безрозмірних показників якості.

Таблиця 5

#### Межі та градації показника бажаності та безрозмірних показників якості

| Показник   |                       | Градація показника якості |            |           |            |
|------------|-----------------------|---------------------------|------------|-----------|------------|
| Позначення | Назва                 | незадовільно              | задовільно | добре     | дуже добре |
| $d$        | показник бажаності    | <0,37                     | 0,37–0,62  | 0,63–0,79 | ≥0,80      |
| $y'_i$     | безрозмірний показник | <0                        | 0,00–0,76  | 0,77–1,52 | ≥1,53      |

Таблиця 6

#### Градації розмірних значущих показників якості хутрового велюру

| Показник         | Градація показника якості |            |             |            |
|------------------|---------------------------|------------|-------------|------------|
|                  | незадовільно              | задовільно | добре       | дуже добре |
| $R_{\text{сум}}$ | <0,07                     | 0,07–0,27  | 0,28–0,48   | ≥0,49      |
| $E_2$            | >21                       | 21–14,5    | 14,4–8,1    | ≤8         |
| КО               | <0,37                     | 0,37–0,62  | 0,63–0,79   | ≥0,80      |
| $W_d$            | <10                       | 10–839     | 840–1679    | ≥1680      |
| $E_{\text{пр}}$  | <8                        | 8–11,4     | 11,5–14,9   | ≥15        |
| $A_{\text{п}}$   | <1,2                      | 1,2–4,64   | 4,65–8,09   | ≥8,1       |
| $B$              | <0,04                     | 0,04–0,154 | 0,155–0,269 | ≥0,27      |
| $\sigma$         | <0,48                     | 0,48–0,79  | 0,8–1,319   | ≥1,32      |
| $Y_{\text{шт}}$  | <0,37                     | 0,37–0,62  | 0,63–0,79   | ≥0,8       |
| $E_1$            | <19                       | 19–23,9    | 24–28,9     | ≥29        |

Структурними елементами функції бажаності стали інтервали шкали від «незадовільно» до «дуже добре». Верхні межі одиничних показників «незадовільно» визначаються з урахуванням значень нижніх меж «задовільно», межі «добре» – як середнє граничних значень рівнів «задовільно» та «дуже добре».

Визначені відповідні градації розмірних показників якості хутрового велюру за шкалою бажаності

наведені в таблиця 6.

Для встановлення безрозмірних значущих показників проводиться розрахунок коефіцієнтів  $b_0$ , та  $b_1$  з урахуванням меж зміни розмірних та безрозмірних показників якості з використанням систем рівнянь (6). Далі визначаються лінійні залежності переходу від розмірних до безрозмірних показників (таблиця 7).

Таблиця 7

**Лінійні залежності переведення розмірних значень показників якості  $y_i$  у безрозмірні  $y'_i$**

| Показники        | Системи рівнянь   | Лінійні залежності $y'_i$ від $y_i$ |
|------------------|---|-------------------------------------|
| $R_{\text{сум}}$ | $\begin{cases} 0 = b_0 + 0,07b_1 \\ 1,53 = b_0 + 0,49b_1 \end{cases}$ | $y'_i = -0,255 + 3,643y_i$          |
| $E_2$            | $\begin{cases} 0 = b_0 + 21b_1 \\ 1,53 = b_0 + 8b_1 \end{cases}$      | $y'_i = 2,472 - 0,118y_i$           |
| КО               | $\begin{cases} 0 = b_0 + 0b_1 \\ 1,53 = b_0 + 1b_1 \end{cases}$       | $y'_i = -1,317 + 3,558y_i$          |
| $W_d$            | $\begin{cases} 0 = b_0 + 10b_1 \\ 1,53 = b_0 + 1680b_1 \end{cases}$   | $y'_i = 0,001y_i$                   |
| $E_{\text{пр}}$  | $\begin{cases} 0 = b_0 + 8b_1 \\ 1,53 = b_0 + 15b_1 \end{cases}$      | $y'_i = -1,749 + 0,219y_i$          |
| $A_{\text{п}}$   | $\begin{cases} 0 = b_0 + 1,2b_1 \\ 1,53 = b_0 + 8,1b_1 \end{cases}$   | $y'_i = -0,266 + 0,222y_i$          |
| $B$              | $\begin{cases} 0 = b_0 + 0,04b_1 \\ 1,53 = b_0 + 0,27b_1 \end{cases}$ | $y'_i = -0,266 + 6,652y_i$          |
| $\sigma$         | $\begin{cases} 0 = b_0 + 0,48b_1 \\ 1,53 = b_0 + 1,32b_1 \end{cases}$ | $y'_i = -0,874 + 1,821y_i$          |
| $Y_{\text{шт}}$  | $\begin{cases} 0 = b_0 + 0b_1 \\ 1,53 = b_0 + 1b_1 \end{cases}$       | $y'_i = -1,317 + 3,558y_i$          |
| $E_1$            | $\begin{cases} 0 = b_0 + 19b_1 \\ 1,53 = b_0 + 29b_1 \end{cases}$     | $y'_i = -2,907 + 0,153y_i$          |

