

ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИКА ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО И УПАКОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

TECHNOLOGY AND EQUIPMENT OF PRINTING AND PACKING MANUFACTURES

УДК 676.017

И. Г. Громыко¹, А. Н. Кудряшова¹, Х. А. Бабаханова²

¹Белорусский государственный технологический университет

²Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности
(Республика Узбекистан)

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ПЕЧАТНОГО ПРОЦЕССА НА СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗАПЕЧАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье исследовались структурные изменения в бумаге, происходящие под действием климатических условий. Исследования проводились для лицевой и оборотной сторон запечатываемых материалов, а также в долевом и поперечном направлениях. Прямой способ измерения микропрофилей образцов акклиматизированных видов бумаги позволил определить структурные различия образцов, которые отличаются по качеству и печатно-техническим свойствам. Изменения, происходящие в бумаге, обусловлены тем, что ее структура имеет в приповерхностном слое минимальную плотность, которая в несколько раз меньше плотности в центре бумажного листа. Это определяет особенность получения изображения на поверхности оттиска и вероятность появления дефектов. Увлажнение бумаги путем выдерживания в течение суток в эксикаторе с насыщенным раствором хлорида натрия позволило выявить разную степень чувствительности исследуемых образцов к колебаниям влажности. Последующая сушка образцов бумаги привела к росту показателя фрактальной размерности, что обусловлено их усадкой. Для комплексной оценки структурных изменений под действием климатических условий была рассчитана влажность бумаги после сушки. Результаты позволили отметить стабильность поликарбонатной бумаги, что связано с ее композиционным составом. Поддержание неизменных климатических условий позволит обеспечить бесперебойную работу оборудования и получение продукции высокого качества.

Ключевые слова: фрактальная размерность, структура бумаги, профилометр, влагосодержание, сушка, увлажнение, дефект, качество печати.

Для цитирования: Громыко И. Г., Кудряшова А. Н., Бабаханова Х. А. Влияние условий проведения печатного процесса на структурные изменения запечатываемых материалов // Труды БГТУ. Сер. 4, Принт-и медиатехнологии. 2025. № 2 (297). С. 5–11.

DOI: 10.52065/2520-6729-2025-297-1.

I. G. Gromyko¹, A. N. Kudryashova¹, Kh. A. Babakhanova²

¹Belarusian State Technological University

²Tashkent Institute of Textile and Light Industry
(Republic of Uzbekistan)

THE INFLUENCE OF THE PRINTING PROCESS CONDITIONS ON THE STRUCTURAL CHANGES OF THE SEALED MATERIALS

The article investigated the structural changes in paper caused by climatic conditions. The studies were conducted for the front and back sides of the printed materials, as well as in the longitudinal and transverse directions. The direct measurement of the microprofiles of the acclimatized paper samples

allowed for the identification of structural differences in samples with varying qualities and printing properties. The changes that occur in paper are due to the fact that its structure has a minimum density in the near-surface layer, which is several times lower than the density in the center of the paper sheet. This determines the characteristics of the image on the surface of the print and the likelihood of defects. By moistening the paper and allowing it to dry for 24 hours in an desiccator with a saturated solution of sodium chloride, we were able to determine the different levels of sensitivity of the samples to moisture fluctuations. Subsequent drying of the paper samples led to an increase in the fractal dimension, which is due to their shrinkage. To comprehensively assess the structural changes caused by climate conditions, the moisture content of the paper was calculated after drying. The results indicated the stability of polycarbonate paper, which is due to its composition. Maintaining consistent climate conditions will ensure the smooth operation of equipment and the production of high-quality products.

Keywords: fractal dimension, paper structure, profilometer, moisture content, drying, humidification, defect, print quality.

For citation: Gromyko I. G., Kudryashova A. N., Babakhanova Kh. A. The influence of the printing process conditions on the structural changes of the sealed materials. *Proceedings of BSTU, issue 4, Print- and Mediatechnologies*, 2025, no. 2 (297), pp. 5–11 (In Russian).

DOI: 10.52065/2520-6729-2025-297-1.

Введение. Для обеспечения эффективной, бесперебойной работы печатного оборудования требуется правильная подготовка бумаги и краски к использованию. Правильное хранение бумаги и краски до их поступления в печатный цех предполагает, с одной стороны, строгое соответствие действующим нормативам климатических условий и пространственного расположения материалов в помещениях для их складирования, а с другой – периодическую проверку и тщательное наблюдение за эксплуатационными характеристиками бумаги и краски на протяжении дооперационного периода [1].

