

УДК 676.017.64

М. А. Зильберглейт, И. В. Марченко
Белорусский государственный технологический университет
ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ БУМАГИ НА ЦВЕТОПЕРЕДАЧУ
СТРУЙНОЙ ПЕЧАТИ

В данной статье описаны исследования цветопередачи оттисков, отпечатанных струйной печатью на офисных бумагах разных классов. Для проведения исследований были выбраны современные модели струйных принтеров ведущих мировых производителей Epson L805 и Canon PIXMA G2411. В процессе работы использовался метод оптического сканирования изучаемых объектов с использованием доступного планшетного офисного сканера. После чего каждое изображение обрабатывалось в двух программах: фоторедакторе IMGonline (сервис для простой и качественной обработки изображений, картинок и фотографий онлайн) и FastStone Image Viewer (программа для просмотра изображений в Microsoft Windows). Для каждого изображения подсчитывалось количество уникальных цветов. Это позволило оперативно определить усредненные значения параметров колористических свойств этих объектов и характеристики их неоднородности.

В данной работе описаны преимущества компьютерного метода сканирования отпечатанного изображения на офисной бумаге разных классов и его обработка доступными программами. Такой подход является перспективным для решения проблемы повышения качества цветных оттисков струйной печати. По сравнению с другими известными методами контроля печатной продукции использованный метод наиболее информативен и универсален.

Ключевые слова: офисная бумага, структура бумаги, струйная печать, струйный принтер, сканирование, цветопередача.

Для цитирования: Зильберглейт М. А., Марченко И. В. Влияние структуры бумаги на цветопередачу струйной печати // Труды БГТУ. Сер. 4, Принт- и медиатехнологии. 2024. № 1 (279). С. 13–18.

DOI: 10.52065/2520-6729-2024-279-2.

M. A. Zilbergleit, I. V. Marchenko
Belarusian State Technological University

EFFECT OF PAPER STRUCTURE ON INKJET COLOR REPRODUCTION

This article describes research on the color rendering of inkjet prints on office papers of different classes. Modern models of inkjet printers from the world's leading manufacturers Epson L805 and Canon PIXMA G2411 were selected for research. In the process of work, the method of optical scanning of the studied objects using an affordable flatbed office scanner was used. The resulting prints were then scanned, after which each image was processed in two programs: the IMGonline photo editor (a service for simple and high-quality processing of images, images and photographs online) and FastStone Image Viewer (a program for viewing images in Microsoft Windows). The number of unique colors was calculated for each image. This made it possible to quickly determine the average values of the parameters of the coloristic properties of these objects, and the characteristics of their heterogeneity.

This paper describes the advantages of the computer method of scanning a printed image on office paper of different classes and its processing by available programs. Such a method is promising for solving the problem of improving the quality of color prints of inkjet printing. Compared to other known printing control methods, the method used is the most informative and versatile.

Keywords: office paper, paper structure, inkjet printing, inkjet printer, scanning, color rendering.

For citation: Zilbergleit M. A., Marchenko I. V. Effect of paper structure on inkjet color reproduction. *Proceedings of BSTU, issue 4, Print- and Mediatechnologies*, 2024, no. 1 (279), pp. 13–18 (In Russian).

DOI: 10.52065/2520-6729-2024-279-2.

Введение. Сегодня цифровая печать по праву заняла свою нишу на рынке полиграфической и упаковочной продукции. И связано это в первую очередь с тем, что качество оттисков современных цифровых машин не уступает качеству офсетной печати. Качество струйной печати в значительной

степени зависит от технических характеристик выбранного оборудования и свойств поверхности запечатываемых материалов [1]. Проблемы качества цифровой печати привлекли внимание многих исследователей. Так, качество печати на струйных принтерах было исследовано Л. Бучинским,

С. Гавенко, Л. Варепо [2, 3]. Рассматривались вопросы общих погрешностей характеристик качества печати для струйных технологий, параметры качества изображения для струйных технологий, характер зависимости между показателями качества поверхности и цветопередачей материала.

