

УДК 677.017. – 037.11

**МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА  
ЛЬНЯНЫХ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН ДЛЯ ВЕРХНИХ ИЗДЕЛИЙ**

**COMPLEX APPRAISAL METHODS OF FLAX STOCKINET  
QUALITY UESD FOR OVER CLOTHES**

*Л.Л. ЧАГИНА*  
*L.L. CHAGINA*

(Костромской государственный технологический университет)  
(Kostroma State Technological University)  
E-mail: info@kstu.edu.ru

*Предложена методика комплексной оценки качества льняных трикотажных полотен, базирующаяся на применении аппарата нечетких множеств при построении иерархической структуры свойств материалов и выборе критериев оценки качества, расчете обобщенного показателя качества и определении уровня качества на основе методологии квалиметрии с использованием непрерывных балловых оценок.*

*Hereby is offered complex appraisal method of flax stockinet quality, based on usage of the fuzzy sets device by material properties hierarchical structure development and by criterion selection of quality appraisal, on quality composite index calculation and quality level definition based on qualimetry methodology with usage of continuous scores.*

**Ключевые слова:** экспертная оценка, единичные показатели качества, нечеткие множества, комплексная оценка, уровень качества.

**Keywords:** expert estimation, simple quality indexes, fuzzy sets, complex appraisal, quality level.

Качество – сложная комплексная характеристика продукции. Для решения многокритериальной задачи оценки качества льняных трикотажных изделий предлагается проводить оценку по двум составляющим. Первая включает оценку по показателям качества полотен, поскольку свойства

материалов в значительной степени определяют качественные характеристики изделия [1...5]. Вторая составляющая комплексной оценки формируется по показателям, принятым в промышленности для оценки готовых изделий, таких как функциональность изделия, современность мо-

дели, уровень обработки и отделки изделия и др. В данной статье представлены результаты разработки методики оценки качества верхних льняных трикотажных изделий по

показателям свойств полотен на основе использования аппарата нечетких множеств и методов квалиметрии (рис. 1).

