

## ВЛИЯНИЕ ПРОТРАВ НА ЦВЕТОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫКРАСОК ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ ПРИРОДНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

З.А. Яминзода<sup>1</sup>, М.Б. Икрами<sup>2</sup>, О.И. Одинцова<sup>3</sup>, О.В. Козлова<sup>3</sup>, А.В. Чешкова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Совместный факультет Полоцкого государственного университета (Белоруссия) и Технологического университета Таджикистана (Таджикистан), Душанбе пр. Н. Карабаева 63/3, 734061 г.

E-mail: zyaminova@inbox.ru

<sup>2</sup>Кафедра химии Технологического университета, Таджикистана г. Душанбе пр. Н. Карабаева 63/3, Таджикистан, 734061

E-mail: darina.ikrami@mail.ru

<sup>3</sup>Кафедра Химической технологии волокнистых материалов, Ивановский государственный химико-технологический университет, пр. Шереметевский, 7, Иваново, 153000

E-mail: ovk-56@mail.ru

*В статье авторами приведены результаты изучения цветометрических характеристик окрасок хлопковых тканей природными красителями, выделенными из растений флоры Таджикистана (травы зверобоя продырявленного, гармалы, вайды, коры платана восточного - чинары, корня барбариса и корня ревеня). Показано влияние вида протрав ( $MgCl_2$ ,  $AlCl_3$ ,  $FeCl_3$ ,  $FeSO_4$ ,  $Al_2(SO_4)_2$ ,  $CuSO_4$ ) на изменение таких основных характеристик цвета окрашенных образцов, как светлота и насыщенность цвета. Методами спектрофотометрических исследований установлено, что наибольшее изменение цветовых характеристик наблюдается при использовании соли железа (III), что вполне согласуется с комплексообразующими свойствами переходных металлов и устойчивостью образуемых ими комплексов. Показано, что с использованием различных протрав возможно получение довольно широкой гаммы дополнительных цветов и оттенков. В цветовой системе CIE Lab на цветовом графике  $a^*$ ,  $b^*$  обозначены местоположения полученных цветов и построены цветовые охваты.*

**Ключевые слова:** хлопчатобумажные ткани, природные красители, протравы, колористические характеристики, цветовой охват

## INFLUENCE OF MORDANT COMPOSITIONS ON THE COLOR CHARACTERISTICS OF DYEING COTTON FABRICS WITH NATURAL DYES

Z.A. Yaminzoda<sup>1</sup>, M.B. Ikrami<sup>2</sup>, O.I. Odintsova<sup>3</sup>, O.V. Kozlova<sup>3</sup>, A.V. Cheshkova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dean of the Joint Faculty of Polotsk State University (Belarus) and the Technological University of Tajikistan (Tajikistan), Dushanbe avenue N. Karabaeva 63/3, 734061

E-mail: zyaminova@inbox.ru

<sup>2</sup>Technological University of Tajikistan, Dushanbe avenue N. Karabaeva 63/3, Tajikistan, 734061

E-mail: darina.ikrami@mail.ru

<sup>3</sup>Ivanovo State University of Chemistry and Technology, Sheremetevsky Ave., 7, Ivanovo, 153000

E-mail: ovk-56@mail.ru

*In the article, the authors present the results of studying the colorimetric characteristics of dyeing cotton fabrics with natural dyes isolated from plants of the flora of Tajikistan (hypericum perforatum, harmala, woad, plane tree bark, barberry root, rhubarb root). The influence of the type of mordants ( $MgCl_2$ ,  $AlCl_3$ ,  $FeCl_3$ ,  $FeSO_4$ ,  $Al_2(SO_4)_2$ ,  $CuSO_4$ ) on the change in such basic color characteristics of colored samples as lightness and color saturation is shown. It has been established by spectrophotometric studies that the greatest change in color characteristics is observed*

*when using an iron (III) salt, which is in full agreement with the complexing properties of transition metals and the stability of the complexes they form. It is shown that with the use of various mordants it is possible to obtain a fairly wide range of additional colors and shades. In the CIELab color system, on the color chart  $a^*$ ,  $b^*$ , the locations of the obtained colors are indicated and the color gamuts are plotted.*

**Key words:** cotton fabrics, natural dyes, mordants, color characteristics, color gamut

**Для цитирования:**

Яминзода З.А., Икрами М.Б., Одинцова О.И., Козлова О.В., Чешкова А.В. Влияние протрав на цветовые характеристики выкрасок хлопчатобумажных тканей природными красителями. *Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва)*. 2023. Т. LXVII. № 3. С. 84–89. DOI: 10.6060/RCJ.2023673.12.

