

УДК 677.017

DOI 10.47367/0021-3497\_2022\_6\_45

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ОКРАСКИ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ**

### **IMPROVING THE METHOD OF ASSESSMENT AND FORECASTING COLOR CHANGES OF TEXTILE MATERIALS AND PRODUCTS**

*М.В. ЗИМИНА, Л.Л. ЧАГИНА, А.Ш. ИРГАСHEBA*

*M.V. ZIMINA, L.L. CHAGINA, A.SH. IRGASHEVA*

**(Костромской государственный университет)**

**(Kostroma State University)**

E-mail: ziminamv1977@rambler.ru , lyu-chagina@yandex.ru, zyuzik\_93@mail.ru

*В статье рассмотрены факторы, приводящие к изменению окраски текстильных материалов и изделий. Показана необходимость обязательного учета исследуемого свойства для определенного ассортимента изделий. Проведен анализ современных отечественных и зарубежных научных исследований, направленных на совершенствование оценки изменения цветовых характеристик/ Рассмотрены стандартные методы определения устойчивости окраски к действию света и светопогоды, приведены их основные особенности. Разработан экспресс-метод оценки изменения окраски текстильных материалов с использованием современных компьютерных технологий. В качестве критерия изменения окраски предлагается использовать показатель цветостойкости, определяющий изменение яркостей цифровых изображений при действии света и светопогоды. Сущность оценки заключается в количественном определении разницы яркостей контрольного и подвергнутого длительной инсоляции образца с использованием RGB-характеристик цифровых изображений. Программа "Экспресс-оценка цветостойкости" создана с использованием инструментария программного пакета*

*объектного программирования "Delphi 7". Предлагаемый метод реализует возможность прогнозирования цветостойкости и может быть использован для оценки как текстильных материалов, так и полимеров, лакокрасочных покрытий и т.д.*

*The article considers the factors leading to a change in the color of textile materials and products. The necessity of mandatory accounting of the investigated property for a certain range of products is shown. The analysis of modern domestic and foreign scientific research aimed at improving the assessment of changes in color characteristics is carried out, standard methods for determining the color stability to the action of light and light weather are considered, their main features are given. An express method for assessing the change in the color of textile materials using modern computer technologies has been developed. As a criterion for color change, it is proposed to use the color fastness index, which determines the change in the brightness of digital images under the action of light and light weather. The essence of the assessment is to quantify the difference between the brightness of the control and the samples subjected to prolonged insolation using RGB characteristics of digital images. The program "Expert assessment of color fastness" was created using the tools of the Delphi 7 object programming software package. The proposed method implements the possibility of predicting color fastness and can be used to evaluate both textile materials and polymers, paint coatings, etc.*

**Ключевые слова:** устойчивость окраски, светопогода, автоматизированный метод, цветостойкость, экспресс-оценка, RGB-характеристики изображения, прогнозирование.

**Keywords:** color stability, light weather, automated method, color fastness, express assessment, RGB image characteristics, forecasting.

#### *Введение*

При эксплуатации текстильных изделий материалы испытывают влияние световых лучей, влаги, температуры, механических усилий и различных химических веществ и т.д. Под влиянием этих факторов происходит необратимое изменение цвета материала. Устойчивость окраски текстильного материала является значимым показателем эстетических свойств изделия, важным потребительским требованием и в соответствии с российскими и международными стандартами оценивается к различным видам воздействий: свету, светопогоде, дистиллированной воде, мыльному или содовому раствору, сухому или мокрому трению, поту и т.д.

Для некоторых видов текстильных изделий цветостойкость материала имеет определяющее значение, обеспечивая не только эстетические, но и защитные свойства. Например, при использовании в военных

целях полевого обмундирования, маскировочных сетей, автомобильных тентов и т.п. сохранение первоначального вида защитно-маскировочной, как правило, камуфляжной расцветки, применяемой для снижения заметности объекта, является первоочередным требованием. Даже небольшие отклонения от первоначальных параметров цвета материала могут существенно ухудшить защитные свойства изделий и сделать их непригодными для дальнейшего использования. В этом случае высокая устойчивость цвета в процессе эксплуатации обеспечивает качественное выполнение возложенных на материал функций, а его цветостойкость является важным критерием качества защитной экипировки.

