

Оригинальная статья / Original article

УДК 678.029

<https://doi.org/10.21869/2223-1528-2024-14-4-167-176>

Влияние полициклической структуры на колористическую устойчивость окраски

Г.В. Бурых^{1✉}, А.А. Казаков¹

¹ Юго-Западный государственный университет
ул. 50 лет Октября, д. 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

✉ e-mail: bgalav@mail.ru

Резюме

Целью работы являлось изучение влияния полициклической структуры в качестве добавки на термодинамические показатели красильных систем. Исследованию подвергался процесс крашения хлопчатобумажного текстильного материала с использованием прямого красителя.

Методы. Для достижения цели в экспериментальных исследованиях использовались различные методы. Физическими методами изучали свойства красильных растворов. Методы ИК- и УФ-спектроскопии применялись для исследования растворов. Оценку качества подготовки тканей оценивали по величине капиллярности. С помощью микроскопического метода изучали поперечные срезы окрашиваемых материалов. Для оценки качества устойчивости окрасок к физико-химическим и физико-механическим воздействиям использовались методы, определенные для данного вида продукции.

Результаты. В работе рассмотрен процесс крашения хлопчатобумажных текстильных материалов красителем прямым бирюзовым светопрочным в красильных растворах с содержанием классических компонентов рецептуры крашения и в растворах с 1,2,4-триазиновой добавкой. Получены кинетические зависимости содержания и сорбции красителя прямого бирюзового светопрочного хлопчатобумажным текстильным материалом в исследуемых условиях. Было проведено сравнительное исследование устойчивости полученной окраски хлопчатобумажного материала к различным видам химических и механических воздействий.

Результаты, полученные при крашении прямым бирюзовым светопрочным красителем в присутствии триазиновой функциональной добавки, показывают, что при этом наблюдается не только химическая интенсификация процесса колорирования, но и изменение устойчивости окраски к некоторым видам воздействий.

Заключение. Выявлено, что введение в красильный состав полициклической структуры в виде 1,2,4-триазиновой добавки положительно сказывается на процессе сорбции красителя прямого бирюзового светопрочного текстильными материалами целлюлозной природы и повышает устойчивость к различного рода физико-химическим и физико-механическим воздействиям.

Ключевые слова: сорбция; красильный раствор; краситель; хлопчатобумажные текстильные материалы; устойчивость окраски.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Бурых Г.В., Казаков А.А. Влияние полициклической структуры на колористическую устойчивость окраски // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2024. Т. 14, № 4. С. 167–176. <https://doi.org/10.21869/2223-1528-2024-14-4-167-176>

Поступила в редакцию 01.11.2024

Подписана в печать 26.11.2024

Опубликована 13.12.2024

© Бурых Г.В., Казаков А.А., 2024

The effect of a polycyclic structure on a color that is colorically resistant to influences

Galina V. Burykh^{1✉}, Andrey A. Kazakov

¹ Southwest State University
50 let Oktyabrya Str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

✉ e-mail: bgalav@mail.ru

Abstract

The purpose of the work was to study the influence of polycyclic structure as an additive on thermodynamic parameters of dyeing systems. The dyeing process of cotton textile material using direct dye was investigated.

Methods. Various methods were used in the experimental studies to achieve the objective. Physical methods were used to study the properties of dyeing solutions. The quality of fabric preparation was evaluated by capillarity value. IR and UV spectroscopy methods were used to study the solutions. Cross sections of the stained materials were studied using the microscopic method. The methods defined for this type of products were used to evaluate the quality of coloring resistance to physicochemical and physical-mechanical influences.

Results. The process of dyeing of cotton textile materials with direct turquoise lightfast dye in dyeing solutions containing classical components of dyeing formulation and in solutions with 1,2,4-triazine additive is considered. Kinetic dependences of the content and sorption of direct turquoise lightfast dye by cotton textile material under the investigated conditions have been obtained. A comparative study of the resistance of the obtained color of cotton material to various types of chemical and mechanical influences was carried out.

The results obtained during dyeing with a direct turquoise light-resistant dye in the presence of a triazine functional additive show that not only chemical intensification of the coloring process is observed, but also a change in the color stability to certain types of influences.

