

Научная статья

УДК 677.021; 535.6.08

doi 10.34216/2587-6147-2022-1-55-12-18

Евгений Львович Пашин¹

Александр Валерьевич Орлов²

Тамара Александровна Кудряшова³

¹Костромская государственная сельскохозяйственная академия, г. Кострома, Россия

²Костромской государственной университет, г. Кострома, Россия

³Федеральный научный центр по лубяным культурам, г. Торжок, Россия

¹evgpashin@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5871-874X>

²aorlov@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4995-3393>

³vniil.sekretar@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2854-7847>

ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЙ УНИФИКАЦИИ ГРУПП ЦВЕТА ЛЬНА ПРИ СТАНДАРТИЗАЦИИ ТРЕСТЫ И ТРЕПАНОГО ВОЛОКНА

Аннотация. В статье рассматривается текущая ситуация со стандартизацией и квалиметрией лубяных культур и получаемых из них материалов, в частности, их цветовых характеристик. Рассматриваются существующие противоречия в стандартах, а также исторические предпосылки возникновения этих противоречий. Авторы предлагают унифицировать методики классификации цвета с целью устранения возможных разногласий при сдаче-приёмке лубоволокнистого сырья, в частности льняной тресты и льноволокна. Производится обоснование количества и состава групп цвета, базирующееся на проведении кластерного анализа по среднему и вариации 6 цветовых составляющих в системах цвета RGB и HSV. На основании проведенного анализа предлагается классифицировать льносырье по цвету на три либо на четыре группы. Производится сопоставление этих групп и существующих цветовых эталонов для льнотресты и льноволокна.

Ключевые слова: цвет, лен, треста, волокно, группа цвета, эталон, квалиметрия

Для цитирования: Пашин Е. Л., Орлов А. В., Кудряшова Т. А. Обоснование условий унификации групп цвета льна при стандартизации тресты и трепаного волокна // Технологии и качество. 2022. № 1(55). С. 12–18. <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-1-55-12-18>.

Original article

Evgeniy L. Pashin¹

Aleksander V. Orlov²

Tamara A. Kudryashova³

¹Kostroma State Agricultural Academy, Kostroma, Russia

²Kostroma State University, Kostroma, Russia

³Federal Scientific Center of Bast Cultures, Torzhok, Russia

SUBSTANTIATION OF UNIFIED METHOD OF FLAX COLOUR CLASSIFICATION IN REGARD TO STANDARDISATION OF RETCHED FLAX STRAW AND SCUTCHED FLAX FIBRE

Abstract. Article considers the current situation regarding standardization and qualimetry of bast cultures and related materials – in particular, the color properties. Existing contradictions are analysed, along with the likely causes of those. Article suggests unification of classification methods for color properties of flax straw and flax fibre in order to resolve the conflict of interests between raw material producers and manufactures. Authors suggest and substantiate a method of classification based on cluster analysis of distribution of colour components using RGB and HSV colour systems. It is recommended to classify flax straw and flax fibre into three or four colour categories, which are mapped to existing color categories for respective materials.

Keywords: colour, flax, retched straw, fibre, colour group, sample, qualimetry

For citation: Pashin E. L., Orlov A. V., Kudryashova T. A. Substantiation of unified method of flax colour classification in regard to standardisation of retched flax straw and scutched flax fibre. Technologies & Quality. 2022. No 1(55). P. 12–18 (In Russ.) <https://doi.org/10.34216/2587-6147-2022-1-55-12-18>.

© Пашин Е. Л., Орлов А. В., Кудряшова Т. А., 2022

В настоящее время имеются различия в системах определения групп цвета льноволокна, используемых при стандартизации тресты (по ГОСТ 24283–89) и трепаного волокна (по ГОСТ 10330–76). Согласно указанным стандартам анализируют волокно, получаемое путем промина стеблей и трепания сырца. При оценке качества тресты цвет определяется по четырем группам, а для трепаного волокна по шести. При таком положении сложно объяснить, как формируются большее количество групп цвета у трепаного волокна, получаемого из тресты, когда из этой же тресты, но при использовании другого стандарта, волокно оценивают по четырем группам. Данное несоответствие является причиной разногласий, возникающих при сдаче-приемке, что вызывает необходимость унификации систем цветометрии упомянутых льноматериалов.