Колебания климатических условий в помещениях цеха может вызывать серьезные структурные изменения, что сказывается на качестве печатной продукции, приводя к появлению разнообразных дефектов. Именно с этой точки зрения является важным не только подготовка материалов к печатанию тиража, но и поддержание постоянства климатических условий.

Основная часть. С целью определения структурных изменений в бумаге, происходящих под действием климатических условий, был проведен эксперимент. Для этого образцы офсетной, мелованной, газетной и поликарбонатной бумаги выдерживались в течение суток при температуре 25°C и относительной влажности воздуха 40%. С полученных образцов были сняты профилограммы и рассчитаны фрактальные размерности [2–3], значения которых приведены в табл. 1.

Исследуемые виды бумаги отличаются по качеству и печатно-техническим свойствам. Данные свойства имеют большое практическое значение и определяют возможность воспроизведения различных по характеру изображений. При этом необходимо отметить особенность структуры бумаги: в приповерхностном слое ее плотность минимальная и в несколько раз меньше плотности в центре бумажного листа. Это означает, что бу-

мага имеет ослабленную прочность приповерхностного слоя, что, в свою очередь, сказывается на возможности получения оттисков высокого качества и вероятности появления такого дефекта, как выщипывание [1]. В результате процесс печати становится более сложным, что приводит к резкому снижению производительности печатного оборудования.

Таблица 1

Фрактальная размерность структуры бумаги при комнатной температуре

Образец бумаги			Фрактальная размерность, D
Мелованная	Лицо	Вдоль	2,51
		Поперек	2,31
	Оборот	Вдоль	2,33
		Поперек	2,13
Офсетная	Лицо	Вдоль	2,84
		Поперек	2,92
	Оборот	Вдоль	2,96
		Поперек	2,81
Газетная	Лицо	Вдоль	2,83
		Поперек	2,77
	Оборот	Вдоль	2,87
		Поперек	2,91
Поликарбонатная	Лицо	Вдоль	2,92
		Поперек	2,87
	Оборот	Вдоль	2,90
		Поперек	2,82

Из данных табл. 1 видно, что показатель фрактальной размерности изменяется в достаточно широких пределах. Более гладкую поверхность, близкую к плоской, имеет мелованная бумага. Остальные виды бумаги обладают ярко выраженной

развитой структурой. Практически все образцы имеют более высокие значения фрактальной размерности в долевом направлении [4–5]. Если сравнивать значения данного показателя в одном направлении на лицевой и оборотной стороне листа, то наибольший разброс наблюдается для мелованной бумаги, что обусловлено процессом нанесения мелового слоя на поверхность. При этом значительное влияние оказывает структура материала до процесса мелования.

Для дальнейшего исследования структурных изменений, происходящих в бумаге при разных климатических условиях, исследуемые образцы выдерживались в течение суток в эксикаторе с насыщенным раствором NaCl. Полученные профилограммы позволили рассчитать показатели фрактальной размерности для исследуемых образцов, приведенные табл. 2.

Таблица 2
**Фрактальная размерность структуры
бумаги после увлажнения**

Образец бумаги			Фрактальная размерность, D
Мелованная	Лицо	Вдоль	2,33
		Поперек	2,19
	Оборот	Вдоль	2,34
		Поперек	2,32
Офсетная	Лицо	Вдоль	2,89
		Поперек	2,92
	Оборот	Вдоль	2,82
		Поперек	2,87
Газетная	Лицо	Вдоль	2,88
		Поперек	2,84
	Оборот	Вдоль	2,83
		Поперек	2,87
Поликарбонатная	Лицо	Вдоль	2,90
		Поперек	2,86
	Оборот	Вдоль	2,99
		Поперек	2,91

Анализируя полученные данные, можно отметить, что наиболее чувствительной к колебаниям влажности воздуха является газетная бумага. При этом наблюдается значительная деформация волокон. Данные структурные изменения, происходящие в производственных условиях, сильно ухудшают качество печати. Во-первых, микрогеометрия поверхности бумаги определяет ее «разрешающую способность», т. е. способность передавать без разрывов и искажений тончайшие красочные линии, точки и их комбинации. В результате роста влажности происходит изменение размеров элементов, снижается

разрешающая способность и теряется детальность изображения. Во-вторых, появляются такие дефекты запечатываемого материала, как волнистость, коробление.

