

УДК 655.3.027.3

М. А. Зильберглейт, И. В. Марченко

Белорусский государственный технологический университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОТТИСКОВ,
ПОЛУЧЕННЫХ СПОСОБОМ СТРУЙНОЙ ПЕЧАТИ**

В настоящем исследовании сделан анализ оттисков струйной печати, полученных на двух принтерах фирмы Epson L805 и МФУ Canon PIXMA G2411. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью понимания того, как различные классы офисной бумаги влияют на качество печати, особенно в условиях, когда требования к печатной продукции становятся все более высокими. В связи с ростом конкуренции на рынке печатных услуг, а также увеличением потребностей пользователей в высококачественной печати важно не только выбрать подходящий принтер, но и правильно подобрать бумагу, которая будет соответствовать специфике печати. В связи с этим исследование влияния неоднородности бумаги на качество печати становится важной задачей, способствующей оптимизации печатных процессов и повышению удовлетворенности пользователей. В работе была дана оценка влиянию неоднородности бумаги на качество печати с применением денситометра. Одним из показателей качества печатной продукции выбрана оптическая плотность, измеренная с помощью денситометра X-Rite. Денситометрический контроль качества цветной печати осуществляется косвенным методом через измерение оптической плотности плашек основных цветов. Данный способ оперативен, технологичен и не требует больших затрат и квалифицированных специалистов.

Оценка качества печати осуществлялась по плашкам голубого (C), пурпурного (M), желтого (Y) и черного (K) цветов. Насыщенность изображения на разных образцах бумаги оценивали сравнением показателей оптической плотности цветных плашек. Анализируя полученные данные, можно отметить, что значения оптической плотности, косвенно отражающие толщину красочного слоя на оттиске, различны в зависимости от класса бумаги, а также структурной неоднородности запечатываемого материала.

Ключевые слова: неоднородность бумаги, оттиск, чернила, струйная печать, денситометр, оптическая плотность, плашка, качество изображений.

Для цитирования: Зильберглейт М. А., Марченко И. В. Исследование качества оттисков, полученных способом струйной печати // Труды БГТУ. Сер. 4, Принт- и медиатехнологии. 2025. № 1 (291). С. 19–25.

DOI: 10.52065/2520-6729-2025-291-3.

M. A. Zilbergleit, I. V. Marchenko

Belarusian State Technological University

QUALITY STUDY OF IMPRINTS, OBTAINED BY INKJET PRINTING

In this study, ink-jet prints obtained on two Epson L805 printers and Canon PIXMA G2411 MFPs were analyzed. The relevance of this work is due to the need to understand how different classes of office paper affect print quality, especially in conditions when the requirements for printed materials are becoming more and more high. In the context of growing competition in the printing services market, as well as increasing user needs for high-quality printing, it is important not only to choose the right printer, but also to choose the right paper that will meet the specifics of printing. In this regard, research on the impact of paper irregularity on print quality is becoming an important task, contributing to the optimization of printing processes and increasing user satisfaction. The study assessed the impact of paper heterogeneity on print quality using a densitometer. Optical density measured with X-Rite densitometer was chosen as one of the indicators of printed matter quality. Densitometric control of the quality of color printing is carried out indirectly through the measurement of the optical density of primary color dies. This method is fast, technological and does not require large costs and qualified specialists.

Print quality was evaluated using cyan (C), magenta (M), yellow (Y) and black (K) plates. The image saturation of different paper samples was evaluated by comparing the optical density of the color dies. Analyzing the obtained data, it can be noted that the optical density values, which indirectly reflect the thickness of the ink layer on the impression, differ depending on the class of paper, as well as the structural heterogeneity of the sealed material.

Keywords: paper heterogeneity, print, ink, inkjet, densitometer, optical density, plate, image quality.

For citation: Zilbergleit M. A., Marchenko I. V. Quality study of imprints, obtained by inkjet printing. *Proceedings of BSTU, issue 4, Print- and Mediatechnologies*, 2025, no. 1 (291), pp. 19–25 (In Russian). DOI: 10.52065/2520-6729-2025-291-3.