Органолептическое определение цвета льна, как быстро реализуемая оценка, проводилось до середины прошлого века в связи с отсутствием инструментальных способов контроля качества [1]. В то время основным критерием технологической ценности являлся результат, получаемый посредством контрольного прочеса трепаного волокна с применением текстильного оборудования – чесальной машины. Однако, по мнению специалистов ЦНИИ промышленности лубяных волокон [2], такой вариант контроля из-за его сложности не мог повсеместно использоваться в условиях льнозаводов и заготовительных организаций. Поэтому для контроля качества применяли малоэффективную органолептическую оценку, выполнявшуюся путем сличения анализируемого волокна по внешнему виду с эталонными образцами.

В послевоенный период были разработаны инструментальные методы квалиметрии льна по совокупности его физико-механических свойств. На их основе были внедрены стандарты с использованием одновременно органолептической и инструментальной оценок. Вторая из них основывалась на контрольном прочесе и, как правило, применялась в качестве арбитражной. Однако единства при создании систем оценки качества стеблевой и волокнистой льнопродукции не было из-за ведомственных интересов (МСХ СССР и Минлегпром СССР). Такое положение дел и явилось причиной существующих до настоящего времени различий по числу и принципам формирования групп цвета при квалиметрии льняной тресты и трепаного волокна.

В условиях агропромышленной интеграции возникает необходимость совершенствова-

ния цветометрии льняного волокна, принимая во внимание, что исходным продуктом для выработки трепаного волокна является треста. В этом случае невозможно получение групп цвета, отличных от цвета волокна, получаемого из тресты. Такой подход явился базой для унификации групп волокна по их цвету, в том числе с учетом используемых на практике иностранных систем контроля цвета льна с применением колориметрии [3].

При обосновании количества групп исходили из целесообразности развития существующих разработок по цветометрии льна, с использованием современных технологий анализа цифровых изображений [4–7]. При этом должна обеспечиваться взаимосвязь с существующими цветовыми эталонами волокна.

С учетом указанного для каждого эталонного образца путем сканирования с разрешением 600 dpi были получены их цифровые изображения. Последующий анализ изображений проводили с использованием двух систем цветности RGB и HSV. Выбор этих моделей обусловлен следующим. Модель RGB – это аддитивная цветовая модель, которая в настоящее время является стандартом де-факто для представления цифровых изображений, полученных с помощью сканеров и камер. Применительно к ней для цветовоспроизведения используются три основных цвета: красный, зеленый и синий. Однако следует учесть, что цвет льняного волокна определяется несколькими компонентами: целлюлозой, имеющей светло-серый цвет, соединительными и покровными тканями [8], часто имеющими бурый и желтый оттенок. Поскольку предпочтительным является волокно с минимальным содержанием неволокнистых примесей, важными критериями при оценке цвета являются яркость и степень насыщенности его цвета, то есть насколько далеко они отстоят от серого. Оба этих критерия выражены в модели RGB неявно и требуют для своего вычисления ряда операций над значениями отдельных компонент. В то же время известна цветовая модель HSV, в которой координатами цвета являются тон, насыщенность и яркость. Эта модель предполагает возможность создания алгоритмически более простых систем оценки. Поэтому совместное использование параметров этих систем, по нашему мнению, позволит более эффективно выявлять цветовые особенности видов натуральных объектов с учетом наличия у них затенений и гетерогенности по насыщенности цветовой окраски. Заметим, что целесообразность одновременного применения моделей цвета RGB и HSV при контро-

ле цвета льноволокна подтверждается в литературе [9].

Применительно к выбранным системам предложили использовать совокупность параметров цветности, указанных в таблице: средние значения параметров, обозначенные с индексом **m** и характеристики их изменчивости в виде коэффициентов вариации – с индексом **v**.