Conclusion. It is revealed that the introduction of polycyclic structure in the form of 1,2,4-triazine additive into the dyeing composition has a positive effect on the process of sorption of direct turquoise lightfast dye by textile materials of cellulose nature and increases resistance to various kinds of physical-chemical and physical-mechanical influences.

Keywords: sorption; dye solution; dye; cotton textile materials; color stability.

Conflict of interest: The authors declares the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

For citation: Burykh G.V., Kazakov A.A. The effect of a polycyclic structure on a color that is colorically resistant to influences. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii = Proceedings of the Southwest State University. Series: Engineering and Technologies.* 2024;14(4):167–176. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1528-2024-14-4-167-176>

Received 01.11.2024

Accepted 26.11.2024

Published 13.12.2024

Введение

Крашения текстильных материалов [1] в один цвет по всей площади можно представить в виде процесса взаимодействия органического вещества – красителя с волокнообразующим полимерным материалом [2]. Процесс крашения осуществляется в результате массопереноса окрашенного вещества-красителя в твердую фазу волокна-материала с последующей

фиксацией сорбционными связями различной природы [3]. Основными стадиями такого процесса являются диффузия и сорбция, которые влияют как на скорость протекания процесса крашения, так и на устойчивость получаемой окраски [4].

Химическое строение как красителей, так и волокнообразующих полимеров, оказывает существенное влияние на скорость основных стадий крашения. Формирование конечной окраски напрямую зависит от соотношения диффузионных и

сорбционных характеристик рассматриваемых систем [5]. Таким образом, процесс крашения можно рассматривать как зависимость между кинетикой и термодинамикой [6] основных стадий проникновения молекул красителя в свободные объемы волокна [7] и взаимодействия функциональных групп красителя с функциональными группами волокна [8].

Параллельно с процессом крашения важным аспектом является повышение устойчивости окрашенных тканей к физико-химическому воздействию [9], такому как воздействие ультрафиолетового излучения, механическое воздействие и химические агенты [10]. В этом контексте исследования, направленные на изучение влияния различных добавок на стойкость окрашенных хлопчатобумажных материалов, приобретают особую важность [11]. С этой целью могут быть использованы вещества, которые в красильном растворе оказывают влияние и на активные центры в волокне, и на частицы красителя [12].

Результат процесса крашения зависит от множества факторов. Разные виды текстильных материалов, такие как хлопок, шерсть, лен, вискоза и синтетические волокна, могут вести себя по-разному при окрашивании [13]. Их химический состав, структура и поверхностные свойства могут влиять на способность красителя взаимодействовать с волокнами. На эффективность окрашивания могут сильно влиять температура, рН среды и концентрация солей [14]. Оптимальные условия окрашивания могут различаться для разных типов красителей и текстильных материалов. Предварительная обработка материала, такая как обезжиривание, отбеливание или мерсеризация, может влиять на способность красителя проникнуть в волокна и равномерно распределиться по материалу.

Для оценки степени устойчивости полученной окраски к физико-механическим и физико-химическим испытаниям

были проведены испытания и их оценка в баллах шкалы серых и белых эталонов [15].

Целью настоящей работы являлось изучение влияния 1,2,4-триазиновой добавки в виде 3-*трет*-бутил-4,11-диоксо-6,9,10*H*-пиримидо[4',5':3,4]пиразоло[5,1-*c*][1,2,4]триазина при окрашивании хлопчатобумажного текстильного материала красителем прямым бирюзовым светопрочным.

Материалы и методы

В работе уделено внимание созданию окраски на натуральном целлюлозном хлопчатобумажном текстильном материале (ситец, бязь).

Предварительно хлопчатобумажный материал проходил стандартные стадии подготовки к крашению.

Окрашивание проводилось с использованием красителя прямого бирюзового светопрочного. Краситель прямой бирюзовый светопрочный является производным тетраазобензопорфиринов, высших гетероциклических соединений, состоящих из изоиндольных (бенз[*c*]пиррольных) колец, соединённых между собой через sp^2 -гибридизованный атом азота в комплексе с переходным металлом. Прямой бирюзовый светопрочный представляет собой дисульфокислоту медьфталоцианина, получаемую сульфированием медьфталоцианина с последующим выделением в виде натриевой соли [16].