Введение. Сегодня цифровая печать занимает лидирующие позиции благодаря своей доступности, удобствам в нанесении краски и быстрому развитию технологических инноваций. Особенно значимой стала эволюция струйных систем печати: они обеспечивают оперативное изготовление высококачественных тиражей, превосходя по ключевым параметрам как традиционные способы печати, так и многие другие цифровые технологии. Это ставит перед отраслью задачу повышения стандартов качества струйной печати, что требует создания подробно разработанных методик оценки данного вида полиграфии.

Визуальный анализ отдельных параметров качества приобретает особую значимость при оценке дефектов, связанных с неоднородностью цветового тона плашки, а также наличием обширных однотонных участков и деталей изображения. Визуальная оценка цвета и оттенков серого тона носит субъективный характер, поскольку восприятие одного и того же цвета может варьироваться у разных людей в зависимости от индивидуальных факторов, таких как эмоциональное состояние, опыт, окружающая среда, цели и возраст. В отличие от этого, денситометрические измерения обеспечивают объективную оценку всех параметров цвета.

Денситометрический метод измерения цветовых характеристик для определения качества полиграфической продукции является удобным способом установления объема попадающей на запечатываемый материал краски [1–3]. *Денситометры* – это приборы, предназначенные для измерения оптических плотностей при отражении (на оттисках) или пропускании света (на прозрачных материалах).

Принцип действия денситометров основан на измерении спектрального коэффициента отражения в геометрии освещения/наблюдения $45^\circ/0^\circ$ в диапазоне длин волн от 400 до 700 нм, который пересчитывается встроенным процессором в оптическую плотность, отображаемую затем на дисплее прибора.

Денситометрические нормы печатания в значительной мере зависят от толщины красочного слоя на оттиске и интенсивности применяемой печатной краски. Это определяет и получаемый на оттиске цвет. Чем толще красочный слой или цвет краски интенсивнее, тем более насыщенным будет цвет на оттиске [4–6].

Бумага представляет собой композитную структуру в слоях с различной пористостью, полученную путем случайного расположения волокон целлюлозы [7]. Эта переменная пористая композитная структура чрезвычайно важна как для жидкостей, так и для газов [8, 9]. Визуальное качество результата печати в печатных системах во многом зависит от физико-химического взаимодействия

между бумагой и чернилами, особенно от процесса застывания и высыхания чернил на печатной основе [10–11]. В процессе осаждения и впитывания жидких чернил на поверхность бумаги поверхностные характеристики ее чрезвычайно важны. Поэтому структура поверхности бумаги считается наиболее эффективным параметром для достижения качества печати [12–13].

Бумага является капиллярно-пористым неоднородным материалом. Просвет бумаги – это важный показатель, характеризующий качество и однородность ее структуры. Он отражает степень равномерности распределения волокон целлюлозы или других материалов, из которых изготовлена бумага. Чем равномернее рассеивается свет, тем выше однородность структуры и, соответственно, выше качество бумаги. При этом оценивается не только степень прозрачности, но и характер распределения света. Если бумага просвечивает равномерно, без каких-либо затемнений или осветлений, то это говорит о высокой степени однородности ее структуры. Такая бумага идеальна для печати, она обеспечивает равномерное впитывание чернил и высокое качество изображения. Но есть такое понятие, как «облачность» бумаги. Это явление характеризуется наличием на листе участков с различной прозрачностью – светлых и темных пятен, полос или областей. Облачность указывает на неравномерное распределение волокон целлюлозы, что приводит к неоднородности толщины листа. В местах с меньшей плотностью волокон бумага тоньше, а следовательно, и менее прочная. Такие тонкие участки обладают пониженным сопротивлением прохождению чернил, что приводит к их растеканию и неравномерному впитыванию. Это особенно критично для качественной иллюстрационной печати, где важна точность цветопередачи и детальность изображения. На облачной бумаге чернила могут проникать глубже в более тонкие участки, вызывая эффект «просачивания» и искажение цветов. В результате изображение получается нечетким, размытым, с неравномерной плотностью цвета. Более того, неоднородность толщины может приводить к возникновению дефектов печати, таких как смазывание, затеки и неравномерный оттиск.