Для выявления наиболее связанных с существующими группами цвета параметров исследовали характер их изменения по этим группам. В итоге установили существенные различия в степени их взаимосвязи с группами цвета у обоих видов материала. Были установлены параметры с наибольшими по абсолютной ве-

личине коэффициентами корреляции (рис. 1). Они в таблице обозначены индексом *.

Используя выявленные параметры цветности, решали задачу разделения их совокупности на сравнительно однородные (по степени схожести) группы. При этом элементы из разных групп должны быть максимально различными друг от друга. Такую группировку провели для тресты и трепаного волокна с целью унификации систем классификации по цвету для исследуемых льноматериалов.

Решая эту задачу, использовали кластерный анализ [10] на основе контроля квадрата евклидова расстояния с применением метода полной связи. Реализацию указанного анализа осуществили с использованием ППП “Statistika”.

Т а б л и ц а

Параметры цветности

Номер цветового параметра	Обозначение цветового параметра	Номер цветового параметра, имеющего наибольшую связь с группой цвета
1	2	3
1	Rm	
2	Gm*	2
3	Bm*	3
4	RGBm*	1
5	Rv*	5
6	Gv*	6
7	Bv	
8	RGBv*	4
9	Hm	
10	Sm*	7
11	Vm	
12	HSVm	
13	Hv	9
14	Sv*	8
15	Vv*	
16	HSVv	

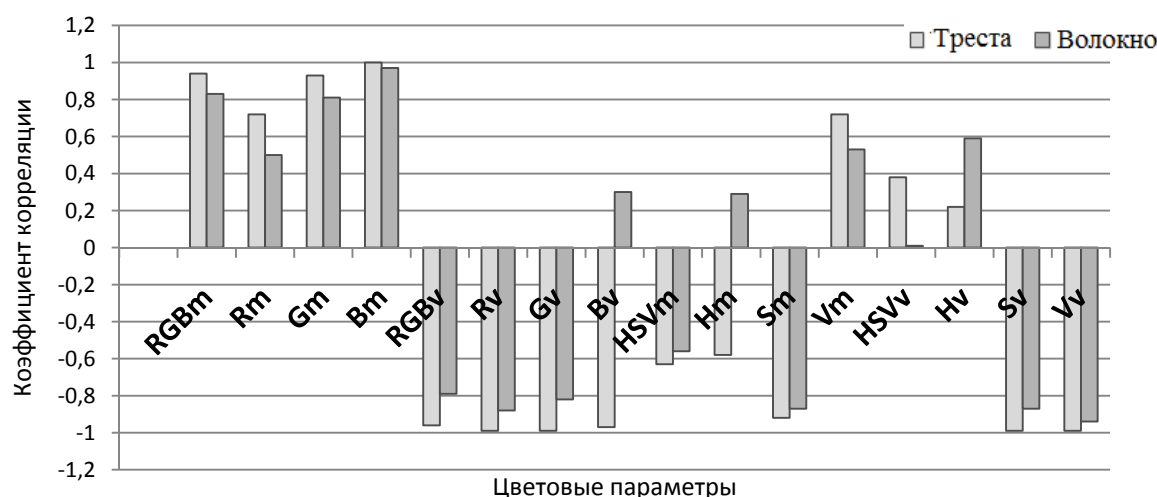


Рис. 1. Значения коэффициентов корреляции с предложенными для анализа цветовыми параметрами

Для получения более объективного массива исходных данных каждый из эталонных образцов цвета волокна сканировали с разрешением 600 dpi. Полученное цифровое изобрае-

ние делили на 100 фрагментов размером приблизительно 22 000 пикселей каждый. Разделение производили с шагом, не кратным высоте или ширине изображения, чтобы обеспечить

репрезентативность выборки. В итоге анализировали совокупность численностью 2600 выборок, для каждой из которых рассчитывались указанные выше цветовые параметры для выбранных систем цветности.