#### *Методы*

В современной отечественной и зарубежной научной практике вопросам совершенствования методов оценки изменения цветовых характеристик уделяется боль-

шое внимание [1...9]. В работе [2] создан новый метод оценки светостойкости фотохромных тканей, направленный на замену традиционного метода инструментальным. Усовершенствование стандартного метода оценки стойкости окраски к сухому и мокрому трению осуществлено за счет выявления более предпочтительной прилегающей ткани при проведении испытания [2], [3]. Группой авторов предложен новый метод оценки прочности окраски текстиля на основе цифровых изображений, включающий разработку новой системы визуализации, и формулы с расчетами устойчивости окраски, позволяющий получить более точные результаты, чем визуальные оценки экспертов и существующих инструментальных методов ISO [5].

В работе [6] предложен метод компьютерного определения изменения окраски текстильных полотен при оценке ее устойчивости к физико-химическим воздействиям по осветлению первоначальной окраски и изменению чистоты цвета. Разработана программа, позволяющая в автоматизированном режиме рассчитать величину характеристик цветового различия [7]. Компьютерный способ оценки реализован применительно к устойчивости окраски ткани при трении о смежный материал [8]. Преимущества использования цифровых технологий для оценки изменения цвета подтверждены в работе [9].

Воздействие света и светопогоды является одним из наиболее распространенных факторов, влияющих на изменение окраски. В стандартных методах при оценке устойчивости окраски к действию света и светопогоды (ГОСТ 9733.0-83; ГОСТ Р ИСО 105-A01-99) тестируемые пробы сравнивают с индикаторами выцветания, которые экспонировались одновременно с тестируемыми пробами. Изменение окраски может проявиться в виде изменения яркости, оттенка, чистоты или комбинации этих свойств. Оценка проводят по видимому контрасту между окраской проб до и после испытаний и визуальным сравнением с соответствующей шкалой. При инструментальном методе определения изменения окраски (ГОСТ Р ИСО 105-A05-

99) с помощью спектрометра или колориметра измеряют цветовое различие по светлоте, насыщенности и цветовому тону исследуемых образцов.

При экспертном методе с использованием визуальной оценки имеет место субъективный человеческий фактор, снижающий достоверность оценки, и относительная длительность испытания. Инструментальная оценка требует наличия дорогостоящего оборудования.

Проведенный анализ научных работ показал, что объективность и достоверность сведений о свойствах текстильных материалов во многом определяется применяемым методом оценки. В настоящее время одним из наиболее перспективных направлений в области развития материаловедения является совершенствование оценки свойств текстильных материалов за счет использования компьютерной техники и информационных технологий [6...13].

#### *Результаты*

Целью данной работы явилось создание экспресс-метода оценки изменения окраски различных материалов с использованием современных компьютерных технологий. В предлагаемом методе в качестве отклика на воздействие длительной естественной инсоляции рассматривается цветостойкость – степень сопротивления окраски покрытия к выцветанию при воздействии на материал солнечных лучей и светопогоды.

Солнечный свет представляет собой поток частиц, каждая из которых обладает некоторой энергией. Когда частица достигает поверхности изделия, ее энергия поглощается молекулой краски. Этот процесс активизирует в молекуле электроны, которые, переходя в другое энергетическое состояние, нарушают устоявшиеся химические связи и молекулярные цепочки, в результате чего происходит разрушение пигментов краски. Соответственно цвет покрытия меняется, теряет свою яркость и насыщенность.