Процесс придания окраски хлопчатобумажным текстильным материалам осуществлялся периодическим способом в кинетическом варианте в растворе, содержащем: прямой краситель, хлорид натрия и щелочной реагент для поддержания уровня рН. Добавка вводилась в красильный раствор одновременно с красителем.

Интенсивность окраски зависит от количественного содержания красителя в волокнах ткани, которая характеризуется

величиной сорбции красителя материалом. Показатели сорбции определялись фотометрическим методом.

Крашение вели в кинетическом формате с регулярным пробоотбором для определения содержания красителя по мере развития процесса. Для количественного определения содержания красителя в рабочем растворе использовали спектрофотометр ПЭ-5400В.

Для выбора оптимальной длины волны проводили анализ спектров поглощения в различном диапазоне длин волн. Спектры поглощения растворов снимали при помощи спектрофотометра Shimadzu UV-1800.

Количество красителя, который поглотился материалом из красильного раствора, вычисляли как разницу между содержанием красителя в исходном растворе и остаточной концентрацией красителя в кубовом растворе после крашения.

При крашении образцов хлопчатобумажных текстильных материалов применяли общепринятые способы крашения прямыми красителями в красильных растворах. Крашение проводили в стандартных условиях и в присутствии сложных полициклических производных 1,2,4-триазина с целью изучения влияния добавки на устойчивость полученной окраски на материалах, содержащих целлюлозу. 1,2,4-Триазины являются набирающим популярность классом гетероциклов, т. к. могут быть весьма перспективны в отношении поиска среди них новых биологически активных веществ [17].

Оценка изменения цвета и степени закрашивания проводилась с использованием соответствующих эталонов, позволяющих более точно оценить устойчивость окраски к сухому и мокрому глажению, стирке, трению.

Результаты и их обсуждение

Изучение процесса придания окраски натуральному хлопку – текстилю целлюлозной природы – проводили с использованием анионного красителя со средней ровняющей способностью прямого бирюзового светопрочного.

Крашение проводили в стандартных условиях в растворах, содержащих (от массы образца): 2% красителя прямого бирюзового светопрочного, 30% соли электролита, 2% соли щелочного агента, и в растворах, содержащих, кроме указанных компонентов, сложные полициклические производные 1,2,4-триазина.

В качестве производных 1,2,4-триазина были использованы соединения 3-*трет*-бутил-4,11-диоксо-6,9,10*H*-пиримидо[4',5':3,4]пирозоло[5,1-*c*][1,2,4]триазина, полученные синтетическим путем в лабораторных условиях.

Для проверки совместимости красителя и добавки проводили УФ-спектроскопические исследования исходных и рабочих растворов.

На рисунке 1 приведены спектры, полученные на оборудовании с использованием автоматического контроля результатов измерения.

Как видим, характеристическая длина волны в присутствии добавки практически не меняется, но наблюдаются незначительные изменения интенсивности поглощения, что в дальнейшем отражается в некотором углублении окраски и изменении оттенка окрашенных образцов хлопчатобумажного материала.

При оптимальной длине волны определяли оптическую плотность серий растворов заданной концентрации, по результатам определений были сформированы калибровочные графики (рис. 2).

Таблица 1. Характеристики градуировочных графиков**Table 1.** Characteristics of calibration graphs

Вид раствора	Линии тренда	Величина достоверности аппроксимации
Исходный раствор	$y = 0,8412x - 0,0009$	0,9985
Раствор с добавкой	$y = 0,8343x - 0,0003$	0,9998

