

Применение теории простых чисел в построении комплексного показателя качества текстильных материалов с полимерным покрытием

Ю. И. Марущак, И. А. Петюль,
Н. Н. Ясинская, В. С. Башметов

Витебский государственный технологический университет,
Республика Беларусь

Аннотация. Классические подходы оценки, основанные на анализе множества единичных показателей, затрудняют комплексную оценку пригодности текстильных материалов с полимерным покрытием. В свою очередь, применение методов комплексирования через вычисление средневзвешенных оценок сопряжено с риском компенсации низких значений одних свойств за счет высоких значений других свойств, субъективизмом при назначении весовых коэффициентов и невозможностью обратного разложения показателя. Целью работы является разработка и обоснование метода построения комплексного показателя качества текстильных материалов с полимерным покрытием с применением теории простых чисел.

В соответствии с предлагаемой методикой каждому единичному показателю качества присваивается простое число. Преимуществом метода является замена субъективных весовых коэффициентов на ранжирование показателей по значимости. В зависимости от установленного порядка значимости показателям назначаются простые числа (наиболее значимому – большее простое число из выбранного ряда). Для перехода от абсолютных значений показателей качества к порядковым номерам градации разработаны шкалы. Комплексный показатель вычисляется как произведение простых чисел в степени, соответствующей порядковому номеру градации каждого единичного показателя. Для удобства сравнения и интерпретации предложено логарифмическое преобразование, позволяющее избежать больших чисел.

Предложенный метод обеспечивает обратное разложение комплексного показателя, позволяя восстановить исходные значения единичных показателей. Метод не требует назначения весовых коэффициентов, что повышает объективность оценки. На примере образцов тканей с полиуретановым покрытием продемонстрирована работоспособность метода. Для количественной оценки степени приближения i -го образца к эталону предлагается использовать показатель K_i , рассчитываемый как отношение логарифма i -го образца к логарифму эталонного образца.

Метод комплексной оценки качества на основе теории простых чисел является объективным, информативным и практически реализуемым. Он устраняет основные недостатки традиционных подходов и может быть рекомендован для использования.

Ключевые слова: комплексный показатель, качество, простые числа, квалиметрия, факторизация, логарифмическое преобразование, полиуретановое покрытие.

Информация о статье: поступила 14 марта 2026 года.

Application of the theory of prime numbers in constructing a comprehensive quality indicator for textile materials with a polymer coating

Yulia I. Maruschak, Irina A. Petyul,
Natalia N. Yasinskaya, Valery S. Bashmetov

Vitebsk State Technological University,
Republic of Belarus

Abstract. Classic assessment approaches based on the analysis of multiple individual indicators complicate the comprehensive assessment of the suitability of polymer-coated textile materials. In turn, the use of aggregation methods based on the calculation of weighted averages is associated with the risk of compensating for low values of some properties by high values of others, subjectivity in assigning weighting factors, and the impossibility of reverse decomposing the indicator. The aim of this study is to develop and validate a method for constructing a comprehensive quality indicator for polymer-coated textile materials using the prime number theory.

According to the proposed methodology, each individual quality indicator is assigned a prime number. The advantage of this method is the replacement of subjective weighting factors with a ranking of indicators by significance. Based on the specified order of significance, indicators are assigned prime numbers (the most significant is assigned the highest prime number in the selected series). Scales have been developed to convert absolute values of quality indicators to ordinal gradation numbers. The comprehensive indicator is calculated as the product of prime numbers raised to the power corresponding to the ordinal gradation number of each individual indicator. For ease of comparison and interpretation, a logarithmic transformation is proposed to avoid large numbers.

The proposed method provides a reverse decomposition of the complex indicator, allowing the original values of individual indicators to be retrieved. The method does not require weighting factors, which increases the objectivity of the assessment. The method's effectiveness is demonstrated using polyurethane-coated fabric samples. To quantitatively assess the degree of approximation of the i th sample to the standard, it is proposed to use the K_i indicator, calculated as the ratio of the logarithm of the i th sample to the logarithm of the standard sample.

This comprehensive quality assessment method based on prime number theory is objective, informative, and feasible. It eliminates the main shortcomings of traditional approaches and can be recommended for use.

Keywords: comprehensive indicator, quality, prime numbers, quality metrics, factorization, logarithmic transformation, polyurethane coating.

Article info: received March 14, 2026.

Введение

Появление новых текстильных материалов с полимерным покрытием сопровождается ростом требований к их качеству (Турусбекова Н.К., Суйналиева Б.Б., 2018), что делает объективную оценку потребительских свойств необходимым условием обеспечения надежности и конкурентоспособности таких материалов (Pustianu M. et al., 2022).