Влагопрочность, или прочность во влажном состоянии, – важный параметр бумаги. О влагопрочности бумаги судят по степени сохранения ею во влажном состоянии первоначальной своей прочности, т. е. той прочности, которую она имела до увлажнения, находясь в воздушно-сухом состоянии. Влагостойкость бумаги может быть повышена двумя способами: либо в состав бумажной массы при изготовлении добавляют гидрофобные вещества (эта операция называется проклейкой в массе), либо проклеивающие вещества наносятся на поверхность уже готовой бумаги (поверхностная проклейка). Сильно проклеиваются офсетные бумаги, особенно те из них, которые при использовании подвергаются резким изменениям климатических условий или запечатываются в несколько листовпрогонов, например картографические бумаги [6–10].

Соотношение целлюлозы и воды является важным фактором для бумаги. От количества воды, содержащейся в отдельных волокнах, зависят их прочность, эластичность и бумагообразующие свойства. Содержание влаги в бумаге влияет на ее вес, прочность, устойчивость размеров и на электрические свойства. Влажность имеет очень важное значение при печатании. При исследовании бумаги ее обычно акклиматизируют для того, чтобы создать постоянную, строго определенную влажность. Стандартными условиями для атмосферы, в которых проводятся испытания, являются температура $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$ и относительная влажность воздуха $(50 \pm 2)\%$.

В результате испытания офсетная бумага претерпела незначительные изменения, что обусловлено наличием проклеялки. Это является важным, так перенос краски в офсетной печати происходит в присутствии увлажняющего раствора.

Также необходимо отметить, что структурные изменения не всегда имеют четкую закономерность. Это связано с концентрацией волокон на определенных участках. Кроме того, долевое направление указывает лишь на преимущественную ориентацию волокон.

Поликарбонатная бумага, в силу ее состава, характеризуется незначительными и достаточно равномерными структурными изменениями, что в полной мере демонстрирует такие ее свойства, как прочность и водостойкость.

Менее развитая структура мелованной бумаги обеспечивает лучшее взаимодействие между контактирующими поверхностями, меньшее давление при печати и более высокое качество изображения. Высокая гладкость не только создает оптимальное взаимодействие бумаги и краски,

но и улучшает оптические свойства поверхности, воспринимающей красочное изображение. Высокая гладкость мелованной бумаги позволяет получать высокую оптическую плотность при малых толщинах красочного слоя [11–12].

На следующем этапе исследуемые образцы выдерживались в сушильном шкафу в течение 20 мин при температуре 105°C, что позволило снять профилограммы поверхности и рассчитать фрактальные размерности, значения которых представлены в табл. 3.

Таблица 3
Фрактальная размерность структуры бумаги после сушки

Образец бумаги			Фрактальная размерность, D
Мелованная	Лицо	Вдоль	2,30
		Поперек	2,30
	Оборот	Вдоль	2,51
		Поперек	2,40
Офсетная	Лицо	Вдоль	2,86
		Поперек	2,88
	Оборот	Вдоль	2,80
		Поперек	2,81
Газетная	Лицо	Вдоль	2,98
		Поперек	2,96
	Оборот	Вдоль	2,90
		Поперек	2,92
Поликарбонатная	Лицо	Вдоль	2,91
		Поперек	2,93
	Оборот	Вдоль	2,94
		Поперек	2,90

Сушка образцов бумаги привела к росту показателя фрактальной размерности. В течение непродолжительного промежутка времени произошла усадка бумаги. Особенно чувствительной к изменению климатических условий оказалась газетная бумага. Равно как и в предыдущем случае, поликарбонатная бумага является достаточно стабильной.

В рамках данного исследования осуществлялось определение влажности образцов бумаги в результате климатических изменений. Влажность бумаги рассчитывалась по формуле

$$w, \% = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \cdot 100,$$

где m_0 – масса (округленная до четырех значащих цифр) испытуемого образца в момент отбора пробы, г; m_1 – масса (округленная до четырех значащих цифр) испытуемого образца после высушивания до постоянной массы, г.

Полученные результаты представлены в табл. 4.