В качестве критерия изменения окраски предлагается использовать показатель цветостойкости, определяющий изменение яркостей цифровых изображений при действии света и светопогоды. Сущность

оценки заключается в количественном определении разницы яркостей контрольного и подвергнутого длительной инсоляции образцов с использованием RGB-характеристик цифровых изображений. Модель RGB применяется при описании цветов, получаемых смешиванием трех лучей: красного (Red), зеленого (Green) и синего (Blue). Данная модель является самой популярной и подходит для описания всех цветов, видимых на мониторе, телевизоре, видеопроекторе, а также создаваемых при сканировании изображений [14], [15].

Величины яркостей цифровых изображений ( $Y$ ) контрольного и опытного образцов рассчитываются по следующей формуле [14], [16]:

$$Y = 0,213S_R + 0,715S_G + 0,072S_B, \quad (1)$$

где  $S_R, S_G, S_B$  – усредненные значения RGB-характеристик точек (пикселей) цифровых изображений.

Разница значений величин яркостей цифровых изображений ( $YR, \%$ ) рассчитывается по формуле:

$$YR = 100 - Y_o / Y_k \cdot 100, \quad (2)$$

где  $Y_o, Y_k$  – величины яркостей изображений опытного и контрольного образцов.

Для получения экспериментальных данных проведена оценка цветостойкости нескольких видов текстильных материалов, подвергшихся инсоляции в течение 5 месяцев в весенне-летний период. RGB-характеристики вычисляли в "ручном" режиме с дискретностью в один месяц с использованием программного пакета "Photoshop CS6". С целью разработки оценочной шкалы предварительно выявлено соответствие расчетных величин  $YR$  и результатов экспертного исследования (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

| Степень цветостойкости | Изменение яркости цифровых изображений, % |
|------------------------|---|
| Высокая                | до 4,0                                    |
| Средняя                | 4,0...15,0                                |
| Низкая                 | более 15,0                                |

Разработка оценочной шкалы позволяет исключить привлечение экспертов при оценке других текстильных материалов, предполагающихся к исследованию.

Вышеприведенный способ определения изменения окраски требует значительных временных затрат, поэтому с целью их минимизации с использованием инструментария программного пакета объектного программирования "Delphi 7" разработана программа "Экспресс-оценка цветостойкости" [17] для автоматизированного определения RGB-характеристик изображений, последующего расчета и сравнения величин яркостей изображений опытного и контрольного образцов материалов.

Функционал и порядок работы с программой "Экспресс-оценка цветостойкости" состоит в следующем.

При запуске программы "Экспресс-оценка цветостойкости" открывается главное интерфейсное окно. В данном окне расположены кнопки "О программе", "Информация", "Загрузить опытный образец", "Загрузить контрольный образец", "Очистить все", "Прогнозирование" и "Выход".

При нажатии кнопок "Загрузить опытный/контрольный образец" появляется диалоговое окно для выбора файлов формата "\*.bmp", содержащих изображения текстильного материала. После загрузки изображений и выбора с помощью манипулятора мыши оцениваемой области изображений программа автоматически проводит расчет RGB-характеристик точек выделенной области. Дополнительно происходит отображение усредненного значения и расчетной величины разницы яркостей  $YR$  (рис. 1).

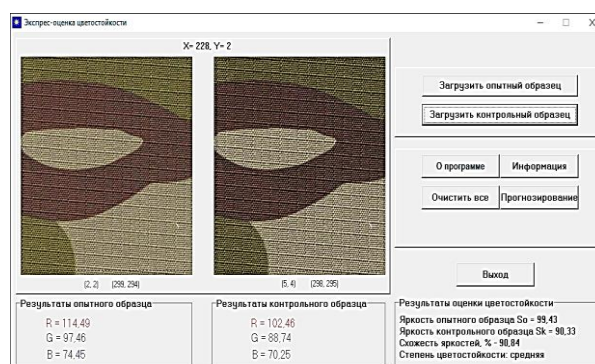


Рис. 1

При нажатии кнопки "О программе" выводится окно с краткой инструкцией по работе программного продукта, а при нажатии кнопки "Информация" выводится текст, содержащий расчетные значения и возможностью ввода, удаления и редактирования информации.