Традиционный подход к оценке качества текстильных материалов заключается в исследовании множества единичных показателей (Дарханова А.Т., Айтуленова К.Т., 2018). Однако полученный набор числовых характеристик зачастую сложно интерпретировать для принятия решения о пригодности материала, что затрудняет работу технологов при выборе образцов (Беликова В.Д. и др., 2025). Решением данной проблемы является переход от анализа единичных показателей к использованию комплексных оценок качества (Чагина Л.Л., 2015). В квалиметрии используются различные подходы к построению комплексных показателей качества (Шустов Ю.С. и др., 2016). Средневзвешенные арифметические показатели применяются, когда единичные показатели имеют одинаковую размерность или приведены к безразмерному виду, а также когда предполагается линейная компенсация между ними. Средневзвешенные геометрические показатели используются, когда нежелательна прямая компенсация (низкое значение одного показателя не может быть полностью скомпенсировано

высоким значением другого). Средневзвешенные гармонические показатели применяют при значительном разбросе значений единичных показателей и, если важно, чтобы не было низких значений ни по одному показателю (Лунькова С.В. и др., 2015; Рудовский П.Н. и др., 2006). Преимущество метода комплексной оценки заключается в наличии одной числовой итоговой оценки вместо нескольких (Добровольская Т.А., Маслова А.А., 2021).

Актуальность разработки комплексного показателя обусловлена необходимостью создания удобного инструмента для оценки качества тканей с полиуретановым покрытием. Наиболее распространенным подходом является подсчет комплексного показателя через вычисление средневзвешенного арифметического.

Несмотря на широкую распространенность, обусловленную простотой вычислений и интерпретации, применение средневзвешенного арифметического для оценки текстильных материалов сопряжено с рядом ограничений, которые ставят под сомнение достоверность результатов в ряде задач. Во-первых, недостатком является возможность компенсации низкого уровня одного показателя за счет высокого уровня другого. Например, низкая стойкость к истиранию полимерного слоя материала может быть скомпенсирована высокими показателями воздухопроницаемости и жесткости. В рамках требований к текстильным материалам, где отдельные свойства являются важными и регламенти-

руются нормативными документами, подобная компенсация приводит к необъективному завышению оценки и не позволяет выявить образцы, непригодные к эксплуатации по одному из параметров. Во-вторых, располагая значением комплексного показателя качества, полученного по существующим методикам, невозможно перейти от него к тому набору значений единичных показателей, которые использованы при его подсчете. Это ограничивает информативность показателя и обуславливает отказ от его применения во многих практических задачах.

Таким образом, несмотря на свою простоту, метод комплексирования через вычисление средневзвешенных оценок несет в себе риск потери информации о свойствах материала и усреднения важных свойств. Это обуславливает необходимость разработки и применения альтернативных методов комплексной оценки, лишенных указанных недостатков.

Целью работы является разработка и обоснование метода построения комплексного показателя качества текстильных материалов с полимерным покрытием с применением теории простых чисел.

Объект и методы исследования

В качестве исследуемых образцов использовали хлопчатобумажные ткани саржевого переплетения с нанесенным на них пористым полиуретановым слоем одежного назначения (Республика Беларусь). Для исследования паропроницаемости материалов использован гравиметрический метод, реализованный с помощью анализатора влажности «Radwag» М-50 (Марущак Ю.И., Ясинская Н.Н., 2024). Воздухопроницаемость определяли в соответствии с ГОСТ 12088-77 «Материалы текстильные и изделия из них. Метод определения воздухопроницаемости». Стойкость к истиранию определяли на приборе ДИТ-М (Кудринский С.В., Тюрин И.Н., 2022). Жесткость тканей с покрытием определяли на приборе ПЖУ-12М, при проведении измерений руководствовались ГОСТ 8977-74 «Кожа искусственная и пленочные материалы. Методы определения гибкости, жесткости и упругости». Жесткость материала проявляется в двух направлениях, однако для получения обобщенной характеристики использовано среднее арифметическое значений жесткости в продольном и поперечном направлении (Марущак Ю.И., Ясинская Н.Н., 2024).

Для комплексной оценки качества текстильных материалов с покрытием предложен метод, основанный на кодировании единичных показателей простыми чис-

лами.

Согласно основной теореме арифметики, любое целое натуральное число может быть единственным образом представлено как произведение целочисленных степеней простых чисел (Гриценко С.А., Шевцова М.В., 2011). То есть если Y – представляемое число, то его можно записать в виде

$$Y = 2^{x_1} \cdot 3^{x_2} \cdot 5^{x_3} \cdot 7^{x_4} \cdot \dots, \quad (1)$$

где 2, 3, 5, 7... – последовательно возрастающие простые числа, являющиеся основанием степени; X_i – значения целочисленных степеней простых чисел.