Неоднородность бумаги объясняется многокомпонентностью ее состава и особенностями технологии изготовления. Неоднородность структуры бумаги оказывает влияние на многие ее свойства. Из-за неравномерных размеров волокон и особенностей работы БДМ бумага имеет различную впитывающую способность. Неоднородность свойств бумаги ухудшает ее качество и вызывает большие трудности в работе с ней [14–19].

Несмотря на значительные достижения в области печатных технологий, качество печати может

варьироваться в зависимости от множества факторов, среди которых особое внимание следует уделить характеристикам используемой бумаги. Неоднородность бумаги, как физическая, так и химическая, может оказывать значительное влияние на цветопередачу, четкость и долговечность отпечатков, что делает данную тему актуальной для исследования.

Цель исследования состоит в том, чтобы установить масштабы влияния неоднородности бумаги на качество струйной печати.

Для достижения указанной цели был применен денситометрический метод контроля качества цветной печати.

Основная часть. Одной из важнейших причин контроля и изучения структурной неоднородности бумаги является качество печати. Когда внутренняя структура бумаги имеет неравномерный просвет, который обусловлен неравномерным распределением бумажной массы по площади бумажного листа, возникает и неравномерный перенос чернил, приводящий к плохому качеству печати. Измерение толщины красочной пленки выполняется с помощью ее оптической плотности. Способность чернил растекаться по листу в поперечном направлении оказывает значительное влияние на плотность печати. Изменение плотности печати – важный параметр, определяющий цвет и блеск красочной пленки.

Степень осаждения чернильной пленки на поверхности бумаги также важна при печати из-за контраста, создаваемого между чернилами и бумагой. Если чернила находятся на бумаге, они эффективно поглощают свет. Чем больше чернил оседает на бумаге, тем меньше чернил, которые будут поглощать свет, остается на поверхности. Таким образом, чернила теряют свой глянец и воспринимаются как различные по цвету. Одинаковая чернильная пленка, напечатанная на бумаге с различными свойствами поверхности, выглядит как имеющая разные цвета.

Более информативным и объективным методом оценки качества является инструментальный метод, который реализуется с помощью такого прибора, как денситометр, позволяющего оценить качество как количественный критерий. Этим критерием выступает оптическая плотность, т. е. толщина красочного слоя и концентрации красителя на оттиске. Данная величина напрямую влияет на насыщенность цвета, яркость и контрастность изображения. Ее измерение осуществляется денситометрами, которые определяют оптическую плотность по отражению (для печатных материалов) или пропусканию (для прозрачных материалов) света, например слайдов или негативов). Для плоской офсетной печати обычно эта величина составляет не более 1,5 мкм и должна быть одинаковой по всей площади элементов от-

тиска. Для трафаретной печати характерна значительная толщина красящего слоя, которая может достигать 300 мкм, а для глубокой печати это значение зависит от тональности изображения и может колебаться от 0,2–0,3 мкм до 4,5–6,0 мкм за счет особенностей строения печатных форм [20].

Инженерную оценку качества печати офисного монохромного оборудования можно производить с помощью международного стандарта ISO/IEC 13660:2001 [21]. Данный стандарт предусматривает 14 параметров, по которым делается заключение о качестве изображения. При этом качественным признается изображение, четкое и разборчивое по своей структуре. Первые шесть параметров оценивают воспроизведение залитых участков, остальные – шрифтов и линий.

1. Оптическая плотность изображения (Darkness, large area).
2. Нечистота фона (Background haze).
3. Гранулярность (Graininess).
4. Пятнистость (Mottle).
5. Сателлиты (Extraneous marks, background).
6. Пробелы или непропечатки (Voids).
7. Размытость (Blurriness).
8. Шероховатость (Raggedness).
9. Ширина линии (Line width).
10. Плотность шрифта (Darkness, character).
11. Контраст (Contrast).
12. Заливка (Fill).
13. Сателлиты в области шрифта (Extraneous marks, character field).
14. Нечистота фона в области шрифта (Background haze, character field).