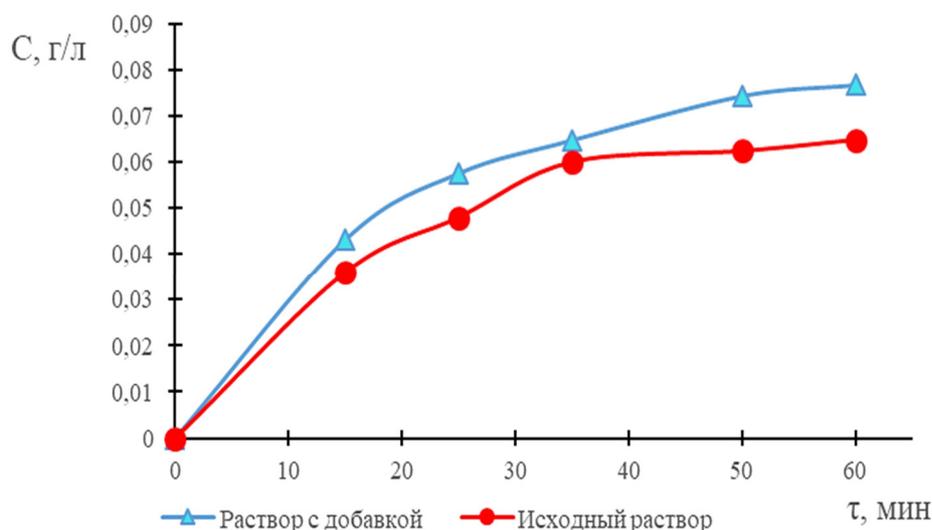
В таблице 1 представлены данные, полученные с помощью метода наименьших квадратов, характеризующие исследуемые растворы.

Проводя анализ сравнения уравнений линий тренда и полученных зависимостей, можно сделать вывод, что существенных различий между оптическими свойствами исходного красильного раствора красителя прямого бирюзового светопрочного и раствора с добавкой не наблюдается.

Процесс крашения хлопчатобумажного текстильного материала вели в кинетическом варианте периодическим способом при оптимальной температуре для

прямого бирюзового светопрочного в интервале 90–95°C с постепенным подъемом температуры и последующим нахождением в остывающем красильном растворе.

Для контроля протекания процесса в ходе проведения процесса крашения проводили пробоотбор из рабочего раствора, определяя текущее содержание красителя в растворе. На основе усредненных экспериментальных данных были получены кинетические зависимости содержания прямого красителя при крашении в различных условиях проведения крашения хлопчатобумажных текстильных материалов (рис. 3)

**Рис. 3.** Кинетические зависимости сорбции красителя прямого бирюзового светопрочного при крашении в исходном растворе и растворе с добавкой целлюлозных текстильных материалов**Fig. 3.** Kinetic dependences of sorption of direct turquoise light-resistant dye during dyeing in the initial solution and solution with the addition of cellulose textile materials

Из рисунка 3 видно, что на начальном участке кинетическая зависимость имеет вид резко возрастающей кривой, а далее

она постепенно выходит на плавную зависимость. При увеличении времени крашения происходит постепенное заполнение

объемов волокна молекулами красителя и значения сорбции практически не меняются.

Плавно возрастающая кривая сорбции хлопком красителя из раствора без добавки выходит на плато уже к 35 минуте. Максимальная концентрация красителя на текстильном материале при крашении раствором с 1,2,4-триазиновой добавкой достигается к 45 минуте. Стоит отметить, что при крашении раствором с добавкой сорбция красителя прямого бирюзового светопрочного несколько выше.

Полученные результаты проведенных исследований свидетельствуют об общей тенденции влияния добавки на кине-

тические зависимости. Кроме того, введение в красильный раствор производного циклического соединения может также влиять на степень закрепления красителя на материале.

Окраски полученных окрашенных образцов были подвергнуты различным физико-химическим испытаниям с целью определения влияния добавки на колористические показатели и степень закрепления красителя. Результаты испытаний устойчивости окраски различным воздействиям позволяют оценить, насколько хорошо материал сохраняет свой цвет и качество после воздействия различных факторов. Результаты испытаний приведены на рисунке 4.