Важным направлением в работе является исследование влияния неоднородной структуры поверхности запечатываемого материала на качество воспроизведения изображений струйным способом печати. Проведение дальнейших исследований в этом направлении обусловлено постоянно обновляемым ассортиментом офисных бумаг.

Для получения качественных многокрасочных оттисков способом струйной печати необходимо учитывать ряд требований, обязательных для любых видов печатной бумаги. Конкретные показатели качества должны соответствовать нормам, указанным в стандартах по каждому виду бумаги. Печатная бумага должна быть однородной по толщине, плотности, структуре и цвету. Однородными должны быть все листы одной и той же партии. Резких колебаний свойств бумаги не допускается. Цветопередача является важной колористической характеристикой контроля цифровой печати.

Струйная технология призвана решать самые разнообразные задачи и, соответственно, предполагает использование материалов разного внешнего вида, свойств и возможностей воспроизведения изображения [4].

Технология струйной печати основана на взаимодействии жидких чернил с различными видами бумаги. В связи с этим данный способ требует тщательного анализа качества бумаги, поскольку проникновение такого красящего вещества в неоднородные поры бумаги может вызвать ухудшение качества печати и перерасход краски.

Способность бумаги воспринимать краску и глубина ее проникновения в толщу бумажного листа зависят от ряда факторов, определяемых при прочих равных условиях как структурой бумаги и, в частности, ее капиллярными свойствами, так и свойствами краски. При одном и том же способе печати важнейшими из этих факторов являются пористость бумаги и вязкость краски. Древесная масса и минеральные наполнители в композиции бумаги повышают ее пористость и увеличивают впитывающую способность к печатным краскам [5].

Именно поэтому в полиграфии гораздо большее значение имеют процессы взаимодействия краски с бумагой. Обсуждение проблемы неоднородности бумаг должно проводиться с учетом особенности восприятия краски. Неоднородность бумаги связана с особенностями впитывания [6, 7].

В настоящее время вопросы прогнозирования качества печати для конкретной бумаги, для конкретного вида процесса печати и оборудования окончательно не решены [8].

Цветопередача – это воспроизведение цветов оригинала на фотографии, картинке, экране и т. д. Благодаря инновационным технологиям удается получить миллионы оттенков на дисплее ПК или телевизора и несколько сотен на бумаге. При передаче изображения из компьютерного файла на бумагу часто наблюдается искажение цветов. Различные факторы способны влиять на точность цветопередачи [9].

Цвет играет огромную роль в изготовлении разнообразной печатной продукции. Каждое цветное устройство (монитор, принтер) способно воспроизводить определенный диапазон цветов, который называют цветовым охватом [10]. Простой цветной струйный принтер имеет четыре цветных картриджа (голубой, пурпурный, желтый и черный), цвета которых позволяют создавать большее разнообразие оттенков.

Целью работы является исследование влияния свойств офисной бумаги на качественные показатели цветопередачи оттисков струйной печати.

Основная часть. Оценка качества цветосинтеза может осуществляться различными методами классической колориметрии. Но в условиях типографий не все методы можно реализовать оперативно и информативно.

Существуют различные факторы, влияющие на качество цветопередачи: бумага, чернила, параметры и настройки принтера, цветовые схемы. В мониторе применяется палитра цветопередачи RGB, а в принтерах – модель CMYK. Из-за конвертирования изображений возможно появление искажений.

Работа выполнялась в несколько этапов. Первый этап включал распечатку полноцветных оттисков с изображением картин «Утро» художницы Татьяны Яблонской, «Дама с зонтиком» и «Сан-Джорджо-Маджоре в сумерках» французского живописца Клода Моне (рис. 1).

Известно, что бумага оказывает влияние на такие параметры печати, как контрастность, максимальная оптическая плотность, равномерность печати, цветопередача. Эти величины во многом зависят от структуры бумаги и ее белизны, от восприятия бумагой краски и способа закрепления на бумаге.

Будучи физическим, а не оптическим свойством, впитывающая способность бумаги оказывает влияние на изменения в цвете отпечатанного красочного слоя [11, 5].