Таблица 4
Влажность образцов бумаги после высушивания

Образец бумаги	m_0	m_1	$w, \%$
Мелованная	1,6711	1,6112	3,58
Офсетная	0,7987	0,7534	5,67
Газетная	0,4403	0,4116	6,52
Поликарбонатная	0,9584	0,9572	0,13

Как показывают полученные данные, поведение различных видов бумаги при проведении эксперимента отличается. Менее подвержена колебаниям влажности поликарбонатная бумага из-за отсутствия в ее составе древесных полуфабрикатов. Данные результаты подтверждаются расчетными значениями показателя фрактальной размерности. Высокая влагопрочность поликарбонатной бумаги, а также малая впитывающая способность значительно расширяют возможности ее использования как с точки зрения способов печати, так и с точки зрения вида используемой печатной продукции.

Поликарбонатная бумага отличается экологичностью, безопасностью и высокой прочностью, благодаря чему может находить широкое применение в различных сферах.

Для всех остальных видов бумаги в процессе высушивания наблюдается значительное уменьшение массы испытуемых образцов и гораздо более высокие значения влажности бумаги. Наличие в композиционном составе целлюлозных полуфабрикатов определяет не только ее влажность, но и ряд других показателей, таких как печатные, гидрофобные, упругопластичные и прочностные свойства. Так, бумага, содержащая в своем составе волокнистые компоненты и имеющая влажность менее 2%, в процессе эксплуатации склонна к короблению, что отражается на комплексе ее качественных и эксплуатационных характеристик.

Для офсетной бумаги контроль влажности имеет очень важное значение. С изменением влажности бумаги происходит изменение ее размеров, возможна потеря листом плоскостного состояния (возникновение волнистости или скручивания). При этом изменение размеров листов происходит, главным образом, в направлении, поперечном машинному направлению в листе. Именно поэтому для уменьшения проблем с совмещением красок на оттисках печатные листы должны иметь машинное направление, параллельное оси печатного цилиндра. Колебания относительной влажности воздуха на 5% и более вызывает несовмещение красок на оттисках и

ухудшение качества печатной продукции. Наибольшая стабильность бумаги наблюдается при 45% относительной влажности воздуха, а наиболее благоприятный диапазон относительной влажности воздуха составляет 40–60%.

Поддержание постоянства климатических условий в помещении цеха, а также складских помещениях является немаловажным. Например, изменение температуры при переходе из более холодного складского помещения в теплую атмосферу производственных цехов приводит к тому, что температура воздуха, непосредственно окружающего бумагу, сразу падает. Вместе с этим повышается относительная влажность воздуха. Края бумаги начинают поглощать воду и появляется волнистость. При этом лист бумаги начинает терять плоскостность, что приводит к сбоям в работе самонакладов и листопроводящей системы печатных машин. В результате возникают частые остановки машины, снижается производительность, увеличиваются отходы бумаги и краски. В рулонных печатных машинах возникает другая ситуация. При размотке происходит интенсивное испарение влаги, бумага деформируется от секции к секции, что затрудняет приводку изображения, а в некоторых случаях на бумаге возникают морщины [13–15].

Высокая влажность воздуха приводит к тому, что бумага поглощает большое количество влаги из воздуха, при этом волокна целлюлозы набухают, структура листа разрыхляется, следствием чего является потеря им прочности. Увлажнение бумаги происходит неравномерно, в основном по обрезаю, поэтому деформация листов начинается с краев.

При длительном хранении в помещении печатного цеха с краев листов постепенно испаряется избыток влаги, но равновесного влагосодержания между центром листа и его краевой зоной не достигается. Следовательно, правильная организация печатного процесса должна предусматривать полное соответствие влажности воздуха и температуры в складском и рабочем помещениях.

Кроме того, быстрое изменение влагосодержания бумаги при попадании ее в помещение с низкой относительной влажностью воздуха обуславливает появление бумажной пыли. Такая бумага не только пылит, но и выщипывается. Это приводит к накоплению бумажной пыли в красочном ящике, на офсетной резине, печатной форме. В результате возникают такие дефекты, как «марашки», непропечатка плашек, для устранения которых приходится часто

останавливать печатную машину и мыть офсетную резину и печатную форму.