Стандарт также описывает тест-объекты, по которым контролируются данные параметры. Преимуществом стандарта является возможность не только произвести объективную оценку качества печати, но и установить взаимосвязь между оценкой наблюдателя и качеством печати изображения, что особенно важно при создании автоматизированных систем оценки качества печати. Однако ISO 13660:2001 не описывает количественные значения, в пределах которых может быть измерен тот или иной показатель, что не позволяет произвести комплексную оценку.

Структура поверхности бумаги в значительной степени влияет на ее взаимодействие с жидкостями. Поскольку структура бумаги неоднородна, она вызывает различия в капиллярном поглощении, соответственно, различную впитывающую способность.

В данном исследовании использовались оттиски, отпечатанные на двух струйных принтерах фирмы Epson L805 и МФУ Canon PIXMA G2411. В качестве объектов исследования были взяты образцы офисной бумаги разных классов массой 80 г/м², выпускаемые различными производителями (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика бумаги

Бумага	Класс	Плотность, г/м ²	Белизна СЕ, %	Толщина, мкм	Непрозрач- ность, %
Элита (BY)	A	80	165	102	92
Навигатор (PT)	A	80	172	108	95
Ballet Premier (RU)	A	80	160	106	93
IQ Allround (RU)	B	80	162	104	91
IQ Economy (RU)	C	80	146	104	90
Снегурочка (RU)	C	80	146	103	90

Измерения параметров проводились денситометром X-Rite по тест-объектам на трех листах для исследуемых видов бумаг. На каждом листе были напечатаны элементы шкалы в виде полей одноцветных плашек, равномерно расположенных по длине листа, служащих для контроля пурпурной, голубой, желтой и черной красок (100% поля) (рис. 1).



Рис. 1. Одноцветные плашки, полученные способом струйной печати

При определении оптической плотности учитывается белизна бумаги, т. е. сначала замер производится на незапечатанном участке бумаги и это значение принимается за 0,0 D .

Оптическая плотность чернил (D) голубых, пурпурных и желтых оттисков определяется в соответствии с уравнением

$$D = \log \frac{I_0}{I},$$

где D – оптическая плотность; I_0 – интенсивность падающего на объект света; I – интенсивность света, прошедшего через объект или отраженного от него.

Измерения оптической плотности по четырем цветовым плашкам (голубой, пурпурной, желтой и черной) приведены в табл. 2.

Из таблицы видно, что оптическая плотность выше у оттисков, полученных на струйном принтере Epson L805. С учетом качественных характеристик напечатанных бумажных подложек ясно, что существуют различия в оттисках в зависимости от цвета используемых чернил.

Однако для каждой краски предусмотрен определенный интервал значений. Более стабильные значения продемонстрировал принтер Epson L805.

Наблюдения за параметрами оптической плотности плашек показали, что оттиски, полученные голубыми и пурпурными чернилами, имеют

средние и стабильные значения ($D_{\text{г}} = 0,79\text{--}0,84$; $D_{\text{п}} = 0,73\text{--}0,82$).

Таблица 2

Показатели оптической плотности

Тип бумаги	Оптическая плотность D		Исследуемый цвет
	Canon PIXMA G2411	Epson L805	
Элита	0,79	0,8	С
	0,78	0,75	М
	0,70	0,91	Y
	0,89	0,91	К
Навигатор	0,83	0,83	С
	0,82	0,77	М
	0,72	0,94	Y
	0,92	0,94	К
Ballet Premier	0,81	0,79	С
	0,78	0,73	М
	0,74	0,90	Y
	0,94	0,91	К
IQ Allround	0,84	0,81	С
	0,82	0,76	М
	0,77	0,95	Y
	0,90	0,93	К
IQ Economy	0,84	0,82	С
	0,81	0,75	М
	0,78	0,91	Y
	0,88	0,94	К
Снегурочка	0,84	0,82	С
	0,80	0,75	М
	0,77	0,93	Y
	0,86	0,94	К

Самое высокое значение оптической плотности чернил показывают оба принтера по черной плашке ($D_{\text{ч}} = 0,86\text{--}0,94$).

Значения желтой краски имеют большой разброс при печати на Canon PIXMA G2411. Однако показатели Epson L805 для желтой краски высокие, что говорит о более насыщенном и ярком цвете.