Традиционный подход к комплексной оценке качества требует назначения весовых коэффициентов, которые определяются экспертным путем, что вносит элемент субъективизма. Незначительное изменение весов (например, 0,4 вместо 0,35) может изменить итоговое ранжирование образцов, а результаты разных экспертных групп зачастую плохо воспроизводятся. Метод на основе простых чисел предполагает вместо численных весов использовать закрепление за каждым единичным показателем качества простого числа. При этом простые числа выступают как математически фиксированные веса через натуральные логарифмы.

Для закрепления простых чисел за единичными показателями предложено следующее правило, учитывающее относительную важность единичных показателей качества. Пусть i – количество единичных показателей качества, включенных в комплексную оценку. Тогда в качестве оснований степеней используются первые i простых чисел, взятых в порядке возрастания (2, 3, 5, 7, 11...). На основе нормативных требований, пожеланий заказчика или экспертного мнения показатели ранжируются по значимости. Наиболее значимому присваивается наибольшее простое число из выбранного ряда, наименее значимому – наименьшее простое число. При таком назначении изменения наиболее важного показателя вносят максимальный вклад в комплексный показатель. Выбор последовательных простых чисел обеспечивает воспроизводимость методики и позволяет легко масштабировать подход на любое количество показателей.

Проведенные ранее исследования (Марущак Ю.И., Ясинская Н.Н., Петюль И.А., 2023) позволили сформировать номенклатуру показателей качества тканей с полиуретановым покрытием и выделить среди них четыре наиболее значимых: воздухопроницаемость, паропро-

ницаемость, жесткость и стойкость к истиранию. В данном случае за каждым единичным показателем закрепляем простое число в соответствии с вышеописанным правилом: воздухопроницаемость $V - 7$, паропроницаемость $P - 5$, жесткость $G - 3$, стойкость к истиранию $I - 2$.

Для перехода от значений единичных показателей качества, выраженных в натуральных единицах или единицах физических величин, к целочисленным значениям предлагается следующий подход. Весь диапазон возможных значений показателя качества разбивается на интервалы, которым присваиваются порядковые номера градации. Для показателей, рост численных значений которых соответствует повышению качества (позитивные), ранжирование осуществляется по возрастающей шкале: наименьшему интервалу присваивается минимальный порядковый номер. В случае негативных показателей, где увеличение значения ведет к ухудшению свойства, применяется обратный порядок: наименьшему интервалу соответствует максимальный порядковый номер, а последующие интервалы получают убывающие порядковые номера. Количество порядковых номеров градации определяется требуемой точностью оценки и может варьироваться как для всего комплекса показателей, так и индивидуально для каждого из них.

Однако недостатком такого представления чисел является их громоздкость. Так, например, для случая первых трех последовательных простых чисел в степенях соответственно 12, 26 и 9 представляемое число равно

$$Y = 2^{12} \cdot 3^{26} \cdot 5^9 = 2033492662663200000000. \quad (2)$$

Использование величины Y для сравнительного анализа и статистической обработки связано с определенными трудностями, что обуславливает необходимость перехода к логарифмическому представлению полученного числа

$$\ln(Y) = (\ln 2) \cdot x_1 + (\ln 3) \cdot x_2 + (\ln 5) \cdot x_3 + \dots \quad (3)$$

Для задач сравнения и ранжирования объектов допустимы строго монотонные преобразования исходных показателей, поскольку они сохраняют порядок следования объектов. Функция $y = \ln(x)$ является строго монотонно возрастающей на всей области определения $x > 0$. Следовательно, для любых двух образцов с показателями Y_1 и Y_2 справедливо

$$Y_1 > Y_2, \ln(Y_1) > \ln(Y_2). \quad (4)$$

Таким образом, ранжирование материалов по величине $\ln(Y)$ эквивалентно ранжированию по исходному показателю Y [Корнеев В.П., 2019]. Переход к логарифму не меняет взаимного расположения объектов в рейтинге качества. Тогда комплексный показатель вычисляется по формуле

$$K = \exp(\ln Y). \quad (5)$$

В рассмотренном примере такой переход позволит получить комплексный показатель

$$\ln(2033492662663200000000) = (\ln 2) 12 + (\ln 3) 26 + (\ln 5) 9 = 51,37. \quad (6)$$