Оценка качества оттисков, напечатанных способом струйной печати, была определена по измерению цветового охвата и количества уникальных, не повторяющихся цветов изображения.

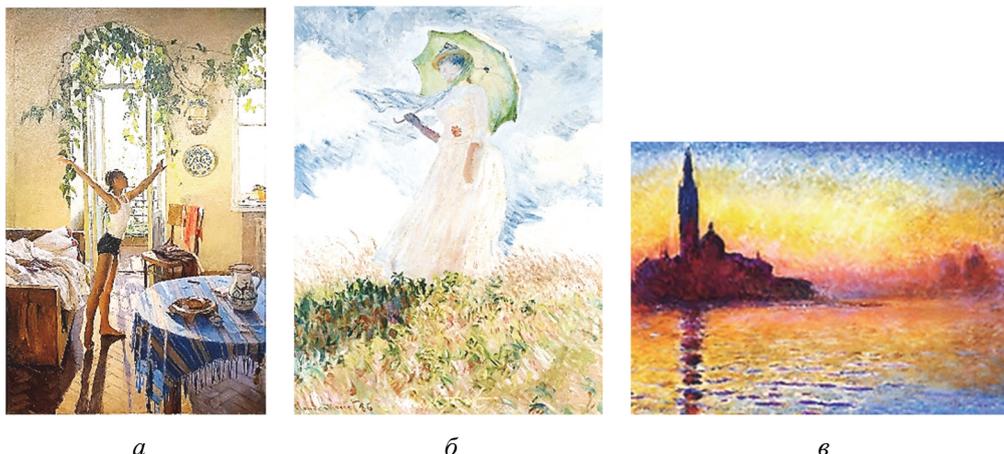


Рис. 1. Цифровое изображение картин:
 а – «Утро»; б – «Дама с зонтиком»; в – «Сан-Джорджо-Маджоре в сумерках»

Для проведения исследований были выбраны современные модели струйных принтеров ведущих мировых производителей Epson L805 и Canon PIXMA G2411.

Струйный принтер Epson L805 использует вместо картриджей систему непрерывной подачи чернил (6 цветов). Технология печати – пьезоэлектрическая. Печатает на различных носителях: гляцевая бумага, карточки, конверты, матовая бумага, пленка, фотобумага, этикетки.

Многофункциональное устройство Canon PIXMA G2411 выполняет копирование, сканирование, печать. Имеет два картриджа FINE (черный и цветной). Технология печати – термическая. Печатает на обычной бумаге, бумаге для печати с высоким разрешением High Resolution Paper (HR-101N), фотобумаге.

Характеристики красковосприимчивости запечатываемого материала должны полностью соответствовать используемой струйной системе, а полученное изображение должно перемещаться аккуратно, чтобы избежать смазывания невысохшей краски [11].

Исследуемыми образцами были следующие марки офисной бумаги массой 80 г/м², выпускаемой разными производителями: класс А марки «Навигатор», «Элита», «Балет», класс В марки «IQ ALLROUND» и класс С марки «IQ ECONOMY» и «Снегурочка».

Класс А представляет собой наивысшие показатели по всем характеристикам: непрозрачность, гладкость, белизна и другие свойства, которые делают этот тип бумаги самым лучшим и самым дорогим. Такой материал часто используется для высокого качества печати. Степень белизны по ГОСТ Р ИСО 11475–2010 – от 165%, по ГОСТ 30113–94 – от 110% и более, непрозрачность – от 93% и выше [12, 13].

Класс В – универсальный материал для всех видов печати за счет увеличенной плотности.

Не такой дорогостоящий по сравнению с бумагой класса А и имеет хорошие показатели по свойствам. Средние показатели белизны для такой бумаги соответственно равны 150%/105%.

Самый востребованный класс офисной бумаги из-за ее низкой стоимости в сравнении с другими – это бумага класса С. Обладая достойными характеристиками, она вполне подходит для ежедневной печати внутренних документов и другой простой печатной продукции. Характеризуется хорошей степенью белизны 138%/99% для работ с невысокими требованиями к качеству бумаги [8].