**For citation:**

Yaminzoda Z.A., Ikrami M.B., Odintsova O.I., Kozlova O.V., Cheshkova A.V. Influence of mordant compositions on the color characteristics of dyeing cotton fabrics with natural dyes. *Ros. Khim. Zh.* 2023. V. 67. N 3. P. 84–89. DOI: 10.6060/RCJ.2023673.12.

## ВВЕДЕНИЕ

Интерес к совершенствованию технологий крашения с целью экологизации процессов колорирования и обеспечения безопасности, как отделочного производства, так и самой текстильной продукции, обусловил научное обоснование и разработку технологий их крашения природными красителями. Вопросам исследования возможности крашения материалов из природных волокон натуральными красителями, выделенными из растительного сырья, в последние годы посвящено большое количество работ [1–17].

В патенте [4] описан способ крашения текстильных волокон и ткани экстрактами древесины лиственницы, используя в качестве протравного вещества неорганические соли. Ряд научных работ посвящено колорированию текстильных материалов из белковых волокон с использованием красящих экстрактов зверобоя [5, 6]. Эффективный способ крашения текстильных материалов из натуральных волокон [7] предусматривает исключение экологически небезопасных неорганических протрав, и основан на использовании ферментативных препаратов (панкреатин или целлюлазу) и водные экстракты крапивы, чили, барбариса, черноплодной рябины.

Важнейшим из потребительских свойств текстильных материалов, наряду с безопасностью, является их цвет, его устойчивость к различным физико-химическим воздействиям. В связи с этим, вопросы колористики текстильных материалов являются одним из актуальных вопросов современной текстильной химии, «важнейшим элементом создания конкурентоспособной» продукции. Человеческий глаз способен различать и оценить несколько десятков тысяч цветов и оттенков, однако

во многих случаях затруднительно описать их сенсорными характеристиками. Для описания, воспроизведения, контролирования, стандартизации и проведения экспертной оценки необходима точная количественная оценка цвета [18].

В настоящее время разработаны способы оценки качества окрасок текстильных материалов с помощью современных инструментальных методов [19, 20]. Измерения количественных характеристик цвета с помощью данных методов позволяют проводить количественные различия между цветностью и оттенком, измерить и сравнить интенсивность, светлоту, насыщенность цвета и другие цветометрические характеристики исследуемых материалов. Указанные колористические характеристики, связанные с концентрацией красителя, рассчитывают на основе спектров поглощения или диффузного отражения с применением программ компьютерной обработки спектральных данных. Известно большое число моделей, разработанных для описания цвета с помощью цифровых технологий, например, RGB, CMYK, XYZ, HSB и CIELAB. В этих моделях математическое описание цвета базируется на том, что любой цвет можно представить в виде суммы определенных количеств трех линейно независимых цветов. Наиболее распространенной моделью для воспроизведения данного цвета является CMYK, в качестве основных цветов которой являются голубой (Cyan), пурпурный (Magenta), желтый (Yellow) [21]. Классическая модель цветового пространства в системе координат  $a^*$ ,  $b^*$  представлена на рис. 1.

Целью настоящего исследования явилось изучение цветометрических показателей и цветового охвата окрасок, полученных на хлопчатобумажных волокнах при использовании натуральных красителей в присутствии протрав неорганической природы.

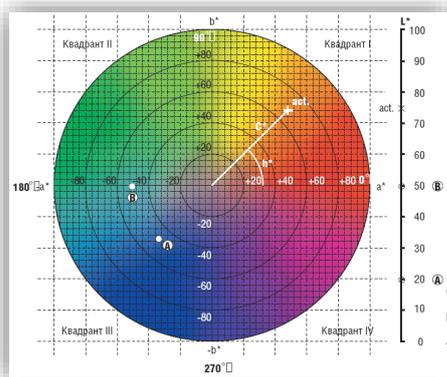


Рис.1. Модель цветового пространства в системе координат  $a^*$ ,  $b^*$  (CIE Lab) [22]

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Крашение ткани из натурального хлопкового волокна проводилось природными красителями, выделенными из растений флоры Таджикистана (травы зверобоя продырявленного, гармалы, вайды, коры платана восточного - чинары, корня барбариса и корня ревеня) по периодической технологии в нейтральной среде с использованием протрав и без них в присутствии нейтрального

электролита при температуре крашения 100 °С в течение 2 ч. Далее хлопковую ткань промывают и сушат в естественных условиях.