На первом этапе провели кластерный анализ цветовых параметров эталонных изображений волокна тресты (рис. 2). Его результаты выявили предпочтение в формировании трех укрупненных групп цветности. Имеется также возможность использования четырех групп, но при этом цветовые параметры второй и третьей групп будут иметь схожесть. Это объясняется пониженной величиной квадрата

евклидова расстояния ≈ 500 усл. ед. Полученный вывод согласуется с существующей практикой, когда при органолептическом сличении оцениваемого волокна с эталонным образцом у эксперта возникают сложности с выбором их соответствия.

Второй этап кластеризации был реализован для параметров цветности эталонов трепаного волокна (рис. 3). Его результаты свидетельствуют о доминирующей возможности разделения на две группы цвета, в одну из которых попадают первых три эталонных образца, а во вторую – остальные. Однако из полученной дендограммы следует более дробное деление групп.

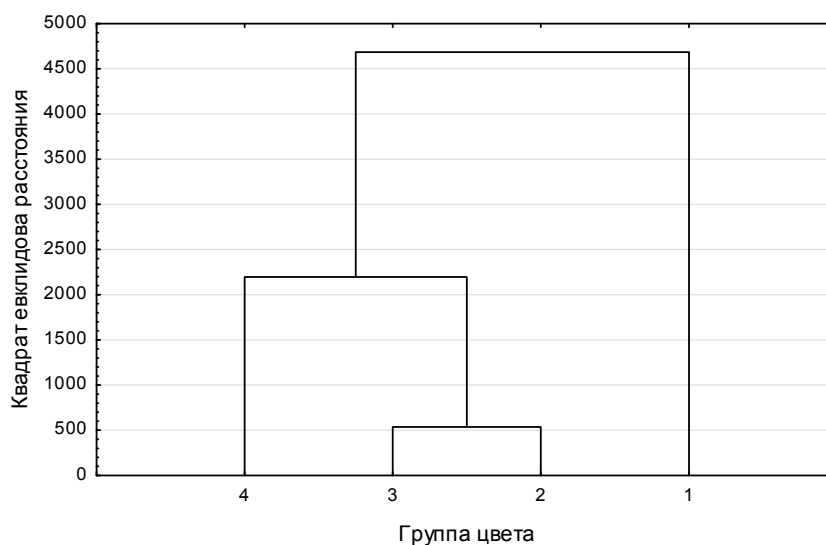


Рис. 2. Схема объединения кластеров для групп цвета волокна по ГОСТ 24383–89

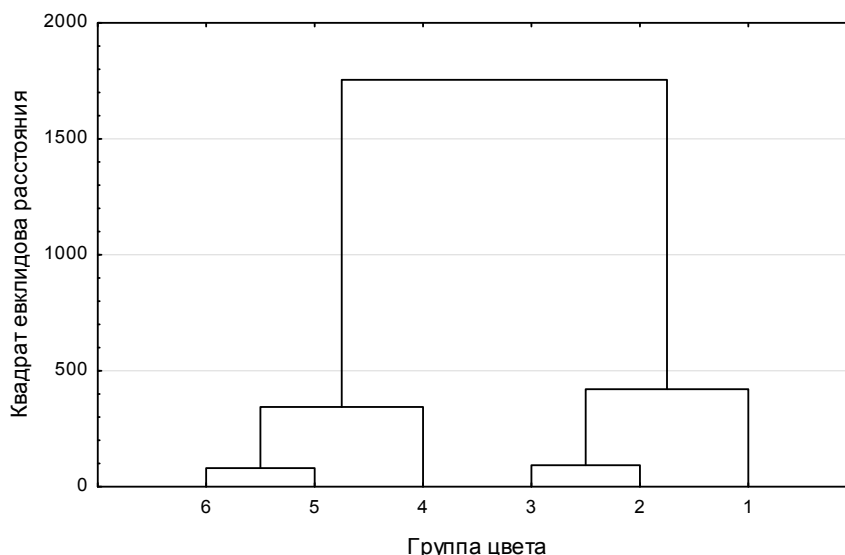


Рис. 3. Схема объединения кластеров для групп цвета волокна по ГОСТ 10330–76

Для обоснования их конечного числа воспользовались известным способом, применяемым при интерпретации результатов кластерного анализа, а именно к выявлению «скачка» суммы квадратов отклонений между группами [11]. Этот