Полученные оттиски сканировались, после чего каждое изображение обрабатывалось в двух программах: фоторедакторе IMGonline (сервис для простой и качественной обработки изображений, картинок и фотографий онлайн) и FastStone Image Viewer (программа для просмотра изображений в Microsoft Windows). Для каждого изображения подсчитывалось количество уникальных цветов.

В мире существует бесконечное множество оттенков цвета, и количество возможных вариантов зависит от того, как мы определяем понятие «оттенок».

В цветовой модели RGB (красный, зеленый, синий) каждый из этих цветов может принимать значения от 0 до 255, что дает нам 16 миллионов возможных комбинаций. Это огромное количество разных оттенков в рамках одной цветовой модели.

Кроме RGB, существуют также другие цветковые модели, такие как CMYK (голубой, пурпурный, желтый, черный), HSV (оттенок, насыщенность, яркость) и др.

Каждая из этих моделей имеет свои собственные спецификации и диапазоны значений, что добавляет еще больше возможностей для создания уникальных оттенков цвета.

Оттенки цвета в процессе печати создаются путем наложения двух или более цветов (например, комбинация желтого и голубого дает нам зеленый). Это открывает еще больше возможностей для создания разнообразных оттенков.

Цвета могут восприниматься по-разному в зависимости от освещения и контекста, что добавляет еще один уровень сложности в определении количества возможных оттенков. В конечном итоге, количество вариантов оттенка цвета может быть практически неограниченным [14].

Исходным значением количества уникальных цветов оригинала, обработанного разными программами, для картины «Утро» было 204 872 (FastStone) и 204 861 (IMGonline), для картины «Дама с зонтиком» – 104 338 (FastStone) и 104 289 (IMGonline), для картины «Сан-Джорджо-Маджоре в сумерках» – 435 372 (FastStone) и 435 371 (IMGonline).

На основе статистической обработки результатов экспериментальных исследований были построены диаграммы воспроизведения количества уникальных цветов для различных видов бумаги на разных принтерах и с помощью двух программ обработки изображения.

Диаграммы количества уникальных цветов для сравнительного анализа изображения картин, распечатанных на офисной бумаге разных классов и марок, представлены на рис. 2.

Основная задача, которую решают полиграфические технологии, – это высококачественная печать цветных изображений, максимально приближенных по воспроизведению цвета к оригиналу [15].

Полученные результаты показывают, что струйный принтер Canon PIXMA G2411 для двух первых картин обеспечивает при печати на разных бумагах большее количество уникальных цветов, чем принтер Epson L805. Напротив, при обработке третьей картины результаты прямо противоположные.

При этом обработка изображений разными программами (IMGonline и FastStone Image Viewer) дала практически одинаковые показатели.

Анализируя результаты уникальных оттенков цвета, доступных в палитре изображения исследуемых оттисков, было определено, что бумага класса С дала лучшие показатели. Чем больше значение уникальных цветов, тем больше оттенков может воспроизвести бумага, тем качественнее цветопередача.