На сегодняшний день реализация подобных вычислений не представляет сложности, поскольку существуют стандартные программные средства, обеспечивающие как возведение чисел в степень, так и разложение числа на простые множители. При использовании предложенной модели для расчета комплексного показателя следует учитывать, что при изменении показателя степени каждого из простых чисел соответственно на единицу, разность между получаемыми комплексными показателями в логарифмическом виде составит постоянную величину, зависящую от количества простых чисел в исследуемом ряду (т. е. от числа показателей качества). Разность изменяется пропорционально числу, на которое изменяются показатели степеней простых чисел ряда. Например, при оценке объектов Y_1 и Y_2 по трем показателям, независимо от числового значения показателя степени, при увеличении его соответственно на один порядковый номер градации у всех показателей, разность между показателями $\ln(Y_1) - \ln(Y_2)$ составит 3,4; при увеличении показателя степени у каждого основания соответственно на две единицы, разность $\ln(Y_1) - \ln(Y_2)$ составит 6,8; на три единицы – 10,2. Для случая четырех, пяти и более показателей ситуация аналогична описанной для трех показателей, меняется лишь величина разности $\ln(Y_1) - \ln(Y_2)$. Принцип пропорционального ее изменения в зависимости от изменения на определенную величину соответствующих показателей сохраняется.

Абсолютные значения единичных показателей по разработанному шкалам переводятся в порядковые номера градации, которые являются показателями степеней простых чисел. Комплексный показатель вычисляется как логарифм произведения простых чисел, возведенных в соответствующий порядковый номер.

Экспериментальные исследования и обсуждение результатов

Общий алгоритм вычисления комплексного показателя качества согласно основной теореме арифметики представлен на рисунке 1.

Важнейшим преимуществом такого метода определения комплексного показателя является возможность его однозначного обратного разложения (факторизации) для идентификации значений единичных показателей, на основе которых получен комплексный.

Для перехода от абсолютных значений показателей качества к порядковым номерам градации разработаны шкалы, представленные на рисунке 2. Диапазон изменения значений показателей качества назначен исходя из предварительных исследований, без учета требований и ограничений стандартов. Диапазон охватывает совокупность полученных экспериментальных данных с запасом. Количество интервалов, на которые разбита область изменения значений по каждому из выбранных показателей, следовательно, и количество порядковых номеров градации, принято одинаковым для всех показателей.

Особенностью метода является возможность выбора произвольного количества порядковых номеров града-

ции в зависимости от требуемой точности, увеличение числа порядковых номеров приведет к повышению чувствительности комплексного показателя. На практике единичные показатели качества материалов могут иметь неодинаковый диапазон значений и чувствительность к изменениям. Поэтому допускается индивидуальный выбор количества порядковых номеров градации для каждого показателя. Сравнение образцов между собой при этом остается корректным, поскольку шкала каждого свойства имеет собственные границы.

Для демонстрации предложенного метода рассмотрим процесс расчета комплексного показателя качества для трех образцов тканей с полиуретановым покрытием, отличающихся по своим свойствам. Значения единичных показателей и соответствующий порядковый номер (№) градации по шкале (рисунок 2) приведены в таблице 1.

Комплексные показатели для рассматриваемого примера, рассчитывают по формулам

$$Y_{01} = 7^6 \cdot 5^7 \cdot 3^8 \cdot 2^4 = 9,649 \times 10^{14}, \ln(Y_{01}) = 34,503, \quad (7)$$

$$Y_{02} = 7^1 \cdot 5^2 \cdot 3^{10} \cdot 2^2 = 4,133 \times 10^7, \ln(Y_{02}) = 17,537, \quad (8)$$

$$Y_{03} = 7^1 \cdot 5^2 \cdot 3^7 \cdot 2^2 = 1,530 \times 10^7, \ln(Y_{03}) = 14,241. \quad (9)$$