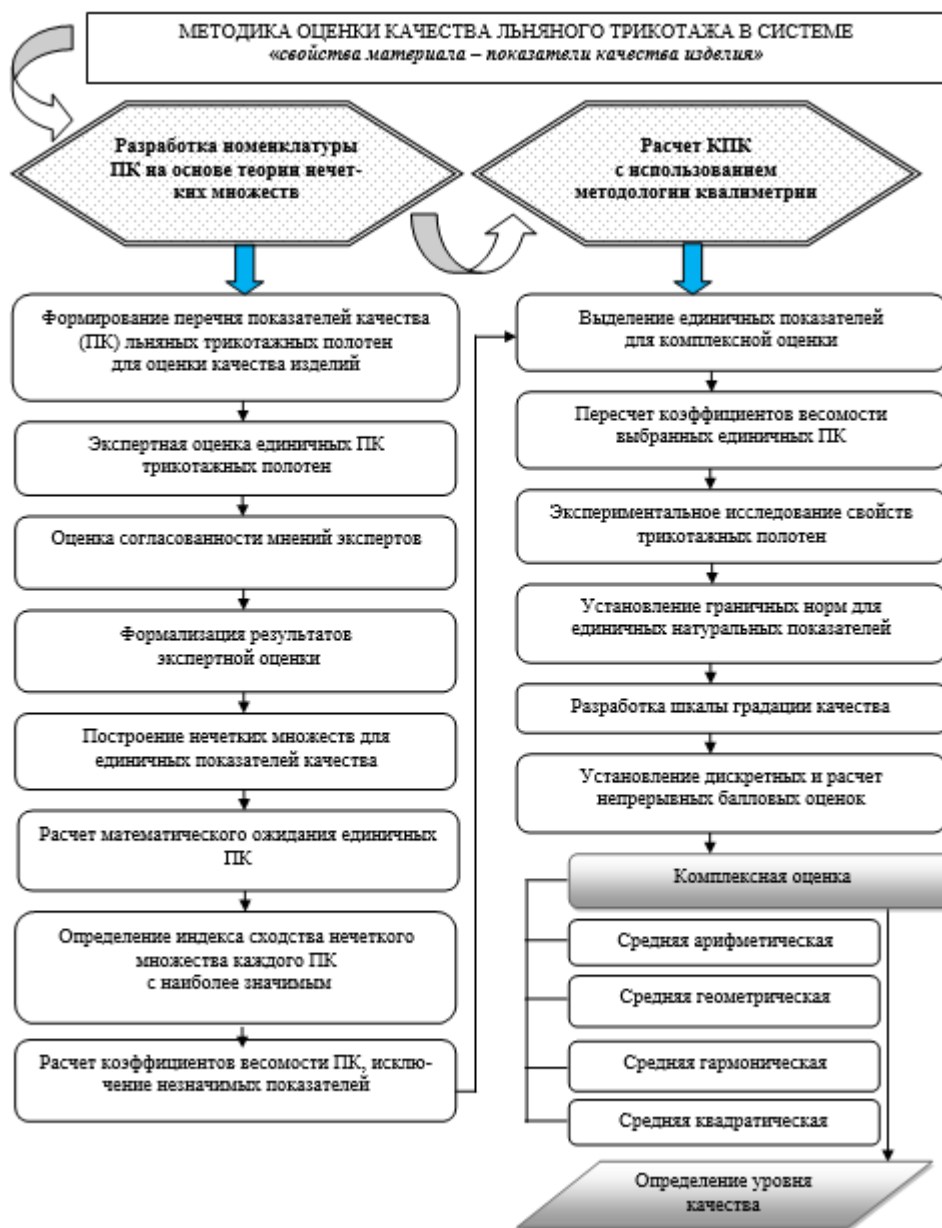


Рис. 1

Наличие специфических свойств у льняных трикотажных полотен и отсутствие НТД по рассматриваемому ассортименту обуславливает целесообразность выявления наиболее значимых ПК. В работах по текстильному материаловедению при оценке качества продукции и установлении приоритетности показателей качества широкое использование получили экспертные методы [6]. С целью повыше-

ния объективности экспертного заключения по ранжированию показателей качества текстильных материалов на этапе обработки экспертной информации целесообразно применять аппарат нечетких множеств [7].

При формировании предварительного перечня показателей льняных трикотажных полотен (табл. 1) с целью выявления наиболее значимых, минимально необхо-

димых и достаточных для оценки качества изделий по показателям свойств полотен в качестве исходной информации использованы: номенклатурные таблицы нормативных документов; результаты социологического опроса фактических потребителей исследуемого ассортимента продукции; данные экспертной оценки по разработке номенклатуры ПК льняных трикотажных полотен для верхних изделий [8]; результаты системного анализа с использованием причинно-следственных схем Исикава.

В качестве единичных показателей приняты: остаточная деформация при растяжении ( $X_1$ ), формовочная способность ( $X_2$ ), структура поверхности ( $X_3$ ), воздухопроницаемость ( $X_4$ ), несминаемость ( $X_5$ ), поверхностная плотность ( $X_6$ ), изменение линейных размеров ( $X_7$ ), стойкость к исти-

ранию ( $X_8$ ), растяжимость при нагрузках, меньше разрывных ( $X_9$ ), разрывная нагрузка ( $X_{10}$ ), жесткость при изгибе ( $X_{11}$ ). Для выявления значимости единичных ПК использована балльная система оценок, при которой наиболее важному показателю присваивалось значение 10, наименее важному – 0. Согласованность мнений экспертов оценивалась коэффициентом конкордации. В данном случае  $W = 0,72$ . Значимость  $W$  определялась по критерию Пирсона ( $\chi^2 = 0,72 \cdot 10(11-1) = 72 > \chi^2_{\text{табл.0,01}} = 23,2$ ).

Формализация мнений экспертов в результате выявления количества оценок с определенным баллом (табл. 1) и дальнейший анализ показали, что разброс оценок по единичным показателям составляет 3...7 баллов.