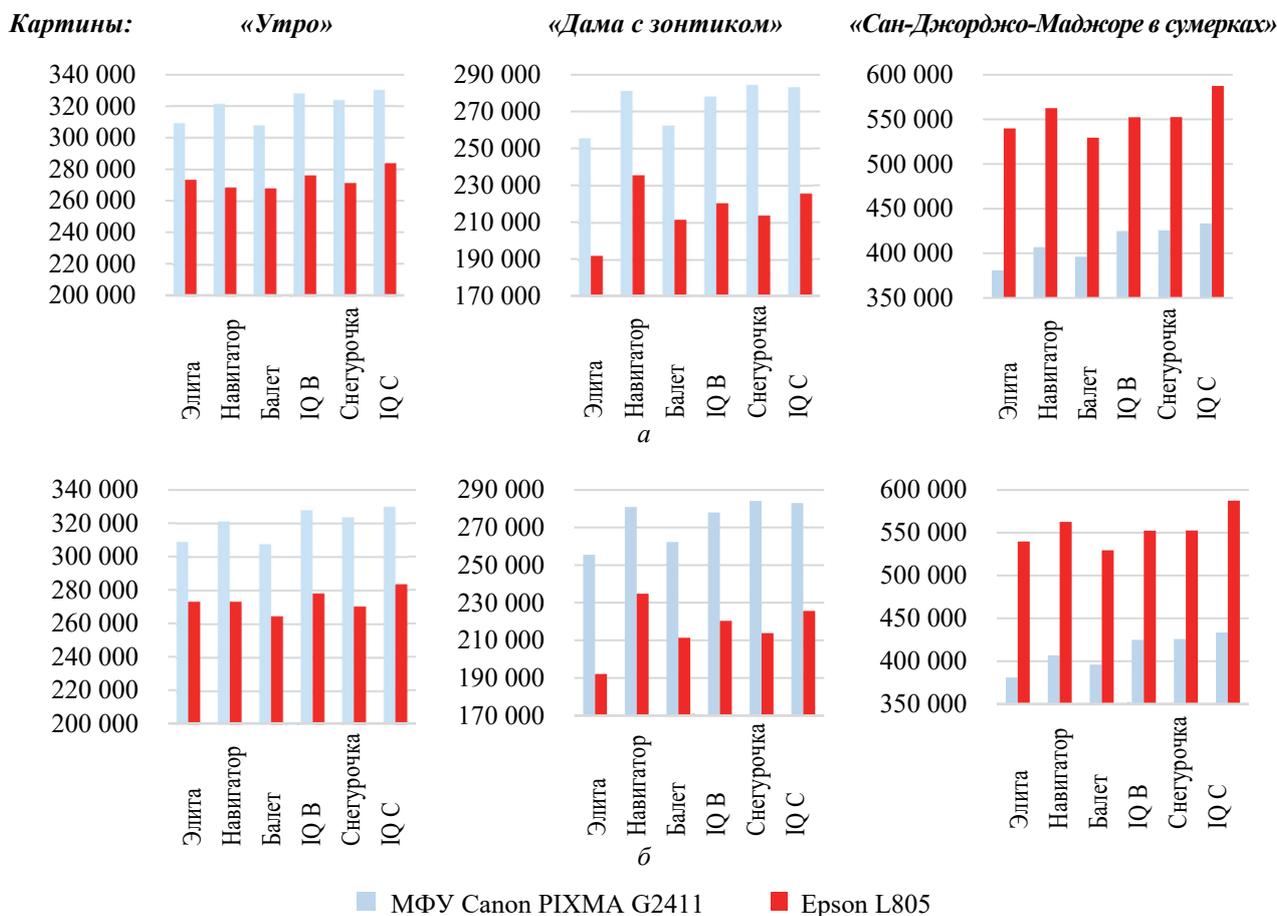


Рис. 2. Количество уникальных цветов, полученных программами:
а – IMGonline; б – FastStone Image Viewer

Взаимодействия краски, бумаги, печатной системы интересны с точки зрения их воздействия на цветовой охват и разрешающую способность изображения.

По существу, эти факторы закладывают качественные возможности конечного продукта. Ведь кроме типа краски и используемого запечатываемого материала, на цветовой охват влияет и то, как эти материалы взаимодействуют друг с другом [11].

Полноцветные изображения, полученные способом струйной печати, используются типографиями для цветопробы, производства оригиналов высокого качества, широкоформатной продукции с малыми тиражами, для которых большое значение имеет цветовой охват, т. е. все цвета, которые возможно произвести данными красками [11].

Заключение. Таким образом, оценка качества цветовоспроизведения с помощью показателя количества уникальных, не повторяющихся цветов изображения является универсальной и наглядной, а предлагаемая методика позволяет оперативно оценивать цветовой охват системы

струйной технологии в рамках небольших салонов оперативной печати.

Качество цветовоспроизведения – один из основных показателей качества печати струйного цветного принтера. Поэтому исследования в области цветовоспроизведения в цифровой печати являются актуальными.