скачок определяет фазовый переход от сильно связанного состояния к слабо связанному состоянию искомым групп. Выявление такого перехода провели посредством анализа схемы объединения, представленной графически на рис. 4. Оказалось,

что при формировании кластера на пятом шаге, то есть после вычленения четырех групп, наблюдается упомянутый скачок. Его наличие объясняет целесообразность деления эталонов для трепаного волокна на четыре кластера – группы.

Исходя из предложенного деления эталонных образцов на четыре группы цвета представляет интерес оценка влияния на каждую из них исследуемых параметров цветности. Для этого использовали метод «К средних» [10]. Метод позволяет определить средние значения параметров цветности для каждого кластера (рис. 5). По горизонтали на графике отложены

участвующие в классификации переменные, а по вертикали – средние значения параметров цветности (см. табл., столбец 3) в разрезе получаемых кластеров. Из графика следует, что кластеры имеют определенные отличия между собой по ряду цветовых параметров. Прежде всего это наблюдается по параметрам RGBm, Gm, Vm, Sm. В несколько меньшей степени различия формируются по параметрам RGBv, Rv, Sv. Наличие указанных отличий подтверждается результатами дисперсионного анализа, а именно соотношением меж- и внутригрупповых дисперсий.

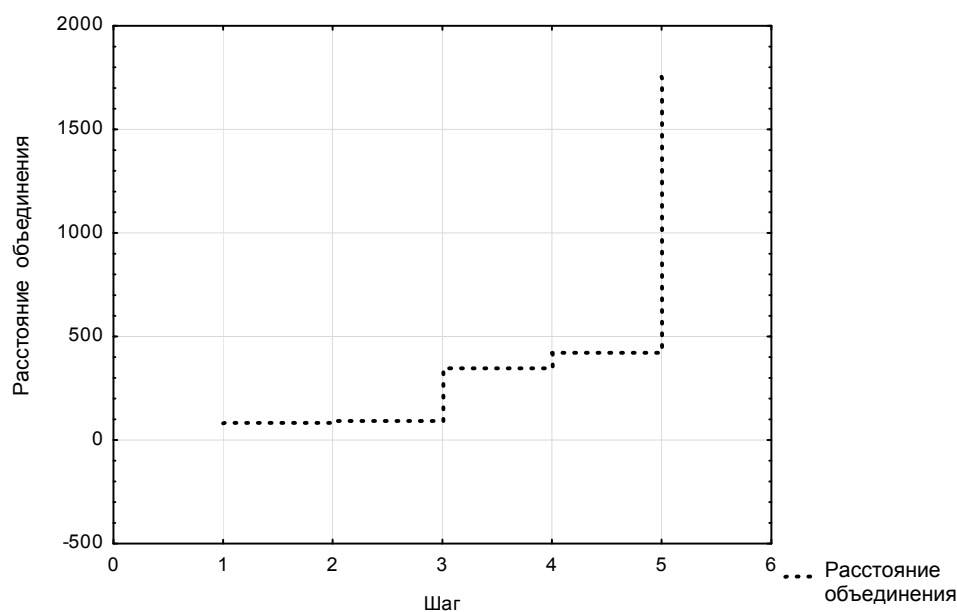


Рис. 4. Диаграмма расстояний объединения параметров цветности эталонов трепаного волокна по шагам кластеризации

