

УДК 655.2:004.932.4

**В. С. Юденков, П. Е. Сулим**

Белорусский государственный технологический университет

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ЦИФРОВОГО ОРИГИНАЛА-МАКЕТА  
ДЛЯ РИЗОГРАФИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ НА БУМАЖНОМ НОСИТЕЛЕ**

Для печати малотиражной продукции широко используются ризографы, применение которых удачно вписалось в современные экономические условия: повышения производительности и прибыли печатного процесса. Они показали свое неоспоримое преимущество по обеспечению оперативности печатного процесса и заняли промежуточное положение между копировальной техникой и малоформатными офсетными печатными машинами. Основной проблемой ризографической печати является получение недостаточно качественных оттисков цифровых изображений. Поэтому возникает необходимость установления оптимального типа цифрового изображения оригинала-макета: «фото», «график», «контурный рисунок», «текст», обеспечивающего формирование исходного оригинала-макета по показателям качества, таким как четкость, корректность передачи полутоновых изображений и контрастность. Также к типу оригинала-макета необходимо применять определенный способ растривания, а именно для типа изображения «текст» периодический способ, для типа «контурный рисунок» – непериодический, а для типов «фото» и «график» – гибридный. На качество получаемого изображения на оттиске также оказывает влияние печатная бумага. Для этого требуется использовать печатные сорта бумаги с определенными физико-механическими свойствами (шероховатость, белизна, толщина, масса). Комплексное сочетание этих всех параметров позволяет получать печатные оттиски высокого качества. В данной публикации отражены результаты исследования качества получаемых печатных оттисков на ризографе с использованием различных видов бумаги, отличающихся свойствами.

**Ключевые слова:** бумага, типы изображений, способы растривания, качество оттисков, ризографическая печать.

**V. S. Yudenkov, P. E. Sulim**

Belarusian State Technological University

**THE DETERMINATION OF TYPE OF THE DIGITAL ORIGINAL LAYOUT  
FOR RISOGRAPHIC PRINTING ON PAPER CARRIER**

Risographs are widely used for printing small-scale products, the use of which has successfully adapted to modern economic conditions: increasing the productivity and profit of the printing process. They showed their undeniable advantage in ensuring the speed of the printing process and took an intermediate position between copying equipment and small-format offset printing machines. The main problem with risographic printing was the lack of quality images of digital images. Therefore, it is necessary to establish the optimal type of digital image of the original-layout “photo”, “graph”, “contour drawing”, “text”, “which provides for the background of the original-layout by quality indicators as clarity, correctness of transmission of halftone images and contrast. It was also necessary to apply a certain rasterization method to the original-layout type, namely, for the image type “text” a periodic method, for the “contour pattern” a non-periodic method, and for the “photo” and “graph” a hybrid method. Finally, print paper also applied to the quality of the image. At the same time it is necessary to use printed grades of paper with certain physical and mechanical properties (roughness, whiteness, thickness, mass). A complex combination of these all parameters allows to obtain printed prints with high quality. This paper examined the quality of the printed prints produced on the rizo graph using different kinds of paper with different properties.

**Key words:** paper, risograph printing, ways of rasterization, quality of prints, types of images.

**Введение.** В стандартном драйвере ризографа оригинал-макет настраивается для двух типов изображений: «фото» (*photo*) и «текст» (*text*). Однако для существующей практики печати этого недостаточно, так как имеются оригиналы-макеты, на которых изображения представлены в смешанном виде, а именно на одном

оригинале-макете представлена локализация таких типов изображений, как «контурный рисунок» (*outlinedrawing*) и «график» (*graphic*). В этой связи нами рассмотрены методы формирования изображений оригинала-макета с учетом локального вида изображений типов «фото», «текст», «контурный рисунок» и «график».