Для струйной технологии на базе используемых в работе принтеров характерна значительная зависимость цветового охвата от типа применяемой бумаги.

Полученные результаты исследований позволяют дать более полное представление о взаимодействующих компонентах и о характере распределения печатной краски в структуре запечатанного материала.

Реализация данного способа контроля печати может позволить получать качественные оттиски даже на бумагах, не удовлетворяющих сегодня требованиям по однородности (облачности). Результат в данном случае – экономия на бумаге за счет ее более низкого качества, следовательно, более низкой цены [16].

Список литературы

1. Influence of primers on the optical characteristics of inkjet imprints / S. Havenko [et al.] // *Mechanika*. 2020. Vol. 26 (4). P. 360–364.
2. Buczynski L. Special print quality problems of inkjet printers // *IS&T's NIP 13: International conference on digital printing technologies*. 1997. P. 638–644.
3. Varepo L. G., Golunov A. V. Influence of Surface Geometry of Paper on Colour Rendering of Impression // *Advanced Materials Research*. 2010. Vol. 174. P. 366–369. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.174.366.
4. Марченко И. В., Зильберглейт М. А., Камлюк Т. В. Оценка впитывающей способности офисных бумаг // *Принттехнологии и медиакommunikации: материалы 86-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов, Минск, 31 янв. – 12 февр. 2022 г. Минск, 2022. С. 21–23.*
5. Флягте Д. М. Свойства бумаги. М.: Лесная пром-сть, 1970. 230 с.
6. Козаровицкий Л. А. Бумага и краска в процессе печатания. М.: Книга, 1965. 368 с.
7. Оценка устойчивости показателей неоднородностей бумаг для полиграфии / М. А. Зильберглейт [и др.] // *Полимерные материалы и технологии*. 2021. Т. 7. № 4. С. 59–67.
8. Зильберглейт М. А., Марченко И. В., Новосельская О. А. Анализ внутренней структуры офисных бумаг // *Труды БГТУ. Сер. 4, Принт- и медиатехнологии*. 2023. № 1 (267). С. 14–19.
9. Особенности цветопередачи при печати // *AmegaPRINT*. URL: <https://amegaprint.ru/blog/osobennosti-tsvetoperedachi-pri-pechati/> (дата обращения: 04.01.2024).
10. Почему разные принтеры по-разному печатают цвет // *Print & Information Technology*. URL: <https://print-inform.ru/com-docman/article/poligrafija/107-pochemu-raznye-printery-po-raznomu-pechatajut-tsvet> (дата обращения: 04.01.2024).
11. Филд Г. Фундаментальный справочник по цвету в полиграфии: учеб. пособие / пер. с англ. Н. Друзьева. М.: ЦАПТ, 2007. 376 с.
12. Бумага и картон. Метод определения белизны по CIE. D65/10° осветитель (дневной свет): ГОСТ Р ИСО 11475–2010. М.: Стандартиформ, 2011. 12 с.
13. Бумага и картон. Метод определения белизны: ГОСТ 30113–94. М.: Изд-во стандартов, 1996. 11 с.
14. Как определить количество возможных оттенков цвета – секреты и советы для помощи детям // *Utvssalym.ru*. URL: <https://utvssalym.ru/kak-opredelit-kolicestvo-vozmoznyx-ottenkov-cveta-sekrety-i-sovety-dlya-pomoshhi-detyam> (дата обращения: 04.01.2024).
15. Стефанов С. Полиграфия и технологии печати. М.: URSS, 2009. 141 с.
16. Леонтьев В. Н. Методы и средства совершенствования печатных свойств бумаг в системе «бумага – краска – оттиск». СПб.: ГОУВПО СПбГУРП, 2009. 170 с.