На основании полученных данных были построены диаграммы зависимости оптической плотности от исследуемых бумаг (рис. 2, 3).

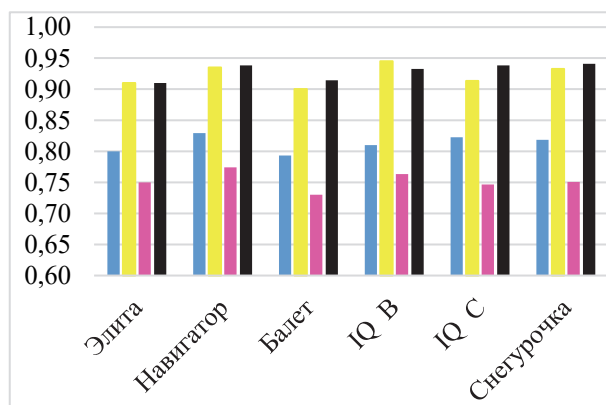


Рис. 2. Значения оптической плотности (принтер Epson L805)

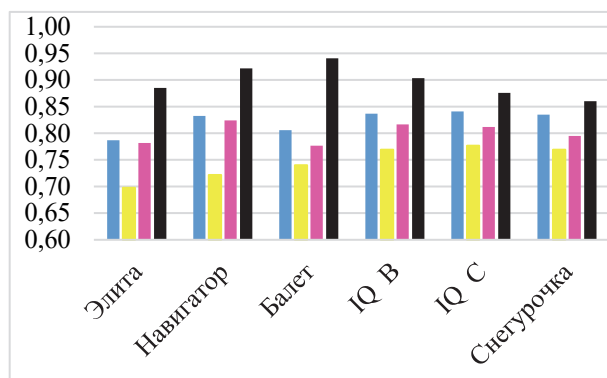


Рис. 3. Значения оптической плотности (принтер Canon PIXMA G2411)

Ранее (в другой работе) было проведено исследование равномерности просвета офисных бумаг различных классов и марок. Потребность в детальном изучении структуры офисной бумаги вызвано большим количеством дефектов, возникающих в процессе печати. Чтобы получать качественное изображение при высоких и средних скоростях оборудования и минимальных затратах, необходимо знать структурные свойства бумаги и уметь управлять ими. Анализ результатов проведенных исследований выявил, что однозначно лучший просвет и более равномерное распределение волокон имеет образец офисной бумаги класса А Навигатор, удовлетворительный – Элита класса А и Снегурочка класса С. Остальные образцы признаны неудовлетворительными по качеству просвета: Балет класса А, IQ класса В и IQ класса С [22].

Сопоставив эту информацию с настоящим исследованием, мы выявили, что образцы бумаги класса А Навигатор с лучшим просветом имеют более стабильные результаты и высокие значения оптической плотности, а это свидетельствует о высоком качестве, лучшей цветопередаче. Бумага Элита класса А и Снегурочка класса С также имеют удовлетворительные показатели однородности просвета и оптической плотности плашек.

Заключение. При рассмотрении печатных свойств бумаги особое внимание следует обратить на неоднородность структуры, так как это одна из основных причин неудовлетворительного качества печати.

Для определения качества печати, и в первую очередь качества бумаги, а также сравнения структуры бумаги различных видов и марок нужны конкретные критерии, которые дают наиболее полное и правильное представление о структурной однородности бумажного листа. Изложенный материал позволяет предположить, что денситометрические показатели могут быть включены в комплекс диагностических признаков для обоснования вывода о различии сравниваемых оттисков и определении качества печати.

Результаты выполненных экспериментов имеют практическую значимость, поскольку они открывают возможность для любых типографий надежно контролировать качество полиграфической продукции, выбирать запечатываемые материалы и печатающие устройства, отвечающие наилучшему соотношению цена – качество изданий.