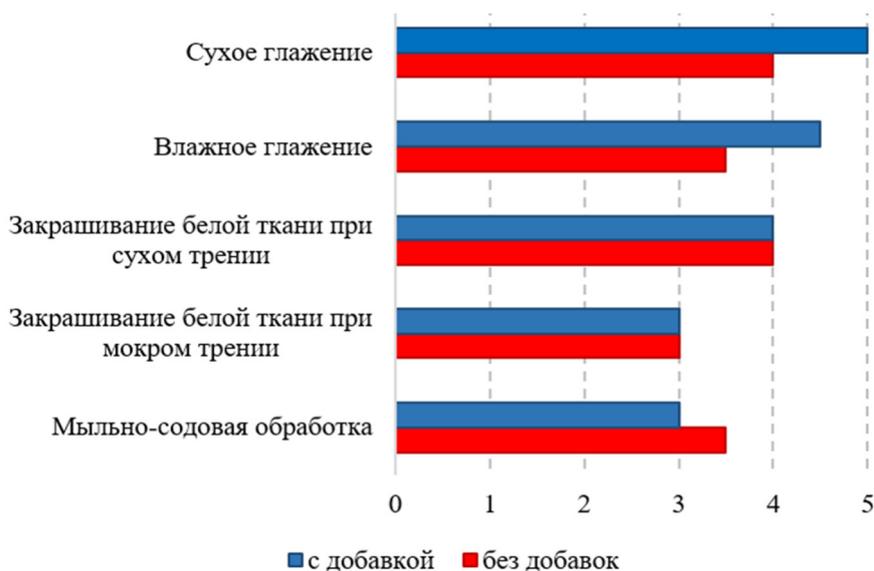


Рис. 4. Результаты испытаний устойчивости окраски к различным видам воздействий

Fig. 4. The results of testing the color resistance to various types of influences

Оценка полученных результатов показывает, что текстильный материал, окрашенный в растворе с 1,2,4-триазиновой добавкой, более устойчив к влажному глажению.

Устойчивость окраски к сухому и влажному трению у обоих образцов ткани идентична. Воздействие мыльно-содовой обработки влияет на образец с добавкой немного сильнее. Полученные результаты исследования подтверждают, что добавка

производного 1,2,4-триазина в красильный раствор при крашении текстильных материалов прямым красителем способствует повышению устойчивости окраски.

Выводы

В ходе исследования были получены зависимости, описывающие процесс крашения красителем прямым светопрочным хлопчатобумажных текстильных материалов в растворах различного состава.

Сравнительная оценка полученных результатов показала, что при крашении прямым бирюзовым светопрочным красителем целлюлозосодержащих материалов введение в красильный раствор производного 1,2,4-триазина в виде добавки повышает степень извлечения красителя. Вве-

дение рассматриваемой добавки в красильный раствор обеспечивает улучшение цветовых показателей при заметном повышении равномерности окрашенной ткани. Однако нельзя провести четкой корреляции между системами краситель – добавка – раствор и краситель – добавка – волокно.