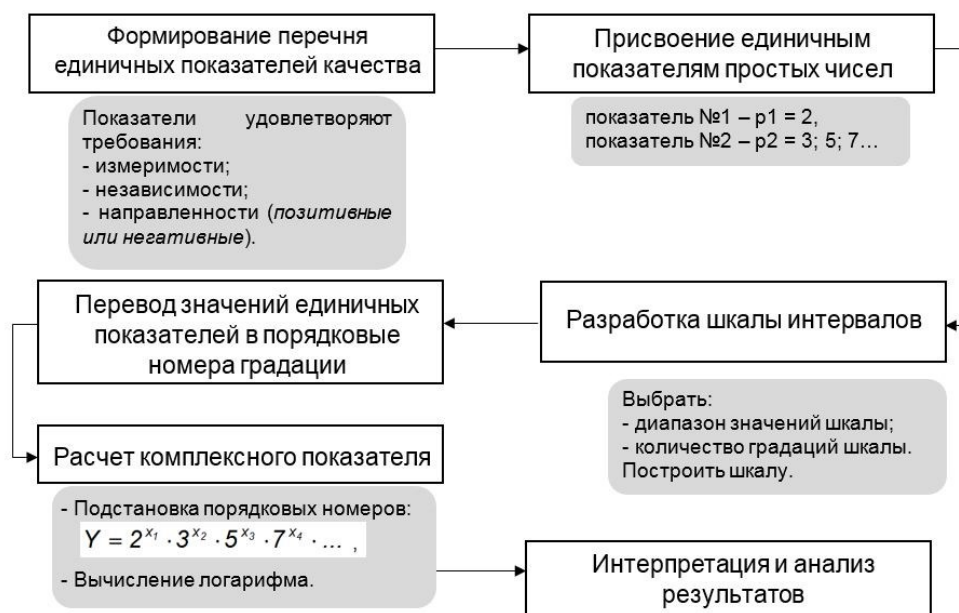


Рисунок 1 – Алгоритм вычисления комплексного показателя качества согласно основной теореме арифметики
Figure 1 – Algorithm for calculating a complex quality indicator according to the fundamental theorem of arithmetic

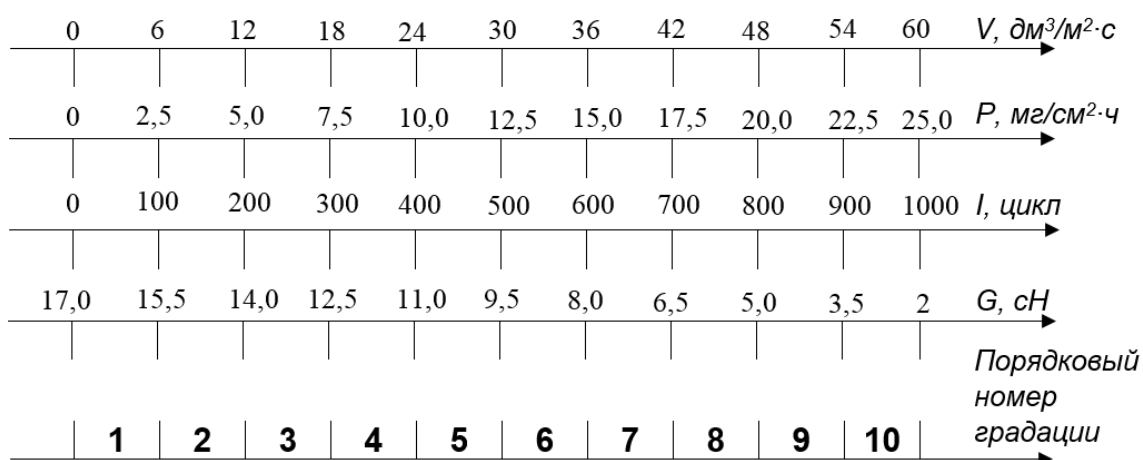


Рисунок 2 – Шкала показателей со шкалой вводимых порядковых номеров градации
 Figure 2 – A scale of indicators with a scale of entered ordinal gradation numbers

Таблица 1 – Значения единичных показателей и их порядковый номер градации
 Table 1 – Values of individual indicators and their rank

| Показатель | Значение показателя | № градации | Значение показателя | № градации | Значение показателя | № градации |
|---|---------------------|------------|---------------------|------------|---------------------|------------|
| | Образец № 01 | | Образец № 02 | | Образец № 03 | |
| Воздухопроницаемость, $\text{дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{с}$ | 32 | 6 | 4 | 1 | 0 | 1 |
| Коэффициент паропроницаемости, $\text{мг}/\text{см}^2\cdot\text{ч}$ | 15,5 | 7 | 3,1 | 2 | 2,6 | 2 |
| Средняя жесткость, сН | 6,7 | 8 | 2,9 | 10 | 7,7 | 7 |
| Стойкость к истиранию, цикл | 333 | 4 | 129 | 2 | 198 | 2 |

В основе сравнения любых образцов заложено правило: чем больше значение комплексного показателя Y , тем выше уровень качества материала. Соответственно, чем больше значение $\ln Y$, тем выше уровень качества.