Для этих целей при растривании в оригинале-макете типа изображения «текст» использовался непериодический способ растривания, для типа «контурный рисунок» – периодический способ, а для типов «фото» и «график» – гибридный способ растривания [1–6]. Кроме того, на конечное качество получаемых изображений на оттиске влияет вид используемой печатной бумаги, который определяется ее характеристиками: гладкостью, белизной, массой и шероховатостью. Применение предложенных способов растривания исходных электронных оригиналов-макетов позволяет получать четкие и контрастные ризографические бумажные оттиски с проработкой мелкоконструктивных деталей и корректной передачи полутоновых изображений.

**Основная часть.** В этой связи для определения типов изображений мы использовали функции из программы Matlab [7]. Для определения типа изображения предлагается метод, основанный на двух критериях [8–13]. Первым критерием распознавания типа изображения является вычисление суммы приращений относительной спектральной плотности на всем диапазоне яркости точек полутонового изображения (рис. 1).

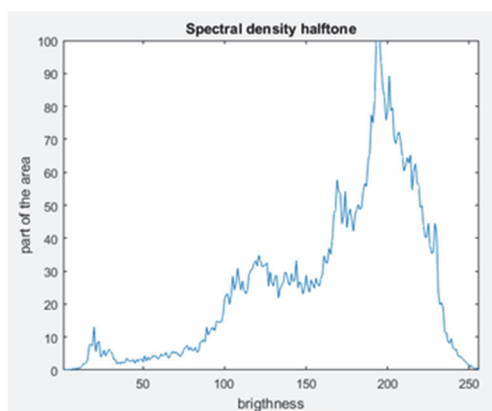


Рис. 1. Первый критерий

При этом если сумма приращений относительной спектральной плотности в вычисляемой зоне превышает 300 единиц яркости (по шкале от 0 до 255), то изображение относится к типу «фото». Иначе используется второй критерий классификации изображений. Вторым критерием является процент площади изображения, занятой текстом (рис. 2).

Экспериментально определено, что если текст занимает более 60% площади изображения, то изображение относится к типу «текст» (*text*), если от 0 до 10%, то к типу «фото» (*photo*); если от 10 до 15%, то к типу «контурный рисунок» (*outline drawing*); если от 15 до 60%, то к типу «график» (*graphic*).

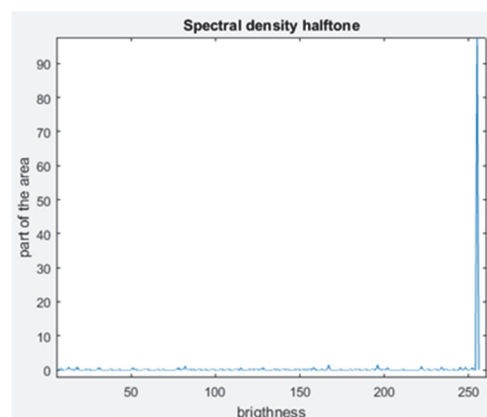
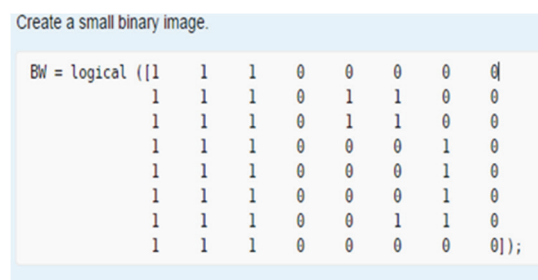


Рис. 2. Второй критерий

Для определения процента площади изображения, занятой текстом, на оригинале выделяются темные области с помощью функции *bwlabel* и *regionprops* (рис. 3).

Рис. 3. Результат функции *bwlabel*

Предварительно для определения типа изображения «текст» формируется шаблон с помощью программы Photoshop, который в дальнейшем передается в программу определения типа изображения. Каждая из выделенных областей масштабируется до размера 24×24 пикселя, при этом шаблоны букв масштабируются до того же размера. Если среднее арифметическое значений модулей разностей яркостей точек области и шаблона не превышает 0,6 по шкале от 0 до 1, то область считается совпадающей с шаблоном.

