

УДК 677.017

DOI 10.47367/0021-3497\_2024\_3\_102

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КООРДИНАТ ЦВЕТНОСТИ  
И КОЭФФИЦИЕНТА ЯРКОСТИ ФЛЮОРЕСЦЕНТНОГО МАТЕРИАЛА  
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ**

**STUDY OF CHANGES IN COLORITY COORDINATES AND BRIGHTNESS  
COEFFICIENT OF FLUORESCENT MATERIAL  
UNDER INFLUENCE OF EXTERNAL ENVIRONMENT**

*З.В. НОВИКОВА, Ю.С. ШУСТОВ*

*Z.V. NOVIKOVA, Yu.S. SHUSTOV*

**(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))**

**(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))**

E-mail:6145263@mail.ru

*В работе рассмотрено влияние внешней среды на оптические характеристики сигнальных жилетов. В качестве воздействий внешней среды использовались механическое истирание и отрицательные температуры. Исследования изменений оптических характеристик проводились методом спектроколориметрии. В качестве образцов исследования использовались фоновые материалы сигнальных жилетов 2 класса защиты различных производителей желтого и оранжевого флуоресцентных цветов. Выявлено, что координаты цветности после воздействий внешних сред у всех образцов изменяются в рамках погрешности метода*

*измерения. Коэффициенты яркости ( $\beta$ ) исследуемых образцов находятся ниже минимальных значений коэффициента яркости согласно ГОСТ 12.4.281. Лишь один образец желтого флуоресцентного до воздействий внешней среды имеет коэффициент яркости, близкий к минимальному коэффициенту яркости (0,7559 против 0,76). Для оранжевого флуоресцентного ни один образец не удовлетворяет требованиям ГОСТ 12.4.281. При этом коэффициент яркости сильно изменяется после воздействия внешних сред у всех образцов, кроме одного. Воздействие холодом приводит к более значительным изменениям коэффициента яркости.*

*The work examines the environmental influences on the optical characteristics of signal vests. Mechanical abrasion and exposure to negative temperatures were used as environmental influences. Studies of changes in optical characteristics using spectrophotometry were carried out. The background materials of safety class 2 signal vests from various manufacturers were used as research samples. Background signal vests of Yellow fluorescent and Orange fluorescent colors were studied. It was revealed that the chromaticity coordinates, after exposure to external environments, do not show significant changes in all samples. Thus, changes in the value of chromaticity coordinates for all samples vary within the error of the measurement method. The brightness coefficients of the studied samples are below the minimum brightness coefficient values according to ISO 20471:2013 + Amd 1:2016. Only one sample has a brightness coefficient before environmental influences close to the minimum brightness coefficient for Fluorescent Yellow (0.7559 versus 0.76 for the minimum). For fluorescent orange samples, not a single sample satisfies ISO 20471:2013 + Amd 1:2016. In this case, the brightness coefficient changes significantly after exposure to external environments for all samples except one. Exposure to cold leads to more significant changes in the brightness coefficient.*

**Ключевые слова:** сигнальный жилет, фоновый материал, внешняя среда, стирание, отрицательные температуры, коэффициент яркости, координаты цвета.

**Keywords:** signal vest, background material, external environment, abrasion, negative temperatures, brightness coefficient, color coordinates.

Согласно ГОСТ 12.4.281-2021 (ISO 20471:2013 + Amd 1:2016) одежда специальной повышенной видимости изготавливается из двух видов материалов: фоновые материалы, обеспечивающие высокую видимость пользователя в течение дня, и световозвращающие материалы, видимые ночью в отраженном свете фар [1].

Сигнальные жилеты из флуоресцентных фоновых материалов применяются в различных областях в качестве элементов спецодежды или верхней одежды. Различают три основных цвета флуоресцентных фоновых материалов: красный, оранжевый и желтый.

Работы по исследованиям влияния внешних сред на оптические свойства флуоресцентных фоновых материалов, а также по улучшению их оптических свойств и созданию новых типов красителей и тканей проводятся повсеместно [2...9]. Материалы оцениваются по стандартам [1, 10]. Сигнальные жилеты из данных фоновых материалов должны быть устойчивы к различным воздействиям внешних сред. При этом достижение необходимых показателей координат цветности и коэффициента яркости ( $\beta$ ), а также устойчивости данных показателей к воздействиям

внешней среды является весьма трудной задачей.

В связи с этим исследование изменений основных оптических характеристик сигнальных жилетов марок, представленных на рынке, в результате воздействий внеш-

ней среды представляет непосредственный интерес.