Необходимо также оценить, насколько каждый из образцов приближается к некоторому эталонному уровню. В качестве эталона может выступать как реальный образец, обладающий наилучшими характеристиками среди исследуемых, так и гипотетический «идеальный» материал, значения свойств которого соответствуют максимальным порядковым номерам градации. Для количественной оценки степени приближения i -го образ-

ца к эталону предлагается использовать показатель K_i , рассчитываемый по формуле:

$$K_i = \frac{\ln Y_i}{\ln Y_{\text{эТ}}} \quad (10)$$

где $\ln Y_i$ – значение логарифмического комплексного показателя для i -го образца; $\ln Y_{\text{эТ}}$ – значение логарифмического комплексного показателя для эталонного образца.

Данный коэффициент изменяется в пределах от 0 до 1. Чем ближе его значение к единице, тем выше качество образца и тем меньше его отставание от эталонно-

го уровня. Для примера расчета в качестве эталонного образца выбраны лучшие значения единичных показателей из исследуемого ассортимента материалов. Для него комплексный показатель примет вид:

$$Y_{эм} = 7^6 \cdot 5^7 \cdot 3^{10} \cdot 2^6 = 3,473 \times 10^{16}, \ln(Y_{эм}) = 38,087. \quad [11]$$

Результаты количественной оценки степени приближения *i*-го образца к эталону представлены в таблице 2.

Для удобства анализа может быть использована предложенная градация уровней качества (таблица 3).

Количественная оценка степени приближения исследуемых образцов к эталону (таблица 2) с использованием предложенной шкалы (таблица 3) позволяет сделать следующие выводы. Образец 01 имеет значение $K = 0,91$, что согласно шкале соответствует высокому уровню качества. Данный материал близок к эталону, сохраняет высокие потребительские свойства и может быть рекомендован для использования. Образцы 02 и 03 попадают в категорию неудовлетворительного качества. Эти материалы отстают по совокупности свойств от эталона и не могут быть рекомендованы для использования в изделиях, где предъявляются высокие требования к единичным показателям качества. Таким образом, предложенный подход позволяет не только ранжировать образцы, но и разделять материалы на пригодные и непригодные к применению на основе их степени приближения к эталонному уровню.

Предложенная шкала интерпретации значений коэффициента соответствия K не является жестко фиксированной и может корректироваться в зависимости от конкретных задач исследования или требований, предъявляемых к материалам. Например, если для изучаемого объекта установлено минимальное пороговое значение, ниже которого материал считается непригодным к использованию, именно эта величина может быть принята за нижнюю границу шкалы. В этом случае все образцы со значениями K ниже установленного порога автоматически относятся к категории несоответствующих требованиям, независимо от того, как они распределяются относительно предложенных ранее интервалов.

Выводы

Разработан и обоснован метод комплексной оценки качества текстильных материалов с полиуретановым покрытием на основе простых чисел, который позволяет объединить множество разрозненных показателей в единый комплексный показатель. Благодаря использованию простых чисел в качестве оснований степеней обеспечена возможность однозначного обратного разложения комплексного показателя, что позволяет восстановить исходный набор единичных показателей. Это устраняет ограничение существующих методик построения комплексного показателя. В отличие от средневзвешенных методов, предложенный подход не требует назначения численных весовых коэффициен-

Таблица 2 – Результаты количественной оценки степени приближения к эталону

Table 2 – Results of quantitative assessment of the degree of approximation to the standard

| Образец | K_i |
|---------|-------|
| 01 | 0,91 |
| 02 | 0,46 |
| 03 | 0,37 |

Таблица 3 – Шкала для оценки показателя K

Table 3 – Scale for assessing the K indicator

| Значение K | Характеристика уровня качества |
|--------------|--------------------------------|
| 1,00–0,90 | Высокий |
| 0,89–0,70 | Хороший |
| 0,69–0,50 | Удовлетворительный |
| менее 0,50 | Неудовлетворительный |

тов. Простые числа задают вес показателя через свои логарифмы, причем эти веса математически фиксированы и не требуют согласования численных значений. Присвоение порядкового номера градации показателей осуществляется через разработанные шкалы, что повышает объективность и воспроизводимость оценки качества. Переход к логарифмическому представлению показателя позволяет избежать больших чисел, сохраняя при этом порядок ранжирования объектов. Предложен коэффициент соответствия K_i и шкала оценки уровня качества, что делает метод пригодным для практическо-

го использования. На примере трех образцов тканей с полиуретановым покрытием показана работоспособность метода.

Таким образом, разработанный метод комплексной оценки качества на основе теории простых чисел является практически реализуемым. Метод обеспечивает возможность количественного сравнения образцов как между собой, так и с эталонным уровнем, а результаты вычислений легко интерпретируются и могут быть использованы для обоснованного выбора материалов на практике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Беликова, В.Д., Шустов, Ю.С. и Плеханова, С.В. (2025). Комплексное исследование процесса износа огнестойких тканей от воздействия различных температур, *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, 6(420), С. 147–151.