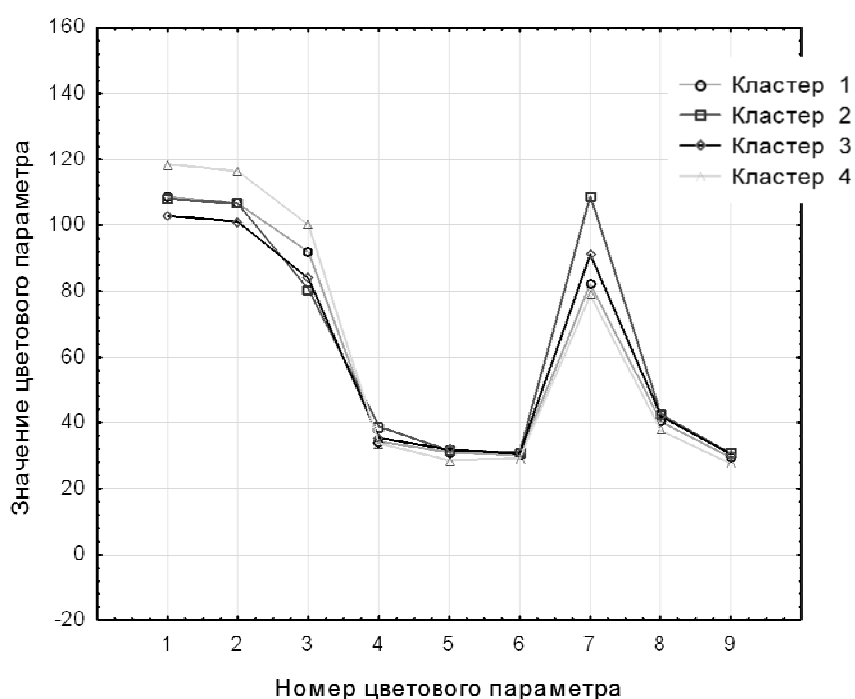


Рис. 5. Значения цветовых параметров для выявленных кластеров (групп цветности) трепаного волокна

При оценке степени сходства образованных групп цвета для трепаного волокна с таким же количеством групп для волокна в случае определения качества льнотресты выявили их высокую связь по распределенным параметрам цветности. При этом установили, что второй кластер по трепаному волокну соответствует первой группе цветности по волокну для тресты, четвертый кластер – четвертой группе. Первый и третий кластеры схожи, соответственно, с третьей и второй группами цветности для тресты.

Выявленные соответствия позволяют считать возможным изменение общего числа групп цветности для трепаного волокна с шести до четырех, что обеспечит требуемую унификацию при цветиметрии при определении качества обоих видов льноматериалов.

ВЫВОДЫ

1. Существующие различия по количеству групп цвета льняного волокна применительно к действующим стандартам на льняную тресту

и трепаное волокно приводят к затруднениям их квалиметрии на этапах купли-продажи льнопродукции, что требует унификации по численности цветовых групп.

2. На основе положений анализа цифровых изображений целесообразно использовать цветовые системы RGB и HSV с применением не только средних значений параметров цветности, но и характеристик их вариации.

3. С применением кластерного анализа установлена возможность укрупнения групп цвета трепаного волокна до четырех. Анализ сходства предложенной градации с группами цвета, используемыми при испытании льнотресты, выявил их подобие, а также обеспечил их идентификацию.