Для отримання безрозмірних показників якості хутрового велюру овчини (О) та шкурок нутрії (Н) (таблиця 8) значення експериментальних розмірних показників якості (таблиця 4) [13] використані в рівняннях (5).

Таблиця 8

**Безрозмірні показники якості хутрового велюру овчини та шкурок нутрії**

| Показник         | Безрозмірні значення показників якості $y'_i$ варіантів хутрового велюру |       |                 |       |              |       |                 |        |
|------------------|--|-------|-----------------|-------|--------------|-------|-----------------|--------|
|                  | гідрофобізованого в умовах експлуатації                                  |       |                 |       | контрольного |       |                 |        |
|                  | вихідного  |       | після дощування |       | вихідного    |       | після дощування |        |
|                  | О  | Н     | О               | Н     | О            | Н     | О               | Н      |
| $R_{\text{сум}}$ | 1,530  | 0,874 | 1,494           | 0,765 | 1,275        | 0,729 | 0,219           | 0      |
| $E_2$            | 1,177  | 1,412 | 0,942           | 1,177 | 1,059        | 1,530 | 0               | 0,118  |
| КО               | 2,242  | 2,242 | 1,886           | 1,708 | 2,064        | 1,530 | 0,854           | 0,818  |
| $W_d$            | 1,530  | 1,257 | 1,239           | 0,792 | 0,020        | 0,015 | 0,01            | 0,01   |
| $E_{\text{пр}}$  | 1,530  | 0,874 | 1,530           | 0,874 | 0,437        | 0,656 | 0               | -0,219 |
| $A_{\text{п}}$   | 1,397  | 1,530 | 1,042           | 0,998 | 0,909        | 1,242 | 0               | 0,044  |
| $B$              | 1,530  | 1,330 | 0,998           | 0,399 | 0,732        | 0,599 | 0               | 0,067  |
| $\sigma$         | 1,530  | 0,383 | 1,439           | 0,273 | 1,202        | 0,328 | 0,984           | 0      |
| $Y_{\text{шт}}$  | 2,242  | 2,242 | 1,708           | 1,708 | 1,886        | 1,530 | 0,818           | 0,818  |
| $E_1$            | 1,071  | 0,306 | 1,377           | 0,612 | 0,459        | 0     | 1,530           | 1,224  |

Для визначення КПЯ гідрофобізованого хутрового велюру овчини та шкурок нутрії розраховується функція бажаності  $d_i$  значущих показників якості за формулою (4). Розрахунки функцій бажаності значущих показників якості для хутрового велюру різних способів обробки обох видів сировини наведено в таблиці 9.