Цветовые характеристики и влияние на них различных протрав оценивались с помощью спектроколориметра «ColorEye 2180UV» фирмы "Gretag Macbeth" по светлоте L, координатам цвета  $a^*$  и  $b^*$ , а также по цветовому различию DE, различию по насыщенности DC и светлоте DL. Эталоном служил образец хлопковой ткани, окрашенный в тех же условиях без применения протрав и нейтрального электролита.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Как отмечается в литературе [23-25], степень окрашиваемости можно определять по двум характеристикам цвета: насыщенности C,% и светлоте L,%. Повышение окрашиваемости характеризуется снижением светлоты с одновременным ростом насыщенности цвета получаемой окраски материала.

В таблице 1 представлены цветометрические характеристики выкрасок хлопковой ткани природными красителями.

Таблица 1

Цветометрические характеристики выкрасок хлопковой ткани природными красителями

Вид протравы	Координаты цвета			Сравнительный анализ цветовых характеристик			
	L	$a^*$	$b^*$	Кр.с.	DE	DC	DL
<b>Зверобой</b>							
-	63	5	20				
MgCl <sub>2</sub>	71	1	32	0,83	4,1	1,38	-1,8
AlCl <sub>3</sub>	72	2	31	0,89	3,7	1,06	-2,3
FeCl <sub>3</sub>	52	1	17	0,86	18,6	-15,0	-9,1
FeSO <sub>4</sub>	47	1	16	1,15	19,2	-18,5	-4,7
<b>Корень барбариса</b>							
-	77	2	30				
AlCl <sub>3</sub>	85	-2	21	0,51	9,6	7,90	-3,3
FeSO <sub>4</sub>	52	9	27	3,5	18,7	-17,1	-1,2
<b>Вайда</b>							
-	55	-1	11				
FeSO <sub>4</sub>	45	-2	7	1,16	5,4	-4,5	-2,7
<b>Кора чинары</b>							
-	75	9	25				
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	68	5	20	1,3	5,9	-4,7	-1,9
CuSO <sub>4</sub>	72	8	21	0,89	1,8	-0,28	-1,8
<b>Корень ревеня</b>							
-	70	11	10				
FeSO <sub>4</sub>	43	2	11	1,91	18	15	-7,1
<b>Гармала</b>							
-	68	7	20				
FeSO <sub>4</sub>	72	7	22	0,94	4,1	4	-0,2

Полученные результаты показывают, что, снижение светлоты наблюдается при применении протрав при крашении всеми исследуемыми красителями. При этом величина отклонения по светлоте зависит от вида протравы. Так, для образцов, окрашенных экстрактом зверобоя, изменение цвета составляет в случае применения в качестве протравы  $MgCl_2$  – 4, 1%,  $AlCl_3$  – 3,7%,  $FeCl_3(III)$  – 18,6 и  $FeSO_4(II)$  – 19, 2%. При этом в случае хлорида магния и хлорида алюминия наблюдается некоторое снижение насыщенности цвета, тогда, как при использовании  $FeCl_3(III)$  и  $FeSO_4(II)$  насыщенность цвета повышается на 15 и 18,5%.

При крашении образцов экстрактами из корня барбариса изменение цвета выкрасок составляет соответственно для  $AlCl_3$  и  $FeSO_4(II)$  9,6 и 18,7%, а отклонения по светлоте соответственно 7,9 и 17,8%. На основании данных результатов на примере солей алюминия и железа можно сделать вывод о том, что переходные металлы способствуют повышению окрашиваемости материалов в большей степени по сравнению с типическими металлами, что, вероятно, связано с большей их способностью к комплексообразованию. Для поливалентного переходного металла железа комплексообразование более характерно и протекает легче, могут образоваться как комплексные соединения состава 1:1, так и состава 1:2. Для алюминия, как типического металла, комплексообразование менее характерно. В связи с чем, возможно, при использовании солей алюминия могут образоваться комплексы только состава 1:1.