При проверке корректности определения типов изображений анализ отклонения параметров составил для изображения типа «фото» не более 10%, для «контурного рисунка» – 0%, для «текста» – не более 20% и для «графики» – не более 30%.

На рис. 4 представлен оригинал изображения типа «фото» с разрешением 600 dpi, на котором выделены области для измерения оптической плотности изображения в зонах 1–3.

На рис. 5 и 6 показан результат печатного оттиска на бумаге с использованием штатного драйвера ризографа с непериодическим и периодическим типами растривания, на которых отмечены зоны для контроля оптической плотности.



Рис. 4. Оригинал цифрового изображения типа «фото»

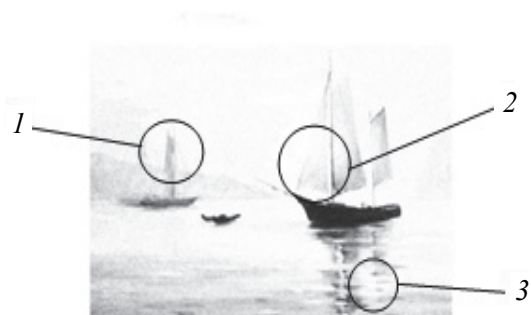


Рис. 5. Печатный ризографический оттиск цифрового изображения типа «фото» с использованием периодического типа растривания



Рис. 6. Печатный ризографический оттиск цифрового изображения типа «фото» с использованием неперидического типа растривания

Полученные оттиски (рис. 5, 6) по сравнению с оригиналом (рис. 4) помимо белых и черных тонов имеют промежуточные зоны, которые отличаются глубиной проработки по контрасту и четкости изображения. Так, значение оптической плотности оригинала-макета в зоне 1 составляет 0,71, в зоне 2 – 0,55, в зоне 3 – 0,17. В то же время значение оптической плотности при использовании периодического растривания штатным драйвером ризографа в зоне 1 составляет 0,63, в зоне 2 – 0,48, в зоне 3 – 0,13. При этом для неперидического растривания эти значения составляют 0,41, 0,26 и 0,13 соответственно. Из проведенного анализа следует, что получаемые печатные оттиски имеют низкое значение оптической плотности и вследствие этого низкую проработку деталей изображения по отношению к исходному оригиналу-макету.

В дальнейшем с целью повышения качества печати необходимо для определенного типа изображения применять оригинальный способ растривания. При этом стандартный драйвер модифицируется дополнительным способом растривания – гибридным [12]. Он включает два способа растривания: неперидический и периодический. Применение неперидического растривания осуществляется для каждой зоны изображения с учетом ее растровой плотности. При этом от периодического типа растривания отличается тем, что самые светлые оттенки изображения формируются с использованием стохастического метода растривания изображения.

Алгоритм гибридного растривания описывается следующим выражением:

$$g(x, y) = \begin{cases} \text{periodic}(f(x, y)), & f(x, y) \geq 20\%; \\ \text{nonperiodic}(f(x, y)), & f(x, y) < 20\%, \end{cases}$$

где  $g(x, y)$  – область гибридного растра, соответствующая точке  $f(x, y)$ ;  $f(x, y)$  – растровая плотность точки исходного изображения с координатами  $(x, y)$ ;  $\text{periodic}()$  – функция периодического растривания;  $\text{nonperiodic}()$  – функция неперидического растривания.

При этом для печати различных типов изображений наиболее целесообразно использовать печатную бумагу с высокими значениями шероховатости и белизны. Наиболее качественные печатные оттиски изображений типов «фото» и «график» наблюдаются при использовании гибридного растривания и бумаги шероховатостью 344 мл/мин. При этом бумажный оттиск характеризуется развитой структурой поверхности, которая объемно связывается с печатной краской и обеспечивает лучший контраст, четкость и корректность передачи полутоновых изображений. В то же время печатный оттиск на бумаге с шероховатостью 320 и 176 мл/мин также обладает развитой структурной поверхностью бумажного полотна, что дает возможность получать качественные печатные оттиски. Менее целесообразным является использование для печати на ризографе бумаги с низкой шероховатостью (117 мл/мин), так как красочный слой не связывается с поверхностью бумажного листа [14–15].