С использованием данного программного продукта возможно вычисление изменения яркости материала за время, последующее после окончания эксперимента. Прогнозирование изменения яркости проводится с использованием автоматически полученных регрессионных моделей (линейная, гиперболическая, степенная, показательная, экспоненциальная, логарифмическая, параболическая функции). Зависимости приводятся в окне "Прогнозные модели", а требуемые величины получаются путем ввода предполагаемого времени наблюдения, номера модели и нажатия кнопки "Прогнозное значение". Программное обеспечение позволяет представить изменение величины яркости изображения опытного образца материала в виде графика, где по шкале абсцисс происходит увеличение времени испытаний и/или прогнозного времени, а по оси ординат представлены величины яркости изображений (рис. 2).

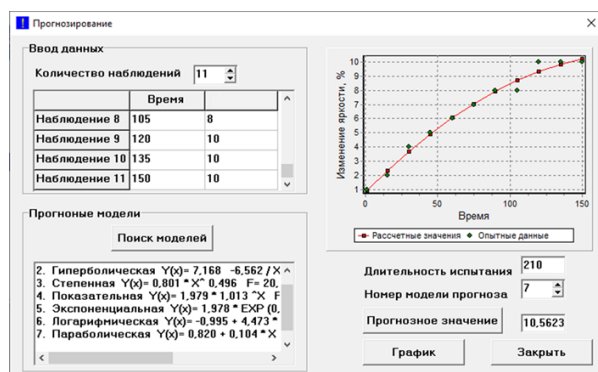


Рис. 2

Предлагаемый метод и программное обеспечение исключают необходимость применения дорогостоящего оборудования и привлечения высококвалифицированного персонала для проведения экспериментальных исследований, а использование программного продукта "Экспресс-оценка цветостойкости" позволяет минимизировать

временные затраты при проведении оценки цветостойкости материалов и изделий, обеспечивая достаточную точность оценки при вложении минимальных материальных затрат.

## ВЫВОДЫ

Итогом работы является создание экспресс-метода оценки изменения окраски различных материалов с использованием современных компьютерных технологий. В предлагаемом методе в качестве отклика на воздействие длительной естественной инсоляции рассматривается цветостойкость – степень сопротивления окраски покрытия к выцветанию при воздействии солнечных лучей на материал и светопогоды. Сущность оценки заключается в количественном определении разницы яркостей контрольного и подвергнутого длительной инсоляции образцов с использованием RGB-характеристик цифровых изображений. С использованием инструментария программного пакета объектного программирования "Delphi 7" разработана программа "Экспресс-оценка цветостойкости" [17] для автоматизированного определения RGB-характеристик изображений, последующего расчета и сравнения величин яркостей цифровых изображений. Предлагаемый программный продукт реализует возможность прогнозирования изменения исследуемой характеристики и может быть использован для оценки как текстильных материалов, так и полимеров, лакокрасочных покрытий и т.д.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Kitaguchi S., Kuramoto K., Moridera H., & Sato T. (2012). Evaluation of instrumental methods for assessing colour fastness. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 5(4), 399–409. <https://doi.org/10.3993/jfbi12201205Aldib>, M. (2015). An investigation of an instrument-based method for assessing colour fastness to light of photochromic textiles. *Coloration Technology*, 131(4), 298–302. <https://doi.org/10.1111/cote.12156>.
2. Suganuma, K. (2015). Improvement of the standard method for assessing colour fastness to wet rubbing. *Coloration Technology*, 131(5), 403–411. <https://doi.org/10.1111/cote.12170>.
3. Suganuma, K. (2013). Effect of the rubbing force on dry rubbing fastness with various white

cloths. *Coloration Technology*, 129(6), 443–447. <https://doi.org/10.1111/cote.12053>.