Таблица 1

Шифр ПК, $x_i$	Сумма баллов, $S_i$	$S_i - \bar{S}$	$(S_i - \bar{S})^2$	Частота встречаемости балла, $\omega_j$										
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$X_1$	81	31	961	0	0	0	0	0	0	3	2	0	1	4
$X_2$	29	-21	441	1	3	0	0	4	2	0	0	0	0	0
$X_3$	77	27	729	0	0	1	0	0	0	0	0	6	3	0
$X_4$	19	-31	961	2	3	2	1	1	1	0	0	0	0	0
$X_5$	52	2	4	0	0	0	1	2	5	0	1	0	1	0
$X_6$	69	19	361	0	0	0	1	2	0	1	0	2	4	0
$X_7$	83	33	1089	0	0	0	0	0	1	1	1	2	1	4
$X_8$	21	-29	841	1	3	3	1	1	1	0	0	0	0	0
$X_9$	39	-11	121	0	0	1	6	0	0	2	1	0	0	0
$X_{10}$	7	-43	1849	6	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0
$X_{11}$	73	23	529	0	0	0	0	0	0	3	5	0	0	2

При построении нечетких множеств принимается, что для пространства рассуждения  $U$  и данной функции принадлежности  $\mu_A: U \rightarrow [0, 1]$  нечеткое множество определяется [9]:

$$A = \{ (x, \mu_A(x)) | x \in U \}. \quad (1)$$

Функция принадлежности  $\mu_A(x)$  количественно градуирует принадлежность элементов фундаментального множества пространства рассуждения  $x \in U$  нечеткому множеству  $A$ , показывая, в какой степени элемент принадлежит нечеткому множе-

ству. Значение 0 означает, что элемент не включен в нечеткое множество, 1 описывает полностью включенный элемент. Значения между 0 и 1 характеризуют нечетко включенные элементы [9].

В данном случае значение функции принадлежности (табл. 2) рассчитывается [7]:

$$\mu_{ji}(x_i) = \frac{\omega_{ji}}{\sum_{i=1}^{10} \omega_{ji}}, \quad (2)$$

где  $\omega_{ji}$  – число появления  $j$  балла для каждого показателя качества  $x_i$ .

Шифр ПК	Значение функции принадлежности											M <sub>i</sub>	β <sub>i</sub>	α <sub>i</sub>
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
X <sub>1</sub>	-	-	-	-	-	-	0,3	0,2	-	0,1	0,4	8,1	0,61	0,22
X <sub>2</sub>	0,1	0,3	-	-	0,4	0,2	-	-	-	-	-	2,9	0,05	0,02
X <sub>3</sub>	-	-	0,1	-	-	-	-	-	0,6	0,3	-	7,7	0,19	0,07
X <sub>4</sub>	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	1,9	0,05	0,02
X <sub>5</sub>	-	-	-	0,1	0,2	0,5	-	0,1	-	0,1	-	5,2	0,17	0,06
X <sub>6</sub>	-	-	-	0,1	0,2	-	0,1	-	0,2	0,4	-	6,9	0,26	0,09
X <sub>7</sub>	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4	8,3	1,00	0,35
X <sub>8</sub>	0,1	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	-	-	-	-	-	2,1	0,05	0,02
X <sub>9</sub>	-	-	0,1	0,6	-	-	0,2	0,1	-	-	-	3,9	0,13	0,05
X <sub>10</sub>	0,6	0,1	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0	0
X <sub>11</sub>	-	-	-	-	-	-	0,3	0,5	-	-	0,2	7,3	0,26	0,1

Суммарное количество оценок в рассматриваемом примере постоянно и равно десяти.

Если носителем нечеткого множества является конечная совокупность действительных чисел, то за среднее значение нечеткого множества можно принять число [10]. В этом случае среднее значение нечеткого множества определяется по формуле:

$$M(A) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \mu_A(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_A(x_i)}. \quad (3)$$

$$\beta_i = S_i = S(A_i, A_{\max}) = \frac{A_i \cap A_{\max}}{A_i \cup A_{\max}} = \frac{\{\min(\mu_i(x), \mu_{\max}(x)|x)\}}{\{\max(\mu_i(x), \mu_{\max}(x)|x)\}}, \quad (4)$$

где  $S_i$  – индекс сходства нечетких множеств;  $A_i \cap A_{\max}$  – пересечение нечетких множеств;  $A_i \cup A_{\max}$  – объединение нечетких множеств.