4. Для практического использования предложена унифицированная система цветности волокна по ГОСТ 24283–89 и ГОСТ 10330–76, а именно с использованием четырех групп, определяемых на основе анализа цветовых изображений, получаемых путем сканирования анализируемых волокон.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Лежава О. А., Кульпина Л. И. Разработка лабораторных методов оценки трепаного льна // Научные труды ЦНИИЛВ. Т. 9. М. : Гизлегпром, 1955. С. 3–73.
2. Испытание лубоволокнистых материалов / В. В. Городов, С. Е. Лазарева, И. Я. Лунев [и др.]. М. : Легкая индустрия, 1969. 208 с.
3. Standard Test Method for Color Measurement of Flax Fiber. ASTM D6961 / D6961M – 09(2015) // American Society for Testing and Materials (ASTM-2015). URL: <https://www.astm.org/Standards/D6961.htm> (дата обращения: 6.11.2021).
4. Патент на изобретение № 2067627 РФ. Способ оценки качества льняной тресты: заявл. 06.10.1993; опубл. 10.10.1996 / Кудряшова Т. А., Мухин В. В., Романов В. А. ; патентообладатель Всероссийский НИИ льна.
5. Инструментальные системы оценки технологического качества льна : монография / Е. Л. Пашин, А. В. Куликов, И. А. Румянцева [и др.]. Одинцово : АНОО ВПО «ОГИ», 2010. 224 с.
6. Калинин Е. А. Совершенствование и автоматизация процессов определения качественных показателей льняного волокна // Вестник Херсонского национального технического университета. 2014. № 4(51). С. 85–90.
7. Орлов А. В., Пашин Е. Л., Булатов В. В. Инструментальная оценка цвета текстильных материалов по степени сходства с эталонами // Контроль качества продукции. 2018. № 9. С. 55–57.
8. Ордина Н. А. Структура лубоволокнистых растений и ее изменение в процессе переработки. М. : Легкая индустрия, 1978. 127 с.
9. Толмачев В. С., Единолич М. Б., Кузьмина Т. О. Устройство для определения показателей цвета льняного волокна // Вестник Херсонского национального технического университета. 2018. № 1. С. 163–169.
10. Торопчина Г. Н., Двоерядкина Н. Н., Вохминцева Г. П. Элементы кластерного анализа : учеб. пособие. Благовещенск : Амурский гос. ун-т, 2006. 42 с.
11. Власенко В. Д. Кластерный анализ : метод. указания. Хабаровск : Изд-во Тихоокеанского гос. ун-та, 2006. 32 с.

REFERENCES

1. Lezhava O. A., Kul'pina L. I. Development of laboratory methods for evaluation of battered flax. *Nauchnye trudy TsNIILV* [Scientific works of TSNIILV]. Moscow, Gizlegprom Publ., 1955; IX:3–73. (In Russ.)
2. Gorodov V. V., Lazareva S. E., Lunev I. Ya. et al. Testing of bast fiber materials. Moscow, Legkaya industriya Publ., 1969. 208 p. (In Russ.)
3. Standard Test Method for Color Measurement of Flax Fiber. ASTM D6961 / D6961M – 09(2015). ASTM, 2015. URL: <https://www.astm.org/Standards/D6961.htm> (accessed 6.11.2021).
4. Patent RF № 2067627. Kudryashova T. A., Muhin V. V., Romanov V. A. Method for assessing the quality of linen trusts: for the invention; patentee of Vserossijskij NII l'na. Stat. 06.10.1993; Opubl. 10.10.1996. (In Russ.)
5. Pashin E. L., Kulikov A. V., Romyanceva I. A. et al. Instrumental systems for assessing the technological quality of flax. Odincovo State inst.; 2010. 224 p. (In Russ.)
6. Kalinskiy Ye. O. Improvement and automation of processes of flax fiber quality determination. *Vestnik Hersonskogo nacional'nogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kherson National Technical University]. 2014;4(51):85–90. (In Russ.)
7. Orlov A. V., Pashin E. L., Bulatov V. V. Instrumental assessment of the color of textile materials according to the degree of similarity with the standards. *Kontrol' kachestva produktsii* [Production Quality Control]. 2018;9:55–57. (In Russ.)
8. Ordina N. A. The structure of bast-fiber plants and its change in the processing process. Moscow, Legkaya industriya Publ., 1978. 127 p. (In Russ.)
9. Tolmachev V. S., Edinovich M. B., Kuz'mina T. O. A device for determining the color indicators of flax fiber. *Vestnik Hersonskogo nacional'nogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kherson National Technical University]. 2018;1:163–169. (In Russ.)
10. Toropchina G. N., Dvoeryadkina N. N., Vohminceva G. P. Elements of cluster analysis. Blagoveshchensk, Amur St. Univ. Publ., 2006. 42 p. (In Russ.)
11. Vlasenko V. D. Cluster analysis. Habarovsk, Pacific St. Univ. Publ., 2006. 32 p. (In Russ.)

Статья поступила в редакцию 29.11.2021
Принята к публикации 22.02.2022