Необходимо также учитывать, что бумажная пыль является переносчиком статического электричества в производственном помещении. Заряженную бумажную пыль, находящуюся в воздухе, нельзя удалить даже путем интенсивной вентиляции. Электростатика мешает нормальной проводке бумаги в полиграфических машинах, вызывает сбои в электронных блоках управления. Также если в процессе транспортировки и хранения бумаги она подвергается большому перепаду температур, то внутри накапливается электрический заряд, который в дальнейшем сложно удалить.

Накопление электростатического заряда, возникающего по причине трения и тесного контакта материалов друг с другом, а затем их отделения во время прохождения через печатную машину, приводит к слипанию листов бумаги в процессе их печати. Если уровень влажности в помещении не превышает 40%, то могут появиться отклонения в приводке, так как нарушается проводка листов через машину. Кроме того, по сухой бумажной поверхности краска распределяется менее равномерно, что приводит к градиционным и цветовым искажениям.

Влагосодержание зависит от вида используемого сырья и степени его помола для бумажного производства. С повышением степени помола массы образуется волокнистая слизь, которая гораздо интенсивнее поглощает воду, чем само волокно. И увеличение поверхности волокон в результате размолла тоже способствует повышению влагопоглощению.

Выводы. Таким образом, изменение влажности окружающей среды может повлиять на физические свойства бумаги, такие как размерная стабильность, адгезия и гибкость, а также на структурные характеристики. Это, в свою очередь, окажет влияние на общую производительность процесса и внешний вид продукта. Эффективные методы контроля влажности, такие как поддержание стабильной производственной среды, предварительная обработка бумаги и использование систем мониторинга в реальном времени, имеют важное значение для минимизации этих эффектов и обеспечения производства высококачественных бумажных продуктов. Поддержание температуры и влажности воздуха в помещении цеха предотвращает появление брака, способствует повышению производительности оборудования и получению продукции высокого качества.

Список литературы

1. Технология печатных процессов / А. Н. Раскин [и др.]. М.: Книга, 1989. 301 с.
2. Кулак М. И. Фрактальная механика материалов. Минск: Вышэйшая школа, 2002. 304 с.

3. Кулак М. И., Ничипорович С. А., Медяк Д. М. Методы теории фракталов в технологической механике и процессах управления: полиграфические материалы и процессы. Минск: Беларуская навука, 2007. 419 с.
4. Методы атомно-силовой микроскопии и профилометрии в исследовании фрактальной неоднородности запечатываемых поверхностей / И. Г. Громыко [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 4, Принт- и медиатехнологии. 2024. № 1 (279). С. 5–12. DOI: 10.52065/2520-6729-2024-279-1.
5. Громыко И. Г., Кудряшова А. Н. Исследование влияния фрактальной неоднородности микроструктуры на краскостойкость запечатываемой поверхности материалов с различной впитывающей способностью // Труды БГТУ. Сер. 4, Принт- и медиатехнологии. 2023. № 2 (273). С. 5–11. DOI: 10.52065/2520-6729-2023-273-2-1.
6. Вилсон Л. А. Что полиграфист должен знать о бумаге. М.: ПринтМедиа, 2005. 376 с.
7. Кларк Д. А. Технология целлюлозы. М.: Лесная промышленность, 1983. 465 с.
8. Фляте Д. М. Свойства бумаги. М.: Лесная промышленность, 2000. 680 с.
9. Фролов М. В. Структурная механика бумаги (бумажных текстильных материалов из химических и натуральных волокон). М.: Лесная промышленность, 1982. 271 с.
10. Леонтьев В. Н. Методы и средства совершенствования печатных свойств бумаг в системе «бумага – краска – оттиск». СПб.: ГОУВПО СПбГУРП, 2009. 170 с.
11. Валенски В. Бумага + Печать. М.: Дубль В, 1996. 430 с.
12. Козаровицкий Л. А. Бумага и краска в процессе печатания. М.: Книга, 1965. 367 с.
13. Прямой метод контроля качества поверхности мелованных видов бумаги / А. А. Кирсанкин [и др.] // Химия растительного сырья. 2016. № 4. С. 159–163.
14. Анализ зависимости качества продукции от поверхностных свойств бумаги и параметров печати / Х. А. Бабаханова [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 4, Принт- и медиатехнологии. 2022. № 1 (255). С. 5–13.
15. Лихачев В. В. Основы управления качеством печатной продукции. М.: Мир книги, 1999. 210 с.