Список литературы

1. Сафонов В.В. Химическая технология в искусстве текстиля. М.: Инфра-М, 2016. 349 с.
2. Мельников Б.Н., Щеглова Т.Л., Виноградова Г.И. Применение красителей. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. 331 с.
3. Олимбойзода П.А., Икромии М.Б., Яминзода З.А. О химизме крашения целлюлозных материалов экстрактами зверобоя // Политехнический вестник. Серия: Инженерные исследования. 2021. № 2 (54). С. 45–48.
4. Мяснянкина В.С., Бурых Г.В. Выбираемость прямого коричневого хлопчатобумажным материалом // Молодежь и системная модернизация страны: сборник научных статей 3-й Международной научной конференции. Курск: Университетская книга, 2018. С. 251–253.
5. Способ крашения хлопчатобумажных материалов: пат. 2743438 Российская Федерация, МПК D06B 1/00 / Матвеев Н.Н., Драпалюк М.В., Киселев А.М. № 2020126158; заявл. 03.08.2020; опубл. 18.02.2021, Бюл. № 5. 5 с.
6. Технология крашения текстильных материалов из натуральных волокон природными красителями беспротравным биохимическим способом: пат. 2677619 Российская Федерация, МПК D06B 9/02, D06P 1/46 1/00 / Сафонов В.В., Третьякова А.Е., Досаева О.И., Досаева А.И. № 2017124717; заявл. 12.07.2017; опубл. 17.01.2019, Бюл. № 2. 8 с.
7. Болотова К.С., Новожилов Е.В. Применение ферментных технологий для повышения экологической безопасности целлюлозно-бумажного производства // Химия растительного сырья. 2015. № 3. С. 15–23.
8. Бурых Г.В., Федорова Д.А., Дурнев Д.А. Влияние состава красильного раствора на выбираемость прямого красителя текстильными материалами // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2023. Т. 13, № 1. С. 163–175. <https://doi.org/10.21869/2223-1528-2023-13-1-163-175>
9. Баранова А.Ф., Мамедов С.Н., Погодина И.В. Экологические проблемы текстильной промышленности и пути их решения // Технология текстильной промышленности. 2019. № 4 (382). С.170–174.
10. Бурых Г.В., Голощапова С.Э. Экологические проблемы красильно-отделочного производства // Актуальные проблемы экологии и охраны труда: сборник статей VII Международной научно-практической конференции / Юго-Зап. гос. ун-т. Курск, 2015. С. 65–69.
11. Владимирцева Е.Л., Шарнина Л.В. Спектрофотометрические исследования состояния прямых красителей в растворе и на волокне // Известия вузов. Химия и химическая технология. 2005. № 3. С. 61–64.
12. Мяснянкина В.С., Бурых Г.В. Влияние физических свойств волокон на интенсивность их окраски прямым красителем // Молодежь и XXI век: материалы VIII Международной молодежной научной конференции. Курск: Университетская книга, 2018. С. 260–267.
13. Бурых Г.В., Мяснянкина В.С. Интенсивность окраски волокон прямым красителем в зависимости от их физических свойств // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. 2018. Т. 8, № 4 (29). С. 213–220.

14. Бурых Г.В., Голощапова С.Э. Выбираемость красителя прямого бирюзового хлопчато-бумажным материалом в зависимости от типа используемого электролита // *Фундаментальные и прикладные исследования в области химии и экологии: материалы Международной научно-практической конференции*. Курск: Университетская книга, 2015. С. 74–76.
15. Олимбойзода П.А., Яминзода З.А., Икромии М.Б. Устойчивость окраски хлопковых тканей, окрашенных природными красителями из зверобоя и гармалы к мокрым обработкам // *Вестник Технологического университета Таджикистана*. 2020. № 4(43). С. 81–86.
16. Ассортимент применяемых красителей для текстильных материалов / Б.И. Измайлов, Р.М. Шарипов, Л.Д. Валеева, Э.А. Гадельшина, А.И. Вильданова // *Вестник Казанского технологического университета*. 2015. № 15. С. 180–182.
17. Казаков А.А., Малахов С.В. Синтез и реакционная способность трициклических систем, содержащих пиразоло[5,1-с][1,2,4]триазиновый цикл // *Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2021»*. (DVD-ROM). М.: МАКС Пресс, 2021. 1 электрон. опт. диск.

References

1. Safonov V.V. Chemical technology in the art of textiles. Moscow: Infra-M; 2016. 349 p. (In Russ.)
2. Melnikov B.N., Shcheglova T.L., Vinogradova G.I. Application of dyes. Moscow: BINOM. Laboratoriya znaniy; 2014. 331 p. (In Russ.)
3. Olimboizoda P.A., Ikromi M.B., Yaminzoda Z.A. On the chemistry of dyeing cellulose materials with St. John's wort extracts. *Politekhnicheskii vestnik. Seriya: Inzhenernye issledovaniya = Polytechnic Bulletin. Series: Engineering research*. 2021;(2):45–48. (In Russ.)
4. Myasnyankina V.S., Burykh G.V. Selectability of straight brown cotton material. In: *Molodezh' i sistemnaya modernizatsiya strany: sbornik nauchnykh statei 3-i Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii = Youth and systemic modernization of the country: collection of scientific articles of the 3rd International scientific conference*. Kursk: Universitetskaya kniga; 2018. P. 251–253. (In Russ.)
5. Matveev N.N., Drapalyuk M.V., Kiselev A.M. Method of dyeing cotton materials. Russian Federation patent 2743438. 18 February 2021. (In Russ.)
6. Safonov V.V., Tretyakova A.E., Dosaeva O.I., Dosaeva A.I. Technology of dyeing textile materials from natural fibers with natural dyes using a non-mordant biochemical method. Russian Federation patent 2677619. 17 January 2017. (In Russ.)
7. Bolotova K.S., Novozhilov E.V. Application of enzyme technologies to improve the environmental safety of pulp and paper production. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya = Chemistry of plant raw materials*. 2015;(3):15-23. (In Russ.)
8. Burykh G.V., Fedorova D.A., Durnev D.A. The influence of the composition of the dye solution on the selectability of direct dye in textile materials. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii = Proceedings of the Southwest State University. Series: Engineering and Technologies*. 2023;13(1):163-175. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1528-2023-13-1-163-176>
9. Baranova A.F., Mamedov S.N., Pogodina I.V. Environmental problems of the textile industry and ways to solve them. *Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti = Technology of the textile industry*. 2019;(4):170-174. (In Russ.)
10. Burykh G.V., Goloshchapova S.E. Environmental problems of dyeing and finishing production. In: *Aktual'nye problemy ekologii i okhrany truda: sbornik statei VII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Current problems of ecology and labor protection: collection of articles of the VII International Scientific and Practical Conference*. Kursk: Yugo-Zap. gos. un-t; 2015. P. 65–69. (In Russ.)