Гриценко, С.А. и Шевцова, М.В. (2011). О распределении простых чисел в арифметических прогрессиях с разностью специального вида, *Прикладная математика & Физика*, 22 (5(100)), С. 17–38.

Дарханова, А.Т. и Айтуленова, К.Т. (2018). Исследование свойств ассортимента современной искусственной кожи для поясной одежды, *Вестник Алматинского технологического университета*, 4, С. 24–28.

Добровольская, Т.А. и Маслова, А.А. (2021). К вопросу комплексной оценки качества материалов для специальной одежды с использованием компьютерных технологий, *Костюмология*, 6(2), 9 с.

Корнеев, В.П. (2019). Оптимизационный метод выбора результирующего ранжирования объектов, представленных в ранговой шкале измерения, *Управление большими системами: сборник трудов*, 82, С. 44–60.

Кудринский, С.В. и Тюрин, И.Н. (2022). Исследование свойств и определение состава экоматериалов на основе растительной кожи, *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, 399, С. 81–85.

Лунькова, С.В., Лысова, М.А., Чистякова, Н.Э. и Гусев, Б.Н. (2015). Комплексная оценка чистоты текстильных нитей, *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, № 2 (305), С. 27–31.

Марущак, Ю.И., Ясинская, Н.Н. и Петюль, И.А. (2023). Разработка номенклатуры показателей качества и оценка свойств экокож, *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, 404, С. 103–111.

Марущак, Ю.И. и Ясинская, Н.Н. (2024). Сравнительная оценка эргономических свойств тканей с полиуретановым покрытием, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 2(48), С. 9–17.

Марущак, Ю.И. и Ясинская, Н.Н. (2024). Влияние внешних факторов на качественные показатели тканей с пористым полиуретановым покрытием, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, 4(50), С. 49–58.

Рудовский, П.Н., Нуриев, М.Н. и Киселев, П.Н. (2006). Разработка комплексного показателя для оценки формы паковок крестовой мотки, *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, 5, С. 131–133.

Турусбекова, Н.К. и Суйналиева, Б.Б. (2018). Перспективные материалы в производстве изделий легкой промышленности, *Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова*, 1(45), С. 259–266.

Чагина, Л.Л. (2015). Методика комплексной оценки качества льняных трикотажных полотен для верхних изделий, *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*, 6, С. 16–21.

Шустов, Ю.С., Давыдов, А.Ф. и Плеханова, С.В. (2016). *Экспертиза текстильных полотен: монография*. М.: МГУДТ, 216 с.

Pustianu, M., Popa, A., Barbu, I., Fogorasi, M. and Bucevschi, A. (2022). Estimation of quality level based on quality indicators, *Annals of the University of Oradea. Fascicle of Textiles, Leatherwork*, 23(2), pp. 51–58.

REFERENCES

Belikova, V.D., Shustov, Yu.S. and Plekhanova, S.V. (2025). Complex study of the wear process of fire-resistant fabrics under the influence of various temperatures [Kompleksnoe issledovanie processa iznosa ognestojkih tkanej ot vozdeystviya razlichnyh temperatur], *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*, 6(420), pp. 147–151 (in Russian).

Chagina, L.L. (2015). Methodology for comprehensive quality assessment of linen knitted fabrics for outerwear [Metodika kompleksnoj ocenki kachestva l'nyanyh trikotaznykh poloten dlya verhnih izdelij], *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*, 6, pp. 16–21 (in Russian).

Darkhanova, A.T. and Aitulenova, K.T. (2018). Study of the properties of the range of modern artificial leather for waist clothing [Issledovanie svoystv assortimenta sovremennoj iskusstvennoj kozhi dlya pojasnoj odezhdy], *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta = Vestnik of the Almaty Technological University*, 4, pp. 24–28 (in Russian).

Dobrovolskaya, T.A. and Maslova, A.A. (2021). On the issue of comprehensive quality assessment of materials for special clothing using computer technologies [K voprosu kompleksnoj ocenki kachestva materialov dlya special'noj odezhdy s ispol'zovaniem komp'yuternykh tekhnologij], *Kostyumologiya = Costume Design*, 6(2), 9 p. (in Russian).

Gritsenko, S.A. and Shevtsova, M.V. (2011). On the distribution of prime numbers in arithmetic progressions with a difference of a special form [O raspredelenii prostykh chisel v arifmeticheskikh progressiyah s raznost'yu special'nogo vida], *Prikladnaya matematika & Fizika = Applied Mathematics & Physics*, 22 (5(100)), pp. 17–38 (in Russian).