References

1. Havenko S., Khadzhyanova S., Olejnik K., Kibirkštis E., Vaitasius K. Influence of primers on the optical characteristics of inkjet imprints. *Mechanika*, 2020, vol. 26 (4), pp. 360–364.
2. Buczynski L. Special print quality problems of inkjet printers. *IS&T's NIP 13: International conference on digital printing technologies*, 1997, pp. 638–644.
3. Varepo L. G., Golunov A. V. Influence of Surface Geometry of Paper on Colour Rendering of Impression. *Advanced Materials Research*, 2010, vol. 174, pp. 366–369. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.174.366.
4. Marchenko I. V., Zilbergleit M. A., Kamlyuk T. V. Assessment of the absorbency of office papers. *Printtehnologii i mediakommunikatsii: materialy 86-y nauchno-tekhnicheskoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov* [Printtechnologies and Media communications: materials of the 86th Scientific and Technical Conference of faculty, researchers and Postgraduates]. Minsk, 2022, pp. 21–23 (In Russian).
5. Flyatte D. M. *Svoystva bumagi* [Paper Properties]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1970. 230 p. (In Russian).
6. Kozarovitskiy L. A. *Bumaga i kraska v protsesse pechataniya* [Paper and ink in the process of printing]. Moscow, Kniga Publ., 1965. 368 p. (In Russian).
7. Zilbergleit M. A., Marchenko I. V., Starchenko O. P., Nesterova S. V. Estimation of the stability indicators of unhomogeneity of paper for printing. *Polimernyye materialy i tekhnologii* [Polymer Materials and Technologies], 2021, vol. 7, no. 4, pp. 59–67 (In Russian).
8. Zilbergleit M. A., Marchenko I. V., Novoselskaya O. A. Analysis of internal structure of office papers. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 4, Print- and Mediatechnologies, 2023, no. 1 (267), pp. 14–19 (In Russian).
9. Features of color rendering when printing. *AmegaPRINT*. Available at: <https://amegaprint.ru/blog/osobennosti-tsvetoperedachi-pri-pechati/> (accessed 04.01.2024) (In Russian).
10. Why do different printers print colors differently? *Print & Information Technology*. Available at: <https://print-inform.ru/com-docman/article/poligrafiya/107-pochemu-raznye-printery-po-raznomu-pechatayut-tsvet> (accessed 04.01.2024) (In Russian).
11. Fild G. *Fundamental'nyy spravochnik po tsvetu v poligrafii* [The fundamental handbook of color in printing]. Moscow, TsAPT Publ., 2007. 376 p. (In Russian).
12. GOST R ISO 11475–2010. Paper and cardboard. Method for determining whiteness according to CIE. D65/10° illuminator (daylight). Moscow, Standartinform Publ., 2011. 12 p. (In Russian).
13. GOST 30113–94. Paper and cardboard. The method of determining whiteness. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1996. 11 p. (In Russian).
14. How to determine the number of possible shades of color – secrets and tips to help children. *Utvssalym.ru*. Available at: <https://utvssalym.ru/kak-opredelit-kolicestvo-vozmoznyx-ottenkov-cveta-sekrety-i-sovety-dlya-pomoshhi-detyam> (accessed 04.01.2024) (In Russian).
15. Stefanov S. *Poligrafiya i tekhnologii pechati* [Polygraphy and printing technologies]. Moscow, URSS Publ., 2009. 141 p. (In Russian).
16. Leont'yev V. N. *Metody i sredstva sovershenstvovaniya pechatnykh svoystv bumag v sisteme "bumaga – kraska – ottisk"* [Methods and means of improving the printing properties of papers in the “paper – ink – impression” system]. St. Petersburg, GOUVPO SPbGURP Publ., 2009. 170 p. (In Russian).

Информация об авторах

Зильберглейт Марк Аронович – доктор химических наук, профессор кафедры технологии неорганических веществ и общей химической технологии. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: mazi@list.ru

Марченко Ирина Валентиновна – магистр, старший преподаватель кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: Marchenko_i_v@belstu.by

Information about the authors

Zilbergleit Mark Aronovich – DSc (Chemistry), Professor, the Department of Technology of Inorganic Substances and General Chemical Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: mazi@list.ru

Marchenko Irina Valentinovna – Master, Senior Lecturer, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Marchenko_i_v@belstu.by

Поступила 15.01.2024