References

1. Raskin A. N., Romeikov I. V., Biryukova N. D., Muratov Yu. A., Efremova A. N. *Tekhnologiya pechatnykh protsessov* [Technology of printing processes]. Moscow, Kniga Publ., 1989. 301 p. (In Russian).
2. Kulak M. I. *Fraktal'naya mekhanika materialov* [Fractal mechanics of materials]. Minsk, Vysheyschaya shkola Publ., 2002. 304 p. (In Russian).
3. Kulak M. I., Nichiporovich S. A., Medyak D. M. *Metody teorii fraktalov v tekhnologicheskoy mekhanike i protsessakh upravleniya: poligraficheskiye materialy i protsessy* [Methods of fractal theory in technological mechanics and control processes: polygraphic materials and processes]. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2007. 419 p. (In Russian).
4. Gromyko I. G., Kudryashova A. N., Prokhorchik S. A., Babakhanova Kh. A., Galimova Z. K. Methods of atomic force microscopy and profilometry in the study of fractal heterogeneity sealed surfaces. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 4, Print- and Mediatechnologies, 2024, no. 1 (279), pp. 5–12 (In Russian). DOI: 10.52065/2520-6729-2024-279-1.
5. Gromyko I. G., Kudryashova A. N. Investigation of the effect of fractal inhomogeneity of microstructure on the paint capacity of the sealed surface of materials with different absorbency. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 4, Print- and Mediatechnologies, 2023, no. 2 (273), pp. 5–11. DOI: 10.52065/2520-6729-2023-273-2-1 (In Russian).
6. Wilson L. A. *Chto poligrafist dolzhen znat' o bumage* [What a polygraphist should know about paper]. Moscow, PrintMedia Publ., 2005. 376 p. (In Russian).
7. Clark D. A. *Tekhnologiya tsellyulozy* [Pulp technology]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1983. 465 p. (In Russian).
8. Flyatte D. M. *Svoystva bumagi* [Paper properties]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 2000. 680 p. (In Russian).
9. Frolov M. V. *Strukturnaya mekhanika bumagi (bumazhnykh tekstil'nykh materialov iz khimicheskikh i natural'nykh volokon)* [Structural mechanics of paper (paper textile materials made of chemical and natural fibers)]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1982. 271 p. (In Russian).
10. Leont'iev 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).
11. Valenski V. *Bumaga + Pechat'* [Paper + Printing]. Moscow, Dubl'V Publ., 1996. 430 p. (In Russian).
12. Kozarovitskiy L. A. *Bumaga i kraska v protsesse pechataniya* [Paper and ink in the printing process]. Moscow, Kniga Publ., 1965. 367 p. (In Russian).

13. Kirsankin A. A., Mikhaleva M. G., Nikolsky S. N., Musokhranova A. V., Stovbun S. V. Direct method for controlling the surface quality of coated types of paper. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya* [Chemistry of plant raw materials], 2016, no. 4, pp. 159–163 (In Russian).

14. Babakhanova Kh. A., Abdunazarov M. M., Galimova Z. K., Gromyko I. G. Analysis of the dependence of product quality on the surface properties of paper and printing parameters. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 4, Print- and Mediatechnologies, 2022, no. 1 (255), pp. 5–13 (In Russian).

15. Likhachev V. V. *Osnovy upravleniya kachestvom pechatnoy produktsii* [Fundamentals of print quality management]. Moscow, Mir Knigi Publ., 1999. 210 p. (In Russian).

Информация об авторах

Громыко Ирина Григорьевна – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: gromyko@belstu.by

Кудряшова Алина Николаевна – магистр, ассистент кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: kudryashova@belstu.by

Бабаханова Халима Абишевна – доктор технических наук, профессор кафедры технологии полиграфического и упаковочного процессов. Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности (ул. Шохжахон, 5, 100100, г. Ташкент, Республика Узбекистан). E-mail: halima300@inbox.ru

Information about the authors

Gromyko Irina Grigor'yevna – PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: gromyko@belstu.by

Kudryashova Alina Nikolayevna – Master of Sciences, Assistant Lecturer, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kudryashova@belstu.by

Babakhanova Khalima Abishevna – DSc (Engineering), Professor, the Department of Technology of Printing and Packaging Processes. Tashkent Institute of Textile and Light Industry (5 Shokhzakhon str., 100100, Tashkent, Republic of Uzbekistan). E-mail: halima300@inbox.ru

Поступила 16.07.2025