#### *Методы исследования*

В качестве объектов исследования выбраны сигнальные жилеты повышенной видимости различных производителей (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

№ образца	1	2	3	4	5	6
Название образца	Жилет сигнальный «DM REFLECTIVE MATERIAL»	Жилет сигнальный «Delta Plus GILP2»	Жилет сигнальный «СПЕКТР» оранжевый	Жилет сигнальный «СПЕКТР» лимонный	Жилет сигнальный «Желтый», ООО «Спецобъединение Юго-Запад»	Жилет сигнальный «Лимон», ООО «Спецобъединение Юго-Запад»
Вид переплетения	Ткань	Трикотаж	Трикотаж	Трикотаж	Ткань	Ткань
Цвет	Желтый флуоресцентный	Желтый флуоресцентный	Оранжевый флуоресцентный	Желтый флуоресцентный	Желтый флуоресцентный	Оранжевый флуоресцентный

Эти производители участвуют в тендерах на госзакупки, а также имеют обширную сеть розничной продажи для населения. Отобраны образцы для проведения исследования и проведены контрольные замеры выбранных показателей качества изделий, не подвергшихся эксплуатации.

Измерения оптических характеристик образцов, таких как коэффициент яркости и координаты цветности, проводились на спектроколориметре MiniScan EZ (HunterLab, США). Координаты цвета и координаты цветности определялись с погрешностями 1,0 и 0,005 соответственно. Методы проведенных исследований соответствуют методам, изложенным в [1]. Механическое истирание образцов также проводилось согласно методикам, изложенным в [1], с использованием шерстяной ткани при давлении в 9 кПа. Воздействие низких температур осуществлялось в течение 20 ч при температуре -30°C. После воздействия низких температур, а также механического истирания исследуемые образцы исследовались на спектроколориметре для определения изменения оптических характеристик.

#### *Результаты и обсуждение*

Результаты исследований оптических характеристик образцов приведены в табл. 2.

Стоит отметить, что координаты цветности исследуемых образцов не соответствуют [1]. Так, с некоторым допущением образец 1 (желтый флуоресцентный) и образец 6 (оранжевый флуоресцентный) обладают координатами цветности, близкими к значениям, представленным в [1]. Коэффициенты яркости всех исследуемых образцов находятся ниже минимальных значений коэффициентов яркости. Лишь образец 5 обладает значением коэффициента яркости, близким к минимальному коэффициенту яркости для желтого флуоресцентного (0,7559 против 0,76 для минимального). Координаты цветности всех образцов не показали изменения после воздействия внешних сред, превышающего величину погрешности метода измерения. Лишь образец 1 показал незначительное изменение координаты X после воздействия холодом (с 0,4582 до 0,4490).

№ образца	Координата	Координаты цветности. Погрешность измерения $\pm 0,005$		
		Без воздействия	Воздействие холодом	Механическое воздействие
6	X	0,5662	0,5670	0,5657
	Y	0,3555	0,3551	0,3560
	Коэффициент яркости ( $\beta$ )	0,3193	0,3123	0,3153
5	X	0,4088	0,4088	0,4082
	Y	0,5361	0,5359	0,5361
	Коэффициент яркости ( $\beta$ )	0,7559	0,7456	0,7540
4	X	0,4023	0,4011	0,4028
	Y	0,5262	0,5256	0,5259
	Коэффициент яркости ( $\beta$ )	0,7190	0,6561	0,6891
3	X	0,5714	0,5727	0,5721
	Y	0,3665	0,3666	0,3658
	Коэффициент яркости ( $\beta$ )	0,3203	0,3100	0,3145
2	X	0,4073	0,4075	0,4077
	Y	0,5175	0,5174	0,5165
	Коэффициент яркости ( $\beta$ )	0,6341	0,6308	0,6369
1	X	0,3689	0,3693	0,3707
	Y	0,5100	0,5126	0,5133
	Коэффициент яркости ( $\beta$ )	0,4582	0,4490	0,4604

Коэффициент яркости всех образцов оказался чувствителен к воздействиям внешних сред. Наименее чувствительными к воздействиям оказались образцы 2 и 6. Воздействие отрицательными температурами привело к наиболее значительным падениям коэффициента яркости образцов 1 и 4. Механическое истирание приводило к незначительному падению коэффициента яркости всех образцов, кроме образца 2, который показал незначительный рост, но в пределах погрешности методики измерения. Образец 5 со значениями коэффициента яркости, близкими к минимальным разрешенным [1], также показал падение коэффициента на холоде. Однако оказался устойчивым к истиранию.

## ВЫВОДЫ

Исследованы оптические характеристики фоновых сигнальных жилетов до и после воздействия внешними средами. Выявлено, что координаты цветности после воздействия внешней среды не претерпевают существенных изменений во всех образцах. Определено, что образец «жилет сигнальный «Желтый» (ООО «Спецобъединение Юго-Запад») единственный среди флуоресцентных желтых обладает коэф-

фициентом яркости, близким к минимально разрешенным. Для оранжевого флуоресцентного ни один образец не удовлетворяет минимальным требуемым значениям. Этот же образец показал устойчивость к механическому истиранию. Образец 2 оказался устойчив к воздействию внешних сред, но его значения коэффициента яркости меньше минимальных. В целом исследуемые образцы устойчивы к механическому истиранию. Воздействие низких температур приводило к падению значений коэффициента яркости всех образцов.

## ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 12.4.281–2021. Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная повышенной видимости. Технические требования и методы испытаний. М.: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2021.
- Souhangir M., Bidoki S.M., Gharanjig K. Synthesis of a novel fluorescent reactive dye based on coumarin-benzimidazole for high visibility dyeing of cotton // Progress in Color, Colorants and Coatings. 2022, V. 15(4), P. 327 ... 340.
- Гуренко М.Г., Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Буланов Я.И. Исследование изменения координат цветности в системе RGB 0-255 сигнальных жилетов после действия естественной светопогоды // Вестник науки и образования. 2019. №11-1 (65). С. 15 ... 18.

4. Глобина С.А., Курденкова А.В., Шустов Ю.С., Буланов Я.И. Исследование влияния скорости растяжения на механические свойства параарамидных нитей // Вестник науки и образования. 2018. Т. 2, № 7 (43). С. 23 ... 26.

5. Глобина С.А., Курденкова А.В., Шустов Ю.С., Буланов Я.И. Исследование прочности в сухом и мокром состоянии параарамидных нитей российского и зарубежного производства // Вестник науки и образования. 2018. Т. 2, № 7 (43). С. 27 ... 32.

6. Новиков А.Н., Фирсов А.В., Шустов Ю.С., Колесникова С.В. Разработка информационной системы оценивания влияния искусственного света на цветовосприятие тканей // Дизайн и технологии. 2013. №35(77). С. 56 ... 59.

7. Szuster L., Kaźmierska M., Król I. Fluorescent dyes destined for dyeing high-visibility polyester textile products // *Fibres Text. East. Eur.*, 2004, V. 12, № 1(45), P. 70 ... 75.

8. Zhang Y., Li T.T., Shiu B.C., Lou C.W., Lin J.H. Enhanced fluorescent performance of modacrylic/cotton blended fabric by pretreatment with sodium chlorite bleaching // *Textile Research Journal*, 2022, V. 92 (23-24). P. 4722 ... 4735.

9. Sk M.S., Akram W., Mia R. etc. Fabrication of UV-protective polyester fabric with polysorbate 20 incorporating fluorescent color // *Polymers*, 2022, V. 14(20), P.4366.

10. ТР ТС 019/2011. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности средств индивидуальной защиты" (с изм. от 28 мая 2019 года).

#### REFERENCES

1. ISO 20471:2013 + Amd 1:2016 System of occupational safety standards. High visibility special clothing. Technical requirements and test methods. M: Interstate council for standardization, metrology and certification (ISC), 2021.

2. Souhangir M., Bidoki S.M., Gharanjig K. Synthesis of a novel fluorescent reactive dye based on coumarin-benzimidazole for high visibility dyeing of

cotton // *Progress in Color, Colorants and Coatings*. 2022. V. 15(4). P. 327 ... 340.

3. Gurenko M.G., Shustov Yu.S., Kurdenkova A.V., Bulanov Ya.I. Research on color coordinate change in the rgb 0-255 system of signals of signals after the action of natural lightning // *Bulletin of Science and Education*. 2019 №11-1 (65), P. 15 ... 18.

4. Globina S.A., Kurdenkova A.V., Shustov Yu.S., Bulanov Ya.I. Study of the influence of extension rate on the mechanical properties of pararamid threads // *Bulletin of Science and Education*. 2018. V. 2, № 7 (43). P. 23 ... 26.

5. Globina S.A., Kurdenkova A.V., Shustov Yu.S., Bulanov Ya.I. Study of the dry and wet strength of para-aramid yarns of Russian and foreign production // *Bulletin of Science and Education*. 2018. V. 2, № 7 (43). С. 27 ... 32.

6. Novikov A.N., Firsov A.V., Shustov Yu.S., Kolesnikova S.V. Development of an information system for assessing the influence of artificial light on the color appearance of fabrics // *Design and Technology*. 2013, (35). P. 55 ... 59.

7. Szuster L., Kaźmierska M., Król I. Fluorescent dyes destined for dyeing high-visibility polyester textile products // *Fibres Text. East. Eur.*, 2004, V. 12, № 1(45), P. 70 ... 75.

8. Zhang Y., Li T.T., Shiu B.C., Lou C.W., Lin J.H. Enhanced fluorescent performance of modacrylic/cotton blended fabric by pretreatment with sodium chlorite bleaching // *Textile Research Journal*, 2022, V. 92 (23-24), P. 4722 ... 4735.

9. Sk M.S., Akram W., Mia R. etc. Fabrication of UV-protective polyester fabric with polysorbate 20 incorporating fluorescent color // *Polymers*, 2022, V. 14(20), P.4366.

10. TR CU 019/2011 Technical Regulations of the Customs Union "On the safety of personal protective equipment" (as amended on May 28, 2019).

Рекомендована кафедрой материаловедения и товарной экспертизы РГУ им. А.Н. Косыгина. Поступила 03.04.24.