Korneenko, V.P. (2019). Optimization method for choosing the resulting ranking of objects presented in a rank scale of measurement [Optimizatsionnyy metod vybora rezul'tiruyushchego ranzhirovaniya ob"ektov, predstavlenykh v rangovoj shkale izmereniya], *Upravlenie bol'shimi sistemami: sbornik trudov = Management of large systems: a collection of works*, 82, pp. 44–60 (in Russian).

Kudrinsky, S.V. and Tyurin, I.N. (2022). Study of properties and determination of composition of eco-materials based on plant leather [Issledovanie svoystv i opredelenie sostava ekomaterialov na osnove rastitel'noj kozhi], *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*, 399, pp. 81–85 (in Russian).

Lunkova, S.V., Lysova, M.A., Chistyakova, N.E. and Gusev, B.N. (2015). Comprehensive assessment of the purity of textile threads [Kompleksnaya ocenka chistoty tekstil'nykh nitej], *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*, 2(305), pp. 27–31 (in Russian).

Marushchak, Yu.I., Yasinskaya, N.N. and Petyul, I.A. (2023). Development of a nomenclature of quality indicators and evaluation of eco-leather properties [Razrabotka nomenklatury pokazatelej kachestva i ocenka svoystv ekokozh], *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*, 404, pp. 103–111 (in Russian).

Marushchak, Yu.I. and Yasinskaya, N.N. (2024). Comparative assessment of ergonomic properties of fabrics with polyurethane coating [Sravnitel'naya ocenka ergonomicheskikh svoystv tkanej s poliuretanovym pokrytiem], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of the Technological University*, 2(48), pp. 9–17 (in Russian).

Marushchak, Yu.I. and Yasinskaya, N.N. (2024). Influence of external factors on the quality indicators of fabrics with porous polyurethane coating [Vliyaniye vneshnih faktorov na kachestvennye pokazateli tkanej s poristym poliuretanovym pokrytiem], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of the Technological University*, 4(50), pp. 49–58 (in Russian).

Pustianu, M., Popa, A., Barbu, I., Fogorasi, M. and Bucevschi, A. (2022). Estimation of quality level based on quality indicators, *Annals of the University of Oradea. Fascicle of Textiles, Leatherwork*, 23(2), pp. 51–58.

Rudovsky, P.N., Nuriev, M.N. and Kiselev, P.N. (2006). Development of a complex indicator for assessing the shape of cross-wound packages [Razrabotka kompleksnogo pokazatelya dlya ocenki formy pakovok krestovoj motki], *Izvestiya Vysshikh*

Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti, 5, pp. 131–133 (in Russian).

Turusbekova, N.K. and Suynaliev, B.B. (2018). Promising materials in the production of light industry products [Perspektivnye materialy v proizvodstve izdelij legkoj promyshlennosti], *Izvestiya Kyrgyzskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. I. Razzakova* = *News of the Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov*, 1(45), pp. 259–266 (in Russian).

Shustov, Yu.S., Davydov, A.F. and Plekhanova, S.V. (2016). *Expertise of textile fabrics* [Ekspertiza tekstil'nyh poloten]: monograph. Moscow: MGUDT, 216 p. (in Russian).

Информация об авторах

Information about the authors

Марущак Юлия Игоревна

Аспирант, Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь.

E-mail: tonk.00@mail.ru

Петюль Ирина Анатольевна

Кандидат технических наук, проректор по учебной работе, доцент кафедры «Техническое регулирование и товароведение», Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь.

E-mail: petyl@inbox.ru

Ясинская Наталья Николаевна

Доктор технических наук, доцент, заведующая кафедрой «Экология и химические технологии», Витебский государственный технологический университет, Республика Беларусь.

E-mail: yasinskaynn@rambler.ru

Башметов Валерий Степанович

Доктор технических наук, профессор, Республика Беларусь.

Yulia I. Maruschak

Postgraduate Student, Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus.

E-mail: tonk.00@mail.ru

Irina A. Petyul

Candidate of Sciences (in Engineering), Vice-Rector for Academic Affairs, Associate Professor at the Department "Technical Regulation and Commodity Science", Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus.

E-mail: petyl@inbox.ru

Natallia N. Yasinskaya

Doctor of Science (in Engineering), Associate Professor, Chair of the Department "Ecology and Chemical Technologies", Vitebsk State Technological University, Republic of Belarus.

E-mail: yasinskaynn@rambler.ru

Valery S. Bashmetov

Doctor of Science (in Engineering), Professor, Republic of Belarus.