4. Lisiak-Kucinska, A. (2016). Colour fastness to rubbing. Discussion of selected standard methods. *Przeegląd Włokienniczy*, 70(12), 40–42. <https://doi.org/10.15199/60.2016.12.5>

5. Luo, M. R., Cui, G., Rigg, B., & Dakin, J. (2004). A new method for assessing textile fastness based on digital imaging. In *CGIV 2004 - Second European Conference on Color in Graphics, Imaging, and Vision and Sixth International Symposium on Multispectral Color Science* (pp. 479–483).

6. Способ компьютерного определения изменения окраски текстильных полотен при оценке ее устойчивости к физико-химическим воздействиям : пат. России / Н. Н. Барашкова, О. А. Шаломин, Б. Н. Гусев, А. Ю. Матрохин ; правообладатель ГОУ ВПО "Ивановская государственная текстильная академия. – № 2439560; заявл. 15.07.2010; регистр. 10.01.2012.

7. Автоматизированная оценка цветовых различий материалов: свидетельство о гос. регистрации программы для ЭВМ № 2014614994 / С. Н. Титов, Е. Н. Борисова ; правообладатель ГОУ ВПО "Костромской государственный технологический университет". – № 201461230; заявл. 19.03.2014; регистр. 15.05.2014.

8. Воронин С.Ю., Павлов С.В., Ефимова О.Г., Дружкова А.В. Компьютерный способ оценки устойчивости окраски ткани при трении о смежный материал /// Хроники объединенного фонда электронных ресурсов. Наука и образование. – 2017, №6(97). С. 2. EDN ZREFNF.

9. Gerasimenko N.I., Raikova E.Yu. Digital Technology for Assessing the Color of Textile Materials // *International Journal of Engineering and Advanced Technology*. – 2020. Vol. 10. No 2. P. 277...280. – DOI 10.35940/ijeat.B2089.1210220. – EDN XKDWAC.

10. Копарева Е.М., Зими́на М.В., Титов С.Н., Чагина Л.Л. Использование принципов автоматизированного распознавания оптических изображений для оценки стабильности структуры трикотажных полотен // *Технологии и качество*. – 2021, № 1(51). С. 4...8.

11. Копарева Е.М., Титов С.Н., Чагина Л.Л., Смирнова Н.А. Расчетный метод определения деформации растяжения текстильных полотен // *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2020, № 6. С. 135...138. – EDN XXAIED.

12. Груздева А.П., Зими́на М.В., Чагина Л.Л., Богатырева М.С. Построение методики исследования деформационных свойств тентовых материалов при двухосном циклическом растяжении// *Изв. вузов. Технология текстильной промышленности*. – 2022, № 1. С. 107...114.

13. Зими́на М.В., Груздева А.П., Чагина Л.Л. Методика исследования и прогнозирования характеристик жесткости при изгибе материалов для проектирования адаптивной одежды людей с ограниченными двигательными возможностями // *Технология и качество*. – 2021, №4(54). С.22...29.

14. Демин А.Ю. Основы компьютерной графики. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011.

15. Фленов М.Е. Библия Delphi. – СПб.: БХВ-Петербург, 2007.

16. PLANETCALC. Относительная яркость и контрастность цветов [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <http://planetcalc.ru/7779> (дата обращения: 19.03.2022).

17. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022662967 Программа "Экспресс-оценка цветостойкости": № 2022662409; заяв. 01.07.2022; зарег. 08.07.2022/Зими́на М.В., Муканов Р.А., Чагина Л.Л.; заявитель и правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Костромской государственный университет" (КГУ).

## REFERENCES

1. Kitaguchi S., Kuramoto K., Moridera H., & Sato T. (2012). Evaluation of instrumental methods for assessing colour fastness. *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 5(4), 399–409. <https://doi.org/10.3993/jfbi12201205Aldib>, M. (2015). An investigation of an instrument-based method for assessing colour fastness to light of photochromic tex-tiles. *Coloration Technology*, 131(4), P. 298...302. <https://doi.org/10.1111/cote.12156>.

2. Suganuma K. (2015). Improvement of the standard method for assessing colour fastness to wet rubbing. *Coloration Technology*, 131(5), P. 403...411. <https://doi.org/10.1111/cote.12170>.