О результатах крашения текстильных материалов можно судить и по изменению насыщенности цвета окрасок. Анализ полученных данных показал, что при использовании протрав насыщенность цвета увеличивается. Величина повышения насыщенности цвета при крашении экстрактом зверобоя составляет для  $MgCl_2$  – 1,8%, для  $AlCl_3$  – 2,3%, для  $FeCl_3(III)$  – 9,1% и для  $FeSO_4(II)$  – 4,7%. Здесь прослеживается такая же корреляция между повышением интенсивности цвета и валентностью катиона протравы. Как показывают табличные данные, наибольшее увеличение насыщенности характерно для соли железа (III), что вполне согласуется с комплексообразующими свойствами переходных металлов и устойчивостью образуемых ими комплексов.

Выполненные исследования носят практический интерес с точки зрения получения довольно широкой гаммы цветов и оттенков. О распределении полученных цветов на цветовом графике  $a^*$ ,  $b^*$

можно судить по цветовым охватам, представленным на рис. 2.

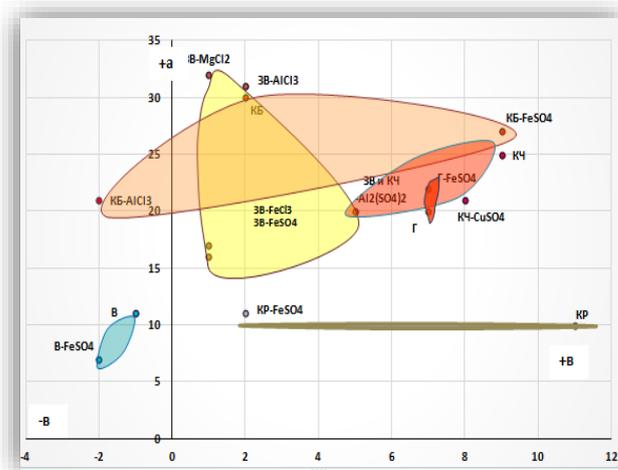


Рис. 2. Местоположение цветов на цветовом пространстве CIE Lab в системе координат  $a^*$ ,  $b^*$  при использовании природных красителей:

KB – корня барбариса; ЗВ – зверобоя; В – Вайды; КЧ – Коры чинары, КР – Корня ревеня; Г – Гармалы

Как можно заметить из рис. 2 наиболее широкая гамма цветов получена при крашении корнем барбариса: цвет при использовании различных протрав может меняться от красноватых до желто-зеленых оттенков. При крашении зверобоем также цветовой охват является довольно большим, однако в этом случае цвета представляют однотоновую цветовую гамму родственных цветов и различаются в основном по насыщенности окрасок.

Небольшие цветовые охваты получены при использовании Вайды, Коры чинары, Корня ревеня и Гармалы. Но при их применении можно получить довольно чистые красные оттенки (кора чинары, корень ревеня), в отличие от зверобоя, и интересные зеленые оттенки (Вайда). А при использовании корней ревеня использовать протраву вообще не следует, т.к. в чистом виде получается самый чистый оранжево-красный оттенок.

## ВЫВОДЫ

Авторами обозначена актуальность и экологичность применения природных красителей для окрашивания хлопковых волокон, показано влияние различных протрав на изменение цветовых характеристик и возможность расширения цветовой гаммы получаемых цветов.

*Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.*

ской Федерации (проект FZZW-2023-0008) с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