Далее значения коэффициентов весо-мости рассматриваемых показателей качества рассчитываются:

$$\alpha_i = \beta_i / \sum_1^n \beta_i. \quad (5)$$

Методы комплексной количественной оценки наиболее актуальны при внедрении систем автоматизированного проектирования, они дополняют дифференциальную оценку по отдельным показателям. На этапе расчета комплексного показателя качества с использованием методологии квалиметрии (рис. 1) необходимо выделить

Если знаменатель равен 1, то эта формула определяет математическое ожидание случайной величины, для которой вероятность попасть в точку  $x_i$  равна  $\mu_A(x_i)$ . Величины математического ожидания рассматриваемых нечетких множеств приведены в табл. 2. Приняв весомость показателя качества с максимальным математическим ожиданием за единицу ( $\beta_{\max} = 1$ ), можно определить  $\beta_i$  других показателей качества в результате сравнения каждого нечеткого множества с  $A_{\max}$  [7]:

единичные показатели, которые будут входить в состав комплексного. Выбор показателей осуществляется в результате логически-профессионального анализа на основе разработанной номенклатуры (табл. 2), с учетом необходимости обеспечения требования независимости ЕПК и возможности получения точных количественных значений выбранных свойств. Необходимо учитывать требование включения в КПК единичных показателей в достаточном, но минимально возможном количестве.

Исследование причинно-следственных связей единичных ПК и применение принципа иерархии качества позволили выделить показатели для комплексной оценки льняных трикотажных полотен: изменение линейных размеров; остаточная деформа-

ция при растяжении; жесткость при изгибе; поверхностная плотность; структура поверхности, характеризующая эстетические свойства полотна. Пересчитанные коэффициенты весомости для выбранных показателей качества принимают значения соответственно 0,42; 0,27; 0,12; 0,1; 0,09.

Данные о фактических значениях показателей качества оцениваемых льняных трикотажных полотен получают в результате экспериментального исследования или берутся из информационной базы данных [11]. Для разработки комплексного показателя в методике применены балловые оценки. При построении шкалы градации качества использовано четыре варианта оценок: 5,4,3,0 [6] и соответствующие им градации качества. Использование нулевых оценок позволяет выявить полотна, выпуск которых является нецелесообразным и экономически невыгодным.

Выбор граничных значений ЕПК осуществляется с учетом назначения полотен, условий эксплуатации с использованием сведений, полученных в результате анализа НТД и обобщения результатов экспериментальных исследований. При переводе натуральных значений показателей качества в безразмерные предварительно определяются дискретные балловые оценки с последующим их пересчетом в непрерывные. Применение непрерывных оценок позволяет исключить недостаток, связанный с присвоением существенно отличающихся баллов для близких по величине значений показателей качества.

Расчет обобщенного показателя качества осуществляется с использованием средней арифметической, средней геометрической, средней гармонической и (или) средней квадратической комплексных оценок [6]. Завершающей операцией комплексной оценки является определение уровня качества трикотажного полотна (отличное, хорошее, удовлетворительное, плохое).

## ВЫВОДЫ

Для получения объективной информации о качестве льняных трикотажных полотен и реализации возможности прогно-