3. Suganuma K. (2013). Effect of the rubbing force on dry rubbing fastness with various white cloths. *Coloration Technology*, 129(6), P. 443...447. <https://doi.org/10.1111/cote.12053>.

4. Lisiak-Kucinska A. (2016). Colour fastness to rubbing. Discussion of selected standard methods. *Przeegląd Włokienniczy*, 70(12), P. 40...42. <https://doi.org/10.15199/60.2016.12.5>

5. Luo M. R., Cui G., Rigg B., & Dakin J. (2004). A new method for assessing textile fastness based on digital imaging. In *CGIV 2004 - Second European Conference on Color in Graphics, Imaging, and Vision and Sixth International Symposium on Multispectral Color Science* P. 479...483.

6. A method for computer determination of the change in the color of textile fabrics when assessing its resistance to physical and chemical influences: pat. Russia / N. N. Barashkova, O. A. Shalomin, B. N. Gusev, A. Yu. Matrokhin ; copyright holder of the Ivanovo State Textile Academy. – No. 2439560; application 15.07.2010; register. 10.01.2012.

7. Automated assessment of color differences of materials: certificate of state registration of computer program No. 2014614994 / S. N. Titov, E. N. Borisova ; copyright holder of the State Educational Institution "Kostromsky State Technological University". – No.

201461230; application 19.03.2014; register. 05/15/2014.

8. Computer method for assessing the stability of fabric staining when rubbing against adjacent material / S. Y. Voronin, S. V. Pavlov, O. G. Efimova, A. V. Druzhkova // *Chronicles of the United Fund of Electronic Resources Science and Education*. – 2017. – № 6(97). – P. 2. – EDN ZREFNF.

9. Gerasimenko N.I., Raikova E.Yu. Digital Technology for Assessing the Color of Textile Materials // *International Journal of Engineering and Advanced Technology*. – 2020. – Vol. 10. – No 2. – P. 277...280. – DOI 10.35940/ijeat.B2089.1210220. – EDN XKDWAC.

10. Kopareva E.M., Zimina M.V., Titov S.N., Chagina L.L. Using the principles of automated recognition of optical images to assess the stability of the structure of knitted fabrics // *Technologies and quality*. – 2021. – № 1(51). – P. 4...8.

11. Kopareva E.M., Titov S.N., Chagina L.L., Smirnova N.A. Calculation method for determining the deformation of the weight of textile fabrics // *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2020. – № 6(390). – P. 135...138. – EDN XXAIED.

12. Gruzdeva A.P., Zimina M.V., Chagina L.L., Bogatyreva M.S. Construction of a methodology for studying the deformation properties of tent materials under two-axis cyclic stretching // *Izvestiya Vysshikh*

*Uchebnykh Zavedenii. Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti*. – 2022, № 1. P. 107...114.

13. Zimina M.V., Gruzdeva A.P., Chagina L.L. Methods of research and forecasting the characteristics of stiffness in bending materials for designing adaptive clothing for people with limited motor capabilities // *Technology and quality*. – No.4(54).2021. P..22...29.

14. Demin A.Yu. Fundamentals of computer graphics. - Tomsk : Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2011. - 191 p.

15. Flenov M.E. The Delphi Bible. - St. Petersburg : BHV-Petersburg, 2007.

16. PLANETCALC. Relative brightness and contrast of colors [Electronic resource]. – 2017. – URL: <http://planetcalc.ru/7779> (date of application: 03/19/2022).

17. Certificate of state registration of the computer program No. 2022662967 Program "Express assessment of color fastness": No. 2022662409; application. 01.07.2022; zareg. 08.07.2022/Zimina M.V., Mukanov R.A., Chagina L.L.; applicant and copyright holder Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kostroma State University" (KSU). 1 p.

Рекомендована кафедрой дизайна, технологии, материаловедения и экспертизы потребительских товаров. Поступила 10.11.22.