The authors declare the absence a conflict of interest warranting disclosure in this article.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кобраков К.И., Оленев Н.С., Целикова Г.А., Волянский О.В. История науки и техники. 2010. № 6. Спецвып. № 2. С. 26–34.
2. Икрами М.Б., Яминзода З.А., Олимбойзода П.А. Вестник технологического университета Таджикистана. № 3 (42). 2020. С. 46–51.
3. Яминзода З.А. Икрами М.Б. Олимбойзода П.А. О перспективности крашения текстильных материалов природными красителями / МЦНП «Новая наука», Петрозаводск, 2021. С. 15-20. DOI: 10.46916/26042021-3-978-5-00174-206-7.
4. Патент РФ 2173740, Способ крашения текстильных волокон и тканей. МПК D06B 9/00, D06P 1/34, опубл. 20.09.2001)
5. Ковтун Л.Г., Маланкина Е.Л., Артамонцева Л.В., Люлько Н.И. Технология текстильной промышленности. 2007. № 3 (298). С. 67–69.
6. Тасымбекова А.Н., Логинова Л.В., Нурмаханкызы Н. Технология текстильной промышленности. 2018. № 5 (377). С. 120-124.
7. Патент РФ 2677619С2 Технология крашения текстильных материалов из натуральных волокон природными красителями беспротравным биохимическим способом, СПК D06B 9/02; D06P 1/46 опубликовано 2019-01-17.
8. Икроми М.Б., Олимбойзода П., Яминзода П.А. Научно-технический журнал. Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2021. № 2(54). ISSN-2520-2227 С. 46–49.
9. Яминзода З.А. Технологии и качество. 2022. № 1(55). С. 29–35. DOI: 10.34216/2587-6147-2022-1-55-29-34.
10. Яминзода З.А. Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2021. № 2(54). ISSN-2520-2227 С. 61–65.
11. Яминзода З.А. Вестник Технологического университета Таджикистана. 2021. № 3(46). 2021. С. 163–172.
12. Яминзода З.А. Вестник Технологического университета Таджикистана. 2021. 4(47). 2021. С. 131–138.
13. Скобова Н.В., Ясинская Н.Н., Кузнецова А.О. Вестник Витебский государственный технологический университет. 2022. № 1. С. 115–124.
14. Ленько К.А., Ясинская Н.Н. Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. № 5. (401). С. 118–125. DOI: 10.47367/0021-3497\_2022\_5\_118.
15. Яминзода З.А., Икроми М.Б., Олимбойзода П., Бобиев О. Вестник Технологического университета Таджикистана. 2022. № 4(50). 2022. Часть 2. С. 96–105.
16. Азимова Ф.Ш., Шагина Н.А. Способ колорирования шубной овчины растительным красителем зверобоя. № 2 (392). Технология текстильной промышленности. 2021. С. 160–163. DOI: 10.47367/0021-3497\_2021\_2\_160.
17. Саласина Я.Ю., Буржинская Т.Г., Дейнека В.И., Дейнека Л.А., Варушкина С.М., Чулков А.Н. Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2022. Т. 65. Вып. 8. С. 117–124. DOI: 10.6060/ivkkt.20226508.6585.
18. Зяблов А.Н., Жиброва Ю.А., Селемев В.Ф. Сорбц. и хроматограф. процессы. 2006. Т. 6. Вып. 6. С. 1424–1429.

#### REFERENCES

1. Kobrakov K.I., Olenev N.S., Tselikova G.A., Volyansky O.V. History of science and technology. 2010. N 6. Special issue. N 2. P. 26–34.
2. Ikrami M.B., Yaminzoda Z.A., Olimboyzoda P.A. Bulletin of the Technological University of Tajikistan. N 3 (42). 2020. P. 46–51.
3. Yaminzoda Z.A. Ikrami M.B. Olimboyzoda P.A. On the prospects of dyeing textile materials with natural dyes / MTSNP "New Science", Petrozavodsk, 2021. - P. 15-20. DOI: 10.46916/26042021-3-978-5-00174-206-7
4. RF patent 2173740, Method for dyeing textile fibers and fabrics. IPC D06B 9/00, D06P 1/34, publ. 20.09.2001.
5. Kovtun L.G., Malankina E.L., Artamontseva L.V., Lyulko N.I. Technology of the textile industry. 2007. N 3 (298). P. 67-69.
6. Tasyzbekova A.N., Loginova L.V., Nurmakhankyzy N. Technology of the textile industry. 2018. No. 5 (377), P. 120-124.
7. RF patent 2677619C2. Technology for dyeing textile materials from natural fibers with natural dyes using a non-mordant biochemical method. CPC D06B 9/02; D06P 1/46, publ. 2019-01-17.
8. Ikromi M.B., Olimboyzoda P., Yaminzoda P.A. Scientific and technical journal. Polytechnic Bulletin. Series: Engineering research. 2021. N 2(54). ISSN-2520-2227 P. 46-49.
9. Yaminzoda Z.A. Technology and quality. 2022. N 1(55). P. 29-35. DOI: 10.34216/2587-6147-2022-1-55-29-34.
10. Yaminzoda Z.A. Polytechnic Bulletin. Series: Engineering research. 2021. N 2(54). P. 61-65. ISSN-2520-2227.
11. Yaminzoda Z.A. Bulletin of the Technological University of Tajikistan. 2021. N 3(46). P. 163-172.
12. Yaminzoda Z.A. Bulletin of the Technological University of Tajikistan. 2021. N 4 (47). 2021. P. 131-138.
13. Skobova N.V., Yasinskaya N.N., Kuznetsova A.O. Vestnik Vitebsk State Technological University. 2022. N 1. P.115-124.
14. Lenko K.A., Yasinskaya N.N. Izvestiya vuzov. Technology of the textile industry. 2022. N 5 (401). P. 118-125. DOI: 10.47367/0021-3497\_2022\_5\_118.
15. Yaminzoda Z.A., Ikromi M.B., Olimboyzoda P., Bobiev O. Bulletin of the Technological University of Tajikistan. 2022. N 4(50). Part 2. P. 96-105
16. Azimova F.Sh., Shagina N.A. Technology of the textile industry. 2021. N 2 (392). P. 160-163. DOI 10.47367/0021-3497\_2021\_2\_160.
17. Salasina Ya.Yu., Burzhinskaya T.G., Deineka V.I., Deineka L.A., Varushkina S.M., Chulkov A.N. Chem-ChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]. 2022. V. 65. N 8. P. 117–124. DOI: 10.6060/ivkkt.20226508.6585.
18. Zyablov A.N., Zhibrova Yu.A., Selemenev V.F. Sorbts. and chromatograph. processes. 2006. V. 6. N 6. P. 1424 -1429.
19. Krivosheev, M. I. Color measurements [Text] / M. I. Krivosheev, A. K. Kustarev. M.: Energoatomizdat, 1990. 240 p. ISBN 5-283-00545-3.