Применение для печати бумаги с белизной 68,71% не позволяет получать печатные оттиски с высокой контрастностью изображений.

Дальнейшее улучшение качества печатных оттисков на бумаге возможно с применением различных способов растривания изображения (периодический, неперидический, гибридный).

Показатели качества оттисков по четкости были определены путем измерения оптической плотности денситометром модели X-Ray в контрольных точках (рис. 7).

Значения оптической плотности печатного изображения, полученные на уровне двух сечений по координатам  $x$  и  $y$ , представлены на графиках (рис. 8, *а* и 8, *б*): для оригинала, для изображений при штатном (периодическом, непериодическом) и гибридном растривании. Значения оптической плотности определялось средним значением при пятикратном измерении. При этом максимальный разброс значений оптической плотности в измеряемых точках составлял не более 5%.

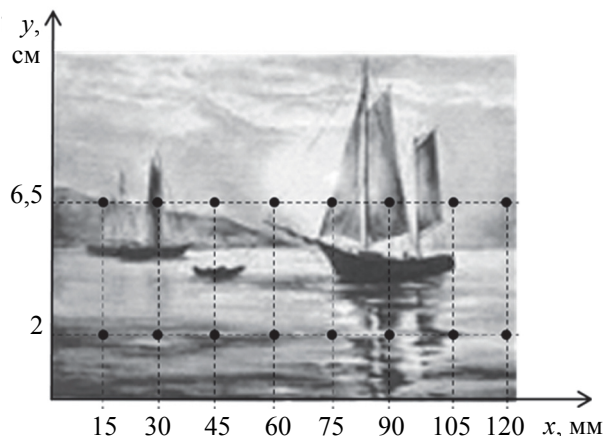
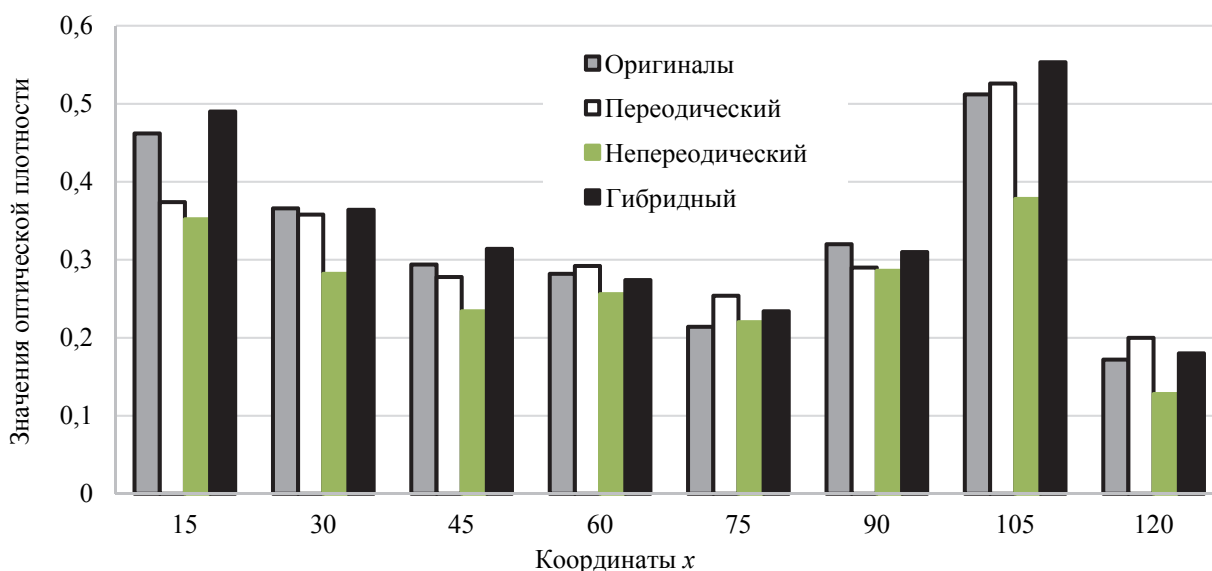
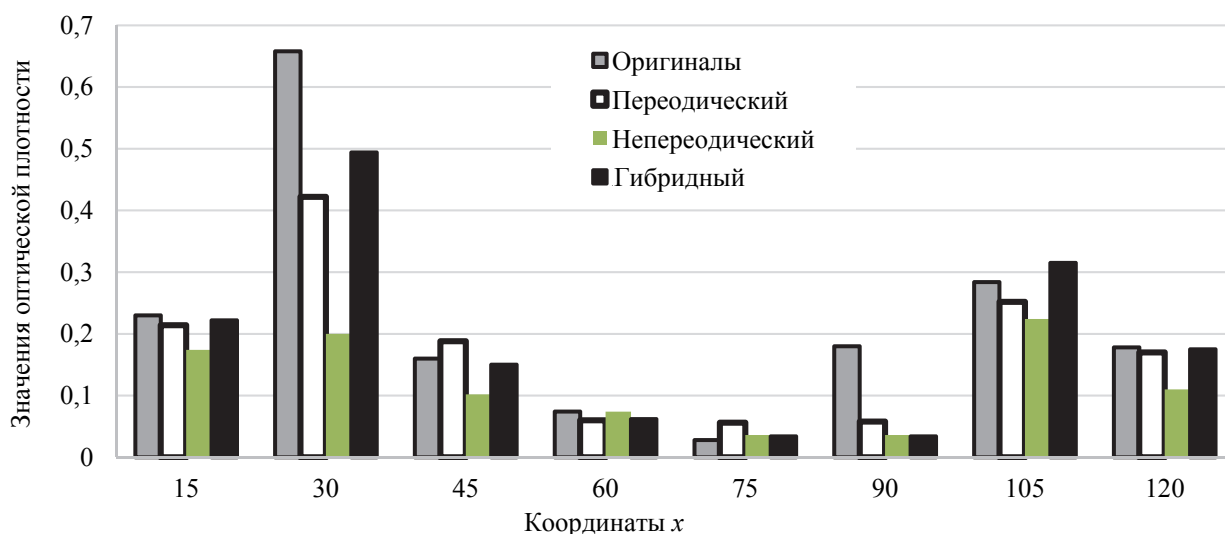


Рис. 7. Контрольные точки для измерения оптической плотности в различных зонах изображения



*а*



*б*

Рис. 8. Значения оптической плотности изображения типа «фото» при различных способах растривания на уровне 2 см (*а*) и 6,5 см (*б*)

## Показатели качества для фото при стандартном и гибридном растривании

Растривание типа изображения «фото»	Значение показателя зашумленности полученного оттиска	Значение показателя нечеткости полученного оттиска	Значение показателя некорректности полученного оттиска	Комплексная оценка полученного оттиска
Штатным драйвером ризографа	0,326	0,128	0,173	0,952
Разработанное гибридное	0,258	0,151	0,081	0,965

Также для итоговой оценки качества ризографических оттисков было разработано программное средство «тест-ризо», которое определяло качество оттиска по четкости, контрастности, корректности передачи полутоновых изображений путем сравнения исходного оригинала и полученных печатных оттисков. В таблице представлены значения показателей по четкости, корректности передачи полутоновых изображений и зашумленности полученных печатных оттисков для различных способов растривания.

