

УДК 655.336

**П. Е. Сулим, В. С. Юденков**

Белорусский государственный технологический университет

**ГИБРИДНЫЙ СПОСОБ РАСТРИРОВАНИЯ  
ДЛЯ РИЗОГРАФИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ**

Полиграфическое производство является важной составляющей мультимедийных технологий. Развиваются новые рынки печатных медиа. Постоянно открываются новые области применения печатной продукции, включая сферу мультимедийных средств информации. Растет спрос на качественную продукцию малыми тиражами.

В статье рассматривается полиграфическое оборудование, включающее технологию цифровой печати computer-to-press, ризограф. Ризография как метод печати объединяет в себе достижения современной цифровой электроники, именно на средних (100) и больших (5000) тиражах ризограф дает максимальный экономический эффект. Ризографы используются в полиграфии во многих странах и регионах по всему миру.

В настоящее время большинство оригиналов-макетов изготавливаются с помощью персональных компьютеров путем передачи изображения с компьютера на соединенный с ним ризограф. Не всегда напечатанные на ризографе изображения соответствуют цифровому оригиналу, а отличаются по яркости, контрасту, четкости. Поэтому предлагается методика подготовки оригинала для получения качественного изображения при печати на ризографе.

Целью работы является повышение качества печати цифровых изображений на ризографе с использованием математической модели в среде Matlab на основе функций пакета Image Processing Toolbox (IPT). Задачей исследования является разработка модели ризографической печати на основе функций пакета IPT и автоматизированного выбора профиля ризографической печати.

Рассматривается повышение качества ризографической печати на основе адаптивного растрового процессора.

**Ключевые слова:** ризография, растривание, качественная продукция, цифровая печать, Matlab.

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

Belarusian State Technological University

**HYBRID SCREENING METHOD FOR RIZOGRAFIC PRINTING**

Polygraphic production is the major constituent of multimedia technology. New markets of printing media are developing. New fields application of printing production, including fields of multimedia printing facilities, are opening constantly. Demand for quality products in small print runs are growing.

This article deals with polygraph equipment, including computer-to-press technology and risograph. Risographic like a method of printing unites