Таблиця 9

| Показник         | Функції бажаності значущих показників якості хутрового велюру        |       |                 |       |              |       |                 |       |
|------------------|--|-------|-----------------|-------|--------------|-------|-----------------|-------|
|                  | Функції бажаності $d_i$ показників якості варіантів хутрового велюру |       |                 |       |              |       |                 |       |
|                  | гідрофобізованого  |       |                 |       | контрольного |       |                 |       |
|                  | вихідного  |       | після дощування |       | вихідного    |       | після дощування |       |
|                  | О  | Н     | О               | Н     | О            | Н     | О               | Н     |
| $R_{\text{сум}}$ | 0,805  | 0,659 | 0,799           | 0,628 | 0,756        | 0,617 | 0,448           | 0,368 |
| $E_2$            | 0,735  | 0,784 | 0,677           | 0,735 | 0,707        | 0,805 | 0,368           | 0,411 |
| КО               | 0,899  | 0,899 | 0,859           | 0,834 | 0,881        | 0,805 | 0,653           | 0,643 |
| $W_d$            | 0,805  | 0,752 | 0,748           | 0,636 | 0,375        | 0,373 | 0,372           | 0,372 |
| $E_{\text{пр}}$  | 0,805  | 0,659 | 0,805           | 0,659 | 0,524        | 0,595 | 0,368           | 0,288 |
| $A_{\text{п}}$   | 0,781  | 0,805 | 0,703           | 0,692 | 0,668        | 0,749 | 0,368           | 0,384 |
| $B$              | 0,805  | 0,768 | 0,692           | 0,511 | 0,618        | 0,577 | 0,368           | 0,392 |
| $\sigma$         | 0,805  | 0,506 | 0,789           | 0,467 | 0,74         | 0,487 | 0,688           | 0,368 |
| $Y_{\text{шт}}$  | 0,899  | 0,899 | 0,834           | 0,834 | 0,859        | 0,805 | 0,643           | 0,643 |
| $E_1$            | 0,710  | 0,479 | 0,777           | 0,581 | 0,532        | 0,368 | 0,805           | 0,745 |

На основі даних таблиць 3 і 8 розраховуються співвідношення  $\mu/d_i$ . З використанням формули (3), на основі отриманих відносних значень визначаються КПЯ (таблиця 10).

Таблиця 10

| Показник                  | Вагомість показника, $\mu_i$                          | розрахункові дані $\mu/d_i$ для варіантів хутрового велюру |              |                 |              |              |              |                 |              |
|---------------------------|---|--|--------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|
|                           |   | гідрофобізованого  |              |                 |              | контрольного |              |                 |              |
|                           |   | вихідного  |              | після дощування |              | вихідного    |              | після дощування |              |
|                           |   | О  | Н            | О               | Н            | О            | Н            | О               | Н            |
| <b>КПЯ</b><br>$K_i^{(j)}$ | $\sum_{i=1}^k \mu_i / \sum_{i=1}^k \frac{\mu_i}{d_i}$ | <b>0,802</b>   | <b>0,703</b> | <b>0,763</b>    | <b>0,647</b> | <b>0,629</b> | <b>0,582</b> | <b>0,454</b>    | <b>0,417</b> |
| $R_{\text{сум}}$          | 0,125   | 0,155  | 0,190        | 0,156           | 0,199        | 0,165        | 0,203        | 0,279           | 0,340        |
| $E_2$                     | 0,123   | 0,167  | 0,157        | 0,182           | 0,167        | 0,174        | 0,153        | 0,334           | 0,299        |
| КО                        | 0,122   | 0,136  | 0,136        | 0,142           | 0,146        | 0,138        | 0,152        | 0,187           | 0,190        |
| $W_d$                     | 0,107   | 0,133  | 0,142        | 0,143           | 0,168        | 0,285        | 0,287        | 0,288           | 0,288        |
| $E_{\text{пр}}$           | 0,105   | 0,130  | 0,159        | 0,130           | 0,159        | 0,200        | 0,176        | 0,285           | 0,365        |
| $A_{\text{п}}$            | 0,099   | 0,127  | 0,123        | 0,141           | 0,143        | 0,148        | 0,132        | 0,269           | 0,258        |
| $B$                       | 0,084   | 0,104  | 0,109        | 0,121           | 0,164        | 0,136        | 0,146        | 0,228           | 0,214        |
| $\sigma$                  | 0,082   | 0,102  | 0,162        | 0,104           | 0,176        | 0,111        | 0,168        | 0,119           | 0,223        |
| $Y_{\text{шт}}$           | 0,078   | 0,087  | 0,087        | 0,094           | 0,094        | 0,091        | 0,097        | 0,121           | 0,121        |
| $E_1$                     | 0,075   | 0,106  | 0,157        | 0,097           | 0,129        | 0,141        | 0,204        | 0,093           | 0,101        |
| Разом                     | $\sum_{i=1}^k \frac{\mu_i}{d_i}$                      | 1,247  | 1,422        | 1,310           | 1,546        | 1,589        | 1,718        | 2,203           | 2,399        |

Отримані результати свідчать про те, що за комплексним показником якості гідрофобізовані зразки велюру овчини і шкурок нутрії переважають контрольні відповідно в 1,28 і 1,20 рази. За цим показником гідрофобізований велюр овчини переважає велюр шкурок нутрії в 1,14 рази. Після дощування зразки велюру овчини і шкурок нутрії порівняно з контрольними варіантами оброблення характеризуються вищими значеннями комплексного показника якості відповідно в 1,68 і 1,55 рази. У цьому випадку КПЯ гідрофобізованого матеріалу є вищим на 29–32 %. Гідрофобізуючий вплив алкенмалеїнової композиції виявляється більш ефективно при реалізації технології виготовлення хутрового велюру овчини.