Как показано в таблице, при применении гибридного способа растривания четкость изображения типа «фото» повысилась в 1,2 раза, за-

шумленность снизилась в 1,3 раза, а корректность передачи полутонов увеличилось в 2,1 раза по сравнению со штатным растриванием.

**Заключение.** Для получения качественных ризографических оттисков на бумажном носителе первоначально необходимо определять тип оригинала-макета, затем для каждого типа использовать соответствующий способ растривания и в конечном итоге применить тип бумажного носителя. Приведенная последовательность действий при печати на ризографе позволит получить высококачественные ризографические оттиски на бумажном носителе при минимальных затратах.

## Литература

1. Acharya T., Ajoy K. Ray Image Processing: Principles and Applications. New Jersey: John Wiley Sons Inc., 2005. 428 p.
2. Кузнецов Ю. В. Технология обработки изобразительной информации. СПб.: Петерб. ин-т печати, 2002. 312 с.
3. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. М.: МГУИП, 2003. 1280 с.
4. Абламейко С. В., Лагуновский Д. М. Обработка изображений: технология, методы, применение. Минск: Амалфея, 2000. 304 с.
5. Технология полиграфического производства. Технология допечатных процессов / сост. Н. В. Офицера. М.: МИПК им. И. Федорова, 2006. 216 с.
6. Ray Liu K. J. Pattern Recording and Image Preprocessing. New York: Marcel Dekker Inc. 2002. 698 p.
7. Register A. H. A Guide to MATLAB Object-Oriented Programming. Atlanta: Georgia Tech Research Institute, 2007. 354 p.
8. Sulim P., Yudenkov V. Hardware and software of the risograph printing intelligent module of the basis of model operation // Printing Future Days 2013: Proceedings of the 5th International Scientific Conference, Chemnitz (Germany), September 24–27 2013 / Chemnitz university of technology. Chemnitz, 2013. P. 355–366.
9. Sulim P., Yudenkov V. Improvement of the printing quality on a risograph on the basis of the adaptive screening method // Printing Future Days 2015: Proceeding of the 6th International Scientific Conference (Germany), 2015. P. 109–116.
10. Sulim P., Yudenkov V. Imitation model for risographic printing // Printing Future Days: Proceeding of the 7th International Scientific Conference on Print and Media Technology for Junior Scientists and PhD Students, Chemnitz (Germany), October 04–06, 2017. Berlin : VWB-Verlag, 2017. P. 109–116.
11. Сулим П. Е., Юденков В. С. Программное обеспечение интеллектуального модуля для перспективных моделей ризографа // Будущее машиностроения России: сб. тр. 10-й Всерос. конф. молодых ученых и специалистов, Москва, 26–30 сент. 2017 г. / Москов. гос. техн. ун-т имени Н. Э. Баумана. Москва, 2017. С. 600–602.
12. Сулим П. Е., Юденков В. С. Гибридный способ растривания для ризографической печати // Труды БГТУ. 2017. № 2: Принт- и медиатехнологии. С. 37–43.
13. Сулим П. Е., Юденков В. С. Перспективы технологий ризографической печати // Скориновские чтения 2015: книгоиздание и книгораспространение в контексте кросскультурных коммуникаций XXI века: материалы Междунар. форума, Минск, 3–6 сент. 2015 г. / Белорус. гос. технол. ун-т. Минск, 2015. С. 230–235.

14. Бумага для печати офсетная. Технические условия: ГОСТ 9094–89. Введен: 30.06.1990. Минск: Нац. книж. палата Беларуси, 1989. 12 с.

15. Бумага и картон. Метод определения белизны: ГОСТ 30113–94. Введен: 01.01.1997. Минск: Госстандарт, 2010. 8 с.

### References

1. Acharya T., Ajoy K. Ray Image Processing: Principles and Applications. New Jersey, John Wiley Sons, Inc., 2005. 428 p.