Список литературы

1. Стефанов С. Качество печатной продукции. М.: Репроцентр М, 2005. 76 с.
2. Стефанов С. Оценка печати оттисков. М.: Репроцентр М, 2003. 38 с.
3. Никанчикова Е. А., Попова А. Л. Технология офсетного производства: в 2 ч. М.: Книга, 1980. Ч. 2. 285 с.
4. Каган Б., Стефанов С. Словарь полиграфических терминов. М.: Репроцентр М, 2005. 588 с.
5. Технология полиграфии. Управление технологическим процессом по изготовлению растровых цветоделенных изображений, пробных и тиражных оттисков. Ч. 1: Параметры и методы измерения: ГОСТ Р ИСО 12647-1. М.: Стандартинформ, 2017. 17 с.
6. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства. М.: МГУП, 2003. 1280 с.
7. Thompson B. Printing Materials, Science and Technology. 2nd ed. U.K. Pira International, 2004. P. 260–264.
8. Sharma S., Siginer D. Appl. Mech. 2010. Rev. 63, 020802. P. 19. <https://doi.org/10.1115/1.4001047>.
9. Daun M. PhD Thesis Technischen Universitat Darmstadt. Deutschland. 2006. URL: <http://tuprints.ulb.tudarmstadt.de/epda/000760/M-Daun.pdf> (date of access 11.01.2025).
10. Aydemir K., Yenidogan S., Karademir A. and Arman E. The effect of color mixing components on offset ink and the printing process: materials and Production Processes. 2017. Vol. 32 (11). P. 1310–1315. <https://doi.org/10.1080/10426914.2017.1279323>.
11. Aydemir C., Özomay Z., Karademir A., Kandirmaz E. Effects of matte coating on the paper surface and print density. Science and Engineering of Composite Materials. 2013. Vol. 20, issue 2. P. 141–145. <https://doi.org/10.1515/secm-2012-0070>.
12. Cigula T., Tomašegović T., Hudika T. Effect of the paper surface properties on the ink transfer parameters in offset printing. Nordic Pulp & Paper Research Journal. 2019. Vol. 34, issue 4. P. 540–549. <https://doi.org/10.1515/npprj-2019-0018>.

13. Yenidoan S., Aydemir C., Karademir A., Kandırmaz E. A. Examination of the impact of drying techniques in surface sizing-coating operations on the quality of paper and printing. *Cellulose Chem. Technol.* 2019. Vol. 53. P. 325. <https://doi.org/10.35812/cellulosechemtechnol.2019.53.32>.
14. Марченко И. В., Зильберглейт М. А., Камлюк Т. В. Оценка впитывающей способности офисных бумаг // *Принттехнологии и медиакommunikации: материалы 86-й науч.-техн. конф. проф.-препод. состава, науч. сотрудников и аспирантов, Минск, 31 янв. – 12 февр. 2022 г. Минск, 2022. С. 21–23.*
15. Козаровицкий Л. А. Бумага и краска в процессе печатания. М.: Книга, 1965. 368 с.
16. Валенски В. Бумага + Печать. М.: Дубль В, 1996. 430 с.
17. Флятте Д. М. Свойства бумаги. М.: Лесная пром-сть, 2000. 680 с.
18. Хмельницкий А. К. Модели оценки влияния свойств бумаги на качество полиграфической продукции: дис. ... канд. техн. наук. СПб., 2004. 117 л.
19. Леонтьев В. Н. Методы и средства совершенствования печатных свойств бумаг в системе «бумага – краска – оттиск». СПб.: ГОУВПО СПбГУРП, 2009. 170 с.
20. Стефанов С. Полиграфия от А до Я. Энциклопедия. М.: Либроком, 2014. 560 с.
21. Information technology – Office equipment – Measurement of image quality attributes for hard-copy output – Monochrome text and graphic images: ISO/IEC 24790:2017. JTC 1/SC 28. 2017. 74.
22. Зильберглейт М. А., Марченко И. В. Определение равномерности просвета бумаг различных классов // *Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. В, Промышленность. Прикладные науки.* 2023. № 2. С. 70–74.