19. *Кривошеев М.И.* Цветовые измерения [Текст] / М. И. Кривошеев, А.К. Кустарев. М.: Энергоатомиздат, 1990. 240 с. — ISBN 5-283-00545-3.
20. *Симонова Р.В., Молоков В.Л., Штерн А.М., Новорядовский А.Г.* Текстильная промышленность, 1987. № 8. С. 52-53.
21. *Козлова О.В., Одинцова О.И.* Цветоведение и текстильное колорирование: учебное пособие; ФГБОУ ВО «Иван. гос. хим.-технол. ун-т.» – Иваново, 2021. 222 с., ISBN 978-5-9616-0576-1.
22. <http://grd.su/st-10-colour-theory.htm>, дата обращения 29.11.2022.
23. *Байдичева О. В., Рудакова Л.В., Рудаков О.Б.* Электронный журнал Бутлеровские сообщения. 2008. Т. 13. № 2. С. 50–61.
24. *Sanzheeva E. B., Kozlova O. V., Odintsova O. I., Zelenkova T. N.* Russian Journal of General Chemistry. 2022. V. 92. N 3. P. 1–4.
25. *Санжеева Е.Б., Козлова О.В., Одинцова О.И., Зеленкова Т.Н.* Российский химический журнал. 2021. № 1. Т. LXV. С. 36–40.
20. *Simonova R.V., Molokov V.L., Stern A.M., Novoradovsky A.G.* Textile industry, 1987. N 8. P. 52-53.
21. *Kozlova O.V., Odintsova O.I.* Color science and textile coloring: textbook; FGBOU VO "Ivan. state chemical-technological un-t." - Ivanovo, 2021. 222 p., ISBN 978-5-9616-0576-1.
22. <http://grd.su/st-10-colour-theory.htm>, accessed 11/29/2022.
23. *Baidicheva O.V., Rudakova L.V., Rudakov O.B.* Electronic journal Butlerov's messages. 2008. V.13. No. 2. 50 - 61.
24. *Sanzheeva E. B., Kozlova O. V., Odintsova O. I., Zelenkova T. N.* Russian Journal of General Chemistry. 2022. V. 92. N 3. P. 1–4.
25. *Sanzheeva E. B., Kozlova O. V., Odintsova O. I., Zelenkova T. N.* Russian Journal of General Chemistry. 2021. N 1. V. LXV. P. 36-40.

*Поступила в редакцию 29.08.2023  
Принята к опубликованию 13.11.2023*

*Received 29.08.2023  
Accepted 13.11.2023*