2. Kuznetsov Yu. V. *Technologiya obrabotki izobrazitel'noy informatsii* [Technology for processing visual information]. St. Petersburg, Petersburg Press Institute Publ., 2002. 312 p.

3. Kippkhan G. *Entsiklopediya po pechatnym sredstvam informatsii* [Encyclopedia of print media]. Moscow, MGUP Publ., 2003. 1280 p.

4. Ablameyko S. V., Lagunovskiy D. M. *Obrabotka izobrazheniy: tekhnologiya, metody, primeneniye* [Image processing: technology, methods, application]. Minsk, Amalfeya Publ., 2000. 304 p.

5. *Technologiya poligraficheskogo proizvodstva. Technologiya dopechatnykh protsessov* [Technology of printing production. Prepress technology]. Moscow, MIPK imeni I. Fedorova Publ., 2006. 216 p.

6. Ray Liu K. J. Pattern Recording and Image Preprocessing. New York, Marcel Dekker Inc., 2002. 698 p.

7. Register A. H. A Guide to MATLAB Object-Oriented Programming. Atlanta, Georgia Tech Research Institute, 2007. 354 p.

8. Sulim P., Yudenkov V. Hardware and software of the risograph printing intelligent module of the basis of model operation. *Proceedings of the 5th International Scientific Conference "Printing Future Days 2013"*. Chemnitz, 2013, pp. 355–366.

9. Sulim P., Yudenkov V. Improvement of the printing quality on a risograph on the basis of the adaptive screening method. *Proceeding of the 6th International Scientific Conference "Printing Future Days 2015"*. Chemnitz, 2015, pp. 109–116.

10. Sulim P., Yudenkov V. Imitation model for risographic printing *proceeding of the 7th International Scientific Conference on Print and Media Technology for Junior Scientists and PhD Students "Printing Future Days"*. Berlin, VWB-Verlag, 2017, pp. 109–116.

11. Sulim P. E., Yudenkov V. S. Intelligent module software for promising risograph models. *Sbornik trudov 10-y Vserossiyskoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov "Budushcheye mashinostroeniya Rossii"* [Proceeding of the 10th All-Russian Conference of Young Scientists and Specialists "The Future of Russian Engineering"]. Moscow, 2017, pp. 600–602 (In Russian).

12. Sulim P. E., Yudenkov V. S. Hybrid screening method for risograph printing. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2017, no. 2: Print- and Mediatechnologies, pp. 37–43 (In Russian).

13. Sulim P. E., Yudenkov V. S. Perspectives of risographic printing technologies. *Materialy Mezhdunarodnogo foruma "Skorinovskiy chteniya 2015: knigozdaniye i knigorasprostraneniye v kontekste krosskul'turnykh kommunikatsiy XXI veka"* [Materials of the International Forum "Skorinov Readings 2015: Book Publishing and Book Distribution in the Context of Cross-Cultural Communications of the 21st Century"]. Minsk, 2015, pp. 230–235 (In Russian).

14. GOST 909–89. Offset printing paper. Minsk, National Book Chamber of Belarus Publ., 1989, 12 p. (In Russian).

15. GOST 30113–94. Paper and cardboard. Whiteness determination method. Minsk, Gosstandart Publ., 2010, 8 p. [In Russian].

### Информация об авторах

**Сулим Павел Евгеньевич** – магистр технических наук, ассистент кафедры полиграфического оборудования и систем обработки информации. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: sulim@belstu.by

**Юденков Виктор Степанович** – кандидат технических наук, доцент кафедры полиграфического оборудования и систем обработки информации. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: yudenkov@belstu.by

### Information about the authors

**Sulim Pavel Yevgen'yevich** – Master of Engineering, assistant lecture, the Department of Printing Equipment and Information Processing Systems. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sulim@belstu.by

**Yudenkov Viktor Stepanovich** – PhD (Engineering), Assistant Professor, the Department of Printing Equipment and Information Processing Systems. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: yudenkov@belstu.by

Поступила 15.01.2020