11. Vladimirtseva E.L., Sharnina L.V. Spectrophotometric studies of the state of direct dyes in solution and on fiber. *Izvestiya vuzov. Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya = Izvestia vuzov. Chemistry and chemical technology*. 2005;(3):61-64. (In Russ.)
12. Myasnyankina V.S., Burykh G.V. The influence of the physical properties of fibers on the intensity of their coloring with direct dye. In: *Molodezh' i XXI vek: materialy VIII Mezhdunarodnoi mo-lodezhnoi nauchnoi konferentsii = Youth and the XXI century: materials of the VIII International Youth Scientific Conference*. Kursk: Universitetskaya kniga; 2018. P. 260–267. (In Russ.)
13. Burykh G.V., Myasnyankina V.S. The intensity of coloring of fibers with direct dye depending on their physical properties. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Tekhnika i tekhnologii = Proceedings of the Southwest State University. Series: Engineering and Technologies*. 2018;8(4):213-220. (In Russ.)
14. Burykh G.V., Goloshchapova S.E. Selectability of direct turquoise dye by cotton material depending on the type of electrolyte used. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya v oblasti khimii i ekologii: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Fundamental and applied research in the field of chemistry and ecology: materials of the International scientific and practical conference*. Kursk: Universitetskaya kniga; 2015. P. 74–76. (In Russ.)
15. Olimboizoda P.A., Yaminzoda Z.A., Ikromi M.B. Color stability of cotton fabrics dyed with natural dyes from St. John's wort and harmala to wet processing. *Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta Tadjikistana = Bulletin of the Technological University of Tajikistan*. 2020;(4):81-86. (In Russ.)
16. Izmailov B.I., Sharipov R.M., Valeeva L.D., Gadelshina E.A., Vildanova A.I. Assortment of dyes used for textile materials. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta = Bulletin of Kazan Technological University*. 2015;(15):180-182. (In Russ.)
17. Kazakov A.A., Malakhov S.V. Synthesis and reactivity of tricyclic systems containing pyrazolo[5,1-c][1,2,4]triazine ring. In: *Materialy Mezhdunarodnogo molodezhnogo nauchnogo foruma "Lomonosov-2021" = Materials of the International Youth Scientific Forum "Lomonosov-2021"*. Moscow, MAX Press, 2021. (DVD-ROM) (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the Authors

Бурых Галина Викторовна, кандидат химических наук, доцент кафедры фундаментальной химии и химической технологии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: bgalav@mail.ru

Казakov Андрей Александрович, студент кафедры фундаментальной химии и химической технологии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: kazakov4andrey@gmail.com

Galina V. Buryih, Candidate of Sciences (Chemistry), Associate Professor of the Department of Fundamental Chemistry and Chemical Technology, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: bgalav@mail.ru

Andrey A. Kazakov, Student of the Department of Fundamental Chemistry and Chemical Technology, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: kazakov4andrey@gmail.com