Отже, комплексний показник якості гідрофобізованого хутрового велюру, що включає 10 значущих показників, свідчить про те, що використання в технології його виготовлення композиції на основі алкенмалеїнату забезпечує формування хутрового матеріалу з високою стійкістю до дії води. Розроблена технологія гідрофобізації хутрового велюру з овчини і нутрії може бути використана в умовах реалізації технології формування водостійких матеріалів з іншої хутрової сировини.

#### Висновки

Встановлена кількісна оцінка якості хутрового велюру з сировини овчини і шкурок нутрії, отриманих за розробленими технологіями з використанням алкенмалеїнової композиції. Наведено алгоритм



визначення комплексного показника якості гідрофобізованого хутрового велюру овчини і шкурок нутрії та його розрахування із застосуванням функції бажаності Харрінгтона, що включає десять значущих експериментально визначених показників. За комплексним показником якості гідрофобізований велюр як овчини, так і шкурок нутрії суттєво переважає хутровий велюр, отриманий за типовими технологіями, особливо після його дощування. Отримані результати комплексної оцінки якості гідрофобізованих матеріалів свідчать про те, що ці матеріали можуть ефективно використовуватись для виготовлення одягових виробів, придатних для експлуатації в екстремальних умовах при дії дощу і снігу.

### Література

- 1.1 Чугунова О. В. Научный обзор: Сенсорный анализ и его значение в оценке качества и безопасности пищевых продуктов / О. В. Чугунова // Научное обозрение. Технические науки. – 2016. – № 3. – С. 118–129.
- 1.2 Гончаров П. П. Система оценки качества продукции / П. П. Гончаров, З. Х. Салихова // Вестник удмуртского университета. 2006. – № 2. – С. 52–57.
- 1.3 Дресвянников А. Ф. Комплексная оценка качества высококремнеземистого сырья / А. Ф. Дресвянников, И. Д. Сорокина, И. И. Шагиев // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2017. – Том 83. – № 10. – С. 70–76. – URL : <https://doi.org/10.26896/1028-6861-2017-83-10-70-76>.
- 1.4 Xu W. An Evaluation Method of Comprehensive Product Quality for Customer Satisfaction Based on Intuitionistic Fuzzy Number / W. Xu, Y. Yu, and Q. Zhang // Discrete Dynamics in Nature and Society. – 2018. – URL : <https://www.hindawi.com/journals/ddns/2018/5385627/>.
- 1.5 Лопаткіна С. В. Комплексна оцінка якості багат шарових утеплювачів різного волокнистого складу / С. В. Лопаткіна, Ю. С. Шустов, А. В. Курденкова // Дизайн и технологи. – 2020. – № 75. – С. 55–58. – URL : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43849246>.
- 1.6 Лисенко Н. В. Оцінка якості шкір з гідрофобною обробкою / Н. В. Лисенко, Н. В. Омельченко, М. Г. Мартосенко // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – № 3/11 (75). – С. 54–60.