зирования качества изделий на стадии проектирования предложена методика комплексной количественной оценки в системе свойства материала – показатели качества изделия с применением аппарата нечеткой логики и методологии квалиметрии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чагина Л.Л. Влияние свойств трикотажного полотна на конструктивные характеристики изделия // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2014, № 2. С. 91...95.
2. Иванова О.В., Смирнова Н.А., Капина Е.А. Научно обоснованный подход к выбору критериев качества и конкурентоспособности изделий при проектировании текстильного декора интерьера // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2009, № 4С. С. 94...97.
3. Замышляева В.В., Смирнова Н.А., Лапшин В.В. Комплексная оценка формоустойчивости материалов / Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – Кострома, 2013, №2 (31). С. 38...41.
4. Чагина Л.Л., Смирнова Н.А., Вершинина А.В. Исследование и учет деформационных свойств при проектировании одежды из льняных трикотажных полотен // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2011, № 1. С. 10...14.
5. Чагина Л.Л., Смирнова Н.А. Влияние свойств исходных компонентов пакета одежды на качество готового изделия // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – Кострома, 2008, №17. С. 45...48.
6. Соловьев А.Н., Кириухин С.М. Оценка и прогнозирование качества текстильных материалов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
7. Васильева В.Д., Дербишер Е.В., Дербишер В.Е. Совершенствование метода ранжирования показателей качества текстильных материалов // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2008, № 3. С. 15...17.
8. Чагина Л.Л. Разработка номенклатуры показателей качества льняных трикотажных полотен для верхних изделий // Вестник Костромского гос. технолог. ун-та. – Кострома, 2009, №21. С. 60...62.
9. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польского И. Д. Рудинского. – М.: Горячая линия-Телеком, 2004.
10. Орлов А.И. Прикладная статистика. – М.: Изд-во "Экзамен", 2004.
11. Чагина Л.Л., Прядкина Н.О., Смирнова Н.А. Разработка информационной системы для проектирования изделий из льняного трикотажа // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2010, №2. С. 38...41.

## REFERENCES

1. Chagina L.L. Vlijanie svojstv trikotazhnogo polotna na konstruktivnye karakteristiki izdelija // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2014, № 2. S. 91...95.
  2. Ivanova O.V., Smirnova N.A., Kapina E.A. Nauchno obosnovannyj podhod k vyboru kriteriev kachestva i konkurentosposobnosti izdelij pri proektirovanii tekstil'nogo dekora inter'era // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2009, № 4S. S. 94...97.
  3. Zamyshljaeva V.V., Smirnova N.A., Lapshin V.V. Kompleksnaja ocenka formoustojchivosti materialov / *Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta.* – Kostroma, 2013, №2 (31). S. 38...41.
  4. Chagina L.L., Smirnova N.A., Vershinina A.V. Issledovanie i uchet deformatsionnyh svojstv pri proektirovanii odezhdy iz l'njanyh trikotazhnyh poloten // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2011, № 1. S.10...14.
  5. Chagina L.L., Smirnova N.A. Vlijanie svojstv ishodnyh komponentov paketa odezhdy na kachestvo gotovogo izdelija // *Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta.* – Kostroma, 2008, №17. S.45...48.
  6. Solov'ev A.N., Kirjuhin S.M. Ocenka i prognozirovanie kachestva tekstil'nyh materialov. – M.: Legkaja i pishhevaja promyshlennost', 1984.
  7. Vasil'eva V.D., Derbisher E.V., Derbisher V.E. Sovershenstvovanie metoda ranzhirovanija pokazatelej kachestva tekstil'nyh materialov // *Izv. vuzov. Tehnologija tekstil'noj promyshlennosti.* – 2008, № 3. S. 15...17.
  8. Chagina L.L. Razrabotka nomenklatury pokazatelej kachestva l'njanyh trikotazhnyh poloten dlja verhnih izdelij // *Vestnik Kostromskogo gos. tehnolog. un-ta.* – Kostroma, 2009, №21. S.60...62.
  9. Rutkovskaja D., Pilin'skij M., Rutkovskij L. Nejronnye seti, geneticheskie algoritmy i nechetkie sistemy: Per. s pol'skogo I. D. Rudinskogo. – M.: Gorjachaja linija-Telekom, 2004.
  10. Orlov A.I. *Prikladnaja statistika.* – M.: Izd-vo "Jekzamen", 2004.
  11. Chagina L.L., Prjadkina N.O., Smirnova N.A. Razrabotka informacionnoj sistemy dlja proektirovanija izdelij iz l'njanogo trikotazha // *Izv. vuzov. Tehnologija legkoj promyshlennosti.* – 2010, №2. S.38...41.
- Рекомендована кафедрой дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров. Поступила 17.11.14.
-