References

1. Stefanov S. *Kachestvo pechatnoy produktsii* [Quality of printed materials]. Moscow, Reprotsentr M Publ., 2005. 76 p. (In Russian).
2. Stefanov S. *Otsenka pechaty ottiskov* [Evaluation of printing prints]. Moscow, Reprotsentr M Publ., 2003. 38 p. (In Russian).
3. Nikanchikova E. A., Popova A. L. *Tekhnologiya ofsetnogo proizvodstva* [Offset production technology]. Moscow, Kniga Publ., 1980. Part 2. 285 p. (In Russian).
4. Kagan B., Stefanov S. *Slovar' poligraficheskikh terminov* [Dictionary of Polygraphic Terms]. Moscow, Reprotsentr M Publ., 2005. 588 p. (In Russian).
5. GOST R ISO 12647-1. Printing technology. Control of the technological process for the production of raster-output color-separated images, trial and circulation prints. Part 1: Parameters and measurement methods. Moscow, Standartinform Publ., 2017. 17 p. (In Russian).
6. Kipphan G. *Entsiklopediya po pechatnym sredstvam informatsii. Tekhnologii i sposoby proizvodstva* [Encyclopedia of Printed Media. Technologies and methods of production]. Moscow, MGUP Publ., 2003. 1280 p. (In Russian).
7. Thompson B. Printing Materials, Science and Technology. 2nd ed. U.K. *Pira International*, 2004, pp. 260–264.
8. Sharma S., Siginer D. *Appl. Mech. Rev.*, 2010, vol. 63, 2010. P. 19. <https://doi.org/10.1115/1.4001047>.
9. Daun M. PhD Thesis Technischen Universitat Darmstadt. Deutschland. 2006. Available at: <http://tuprints.ulb.tudarmstadt.de/epda/000760/M-Daun.pdf> (accessed 11.01.2025).
10. Aydemir K., Yenidogan S., Karademir A. and Arman E. *The effect of color mixing components on offset ink and the printing process: materials and Production Processes*, 2010, vol. 32 (11), pp. 1310–1315. <https://doi.org/10.1080/10426914.2017.1279323>.
11. Aydemir C., Özomay Z., Karademir A. and Kandırmaz E. Effects of matte coating on the paper surface and print density. *Science and Engineering of Composite Materials*, 2013, vol. 20, issue 2, pp. 141–145. <https://doi.org/10.1515/secm-2012-0070>.
12. Cigula T., Tomašegović T. and Hudika T. Effect of the paper surface properties on the ink transfer parameters in offset printing. *Nordic Pulp & Paper Research Journal*, 2019, vol. 34, issue 4, pp. 540–549. <https://doi.org/10.1515/npprj-2019-0018>.
13. Yenidoan S., Aydemir C., Karademir A. and Kandırmaz E. A. Examination of the impact of drying techniques in surface sizing-coating operations on the quality of paper and printing. *Cellulose Chem. Technol.*, 2019, vol. 53. P. 325. <https://doi.org/10.35812/cellulosechemtechnol.2019.53.32>.
14. 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).

15. 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).
16. Valenski V. *Bumaga + Pechat'* [Papier + Druck]. Moscow, Dubl' V Publ., 1996. 430 p. (In Russian).
17. Flyatte D. M. *Svoystva bumagi* [Paper Properties]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1970. 230 p. (In Russian).
18. Khmel'nitskiy A. K. *Modeli otsenki vliyaniya svoystv bumagi na kachestvo poligraficheskoy produktsii. Dissertatsiya kandidata tekhnicheskikh nauk* [Models for assessing the impact of paper properties on the quality of printing products. Dissertation PhD (Engineering)]. St. Petersburg, 2004. 117 p. (In Russian).
19. Leontyev 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).
20. Stefanov S. *Poligrafiya ot A do Ya. Entsiklopediya* [Printing from A to Y. Encyclopedia]. Moscow, Librokom Publ., 2014. 560 p. (In Russian).
21. ISO/IEC 24790:2017. Information technology – Office equipment – Measurement of image quality attributes for hardcopy output – Monochrome text and graphic images. *JTC 1/SC 28*. 2017. 74 p.
22. Zilbergleit M. A., Marchenko I. V. Determination of the uniformity of the clearance of papers of various classes. *Vestnik Polotskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of Polotsk State University], series B, Industry. Applied sciences, 2023, no. 2, pp. 70–74 (In Russian).

Информация об авторах

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

Марченко Ирина Валентиновна – магистр, старший преподаватель кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, 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 13.01.2025