- 1.7 Филиппов А. Д. Сравнительная оценка показателей качества нетканых утепляющих материалов / А. Д. Филиппов, Ю. С. Шустов, А. В. Курденкова, Я. И. Буланов // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности : сб. материалов Международ. научнотехнической конференции. Ч. 2. – М., 2020. – С. 20–22.
- 1.8 Гурьянова Т. И. Исследование комплекса свойств различных видов натуральных кож / Т. И. Гурьянова, А. О. Абрамов // Дизайн, технологии и инновации в текстильной и легкой промышленности : сб. материалов Международ. научнотехнической конференции. Ч. 2. – М., 2014. – С. 229–231.
- 1.9 Овчини невичинені. Технічні умови : ДСТУ 8359:2015. – ДП «УкрНДНЦ». – [Чинний з 2016-01-01].
- 1.10 Шкурки нутрії невичинені. Технічні умови : ДСТУ 8414:2015. – ДП «УкрНДНЦ». – хЧинний з 2017-07-01і.
- 1.11 Данилкович А. Г. Модифікація колагенвмісних матеріалів для формування водостійких виробів / А. Г. Данилкович, Н. Б. Хлебнікова // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2019. – Т. 25, № 5. – С. 7–14.
2. 12 Данилкович А. Г. Виготовлення водостійкого хутрового матеріалу / А. Г. Данилкович, Н. Б. Хлебнікова // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2020. – Вип. 3. – С. 209–214.
3. Данилкович А. Г. Сучасне виробництво хутра / А. Г. Данилкович, В. І. Ліщук, Л. В. Стрембулевич ; за ред. А. Г. Данилковича. – К. : Фенікс, 2015. – 320 с.
4. Овчина шубная выделанная. Технические условия : ГОСТ 1821-75. – [Чинний від 1978-01-01]. – М. : ИПК Издательство стандартов, 1997. – 12 с.
5. Шкурки нутрии выделанные. Технические условия : ГОСТ 12133-86. – [Чинний від 1988-01-01]. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2002. – 12 с.
6. Данилкович А. Г. Практикум з хімії і технології шкіри та хутра : навч. посіб. / А. Г. Данилкович. – 2 вид., перероб. і доп. – К. : Фенікс, 2006. – 340 с.
7. Полотна текстильные. Метод испытания дождеванием : ГОСТ 30292-96 (ИСО 4920-81). – Минск : Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1999. – 11 с.
8. Шкурки хутрові вироблені. Номенклатура показників : ДСТУ ГОСТ 4.420-86. – Офіц. вид. – К. : Держспоживстандарт України, 1986. – 12 с.
9. Шкіра. Номенклатура показників якості : ДСТУ 3177-95. – [Чинний від 2010-07-20]. – М. : Издательство стандартов, 1981. – 47 с.
10. Прохорова І. А. Експертна оцінка споживацьких властивостей тканини при її проектуванні / І. А. Прохорова, О. Ю. Рязанова, Г. М. Шуліченко // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2014. – № 2. – С. 77–82.
11. Василенко О. А. Математично-статистичні методи аналізу у прикладних дослідженнях : навч. посіб. / О. А. Василенко, І. А. Сенча. – Одеса : ОНАЗ ім. О.Попова, 2011. – 166 с.
12. Статюха Г. О. Вступ до планування оптимального експерименту / Г. О. Статюха, Д. М.

## References

1. Chuhunova O. V. Nauchnyi obzor: Sensornyi analiz i yego znachenie v otsenke kachestva i bezopasnosti pishchevykh produktov / O. V. Chuhunova // Nauchnoe obozrenie. Tekhnicheskie nauki. – 2016. – № 3. – S. 118–129.
2. Honcharov P. P. Sistema otsenki kachestva produktov / P. P. Honcharov, Z. Kh. Salikhova // Vestnik udmurtskogo universiteta. 2006. – № 2. – S. 52–57.
3. Dresviannikov A. F. Kompleksnaia otsenka kachestva vysokokremnezemistogo syria / A. F. Dresviannikov, I. D. Sorokina, I. I. Shagiev // Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov. – 2017. – Tom 83. – № 10. – S. 70–76. URL : <https://doi.org/10.26896/1028-6861-2017-83-10-70-76>.
4. Xu W. An Evaluation Method of Comprehensive Product Quality for Customer Satisfaction Based on Intuitionistic Fuzzy Number / W. Xu, Y. Yu, and Q. Zhang // Discrete Dynamics in Nature and Society. – 2018. URL : <https://www.hindawi.com/journals/ddns/2018/5385627/>.
5. Lopatkina S. V. Kompleksna otsinka yakosti bahatosharovykh uteplyuvachiv riznogo voloknystoho skladu / S. V. Lopatkina, Yu. S. Shustov, A. V. Kurdenkova // Dizain y tekhnolohy. – 2020. – № 75. – S. 55–58. URL : <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43849246>.
6. Lysenko N. V. Otsinka yakosti shkir z hidrofobnoiu obrobkoiu / N. V. Lysenko, N. V. Omelchenko, M. H. Martosenko // Vostochno-Evropayskiy zhurnal peredovykh tekhnolohiy. – 2015. – № 3/11 (75). – S. 54–60.
7. Filippov A. D. Sravnitelnaia otsenka pokazateley kachestva netkanykh uteplyaiushchikh materialov / A. D. Filippov, Yu. S. Shustov, A. V. Kurdenkova, Ya. I. Bulanov // Dizain, tekhnolohii i innovatsii v tekstilnoy i legkoy promyshlennosti : sb. materialov Mezhdunar. nauchnotekhnicheskoy konferentsii. Ch. 2. – M., 2020. – S. 20–22.
8. Gurianova T. I. Issledovanie kompleksa svoystv razlichnykh vidov naturalnykh kozh / T. I. Gurianova, A. O. Abramov // Dizain, tekhnolohii i innovatsii v tekstilnoy i legkoy promyshlennosti : sb. materialov Mezhdunar. nauchnotekhnicheskoy konferentsii. Ch. 2. – M., 2014. – S. 229–231.
9. Ovchynny nevychneni. Tekhnichni umovy: DSTU 8359:2015. – DP «UkrNDNTs». – Chynnyi z 2016-01-01.
10. Shkurky nutrii nevychneni. Tekhnichni umovy: DSTU 8414:2015. – DP «UkrNDNTs». – Chynnyi z 2017-07-01.
11. Danylkovych A. H. Modyfikatsiia kolahenvmisnykh materialiv dlia formuvannia vodostiikykh vyrobiv / A. H. Danylkovych, N. B. Khliebnikova // Naukovi pratsi Natsionalnoho universytetu kharchovykh tekhnolohii. – 2019. – T. 25, № 5. – S. 7–14.
12. Danylkovych A. H. Vyhovlennia vodostiikoho khutrovoho materialu / A. H. Danylkovych, N. B. Khliebnikova // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences. – 2020. – Vyp. 3. – S. 209–214.
13. Danylkovych A. H. Suchasne vyrobnytstvo khutra / A. H. Dvanylkovych, V. I. Lishchuk, L. V. Strembulevych; za red. A. H. Danylkovycha. – K. : Feniks, 2015. 320 s.
14. Ovchina shubnaia vydelannaia. Tekhnicheskie uslovia : GOST 1821-75 / Chynnyi vid 1978-01-01. M. : IPK Izdatelstvo standartov, 1997. – 12 s.
15. Shkurki nutrii vydelannye. Tekhnicheskie uslovia : GOST 12133-86 / Chynnyi vid 1988-01-01. M. : IPK Izdatelstvo standartov, 2002. – 12 s.
16. Danylkovych A. H. Praktikum z khimii i tekhnolohii shkiry ta khutra: 2 vyd., pererob. i dop. : navch. posib. / A. H. Danylkovych. – K. : Feniks, 2006. – 340 s.
17. Polotna tekstilnye. Metod ispytaniia dozhdvaniem: GOST 30292-96 (ISO 4920-81). – Minsk : Mezghosudarstvennyy Sovet po standartizatsii, metrolohii i sertifikatsii, 1999. – 11 s.
18. Shkurky khutrovi vyrobieni. Nomenklatura pokaznykiv: DSTU HOST 4.420-86. – Ofits. vyd. – K.: Derzhspozhyvstandart Ukrainy, 1986. – 12 s.
19. Shkira. Nomenklatura pokaznykiv yakosti : DSTU 3177-95. / Chynnyi vid 2010-07-20. □ M. : Yzdatelstvo standartov, 1981. – 47 s.
20. Prokhorova I. A. Ekspertna otsinka spozhyvatskykh vlastyvostei tkanyny pry yii proektuvanni / I. A. Prokhorova, O. Yu. Riazanova, H. M. Shulichenko // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Herald of Khmelnytskyi National University. Technical sciences – 2014. – № 2, – S. 77–82.
21. Vasylenko O. A. Matematychno-statystychni metody analizu u prykladnykh doslidzhenniakh: navch.posib / O. A. Vasylenko, I. A. Sencha. – Odesa: ONAZ im. O.Popova. – 2011. – 166 s.
22. Statiukha H. O. Vstup do planuvannia optimalnoho eksperymentu / H. O. Statiukha, D. M. Skladanyi, O. S. Bondarenko. – K. : TNUU «KPI», 2011. – 124 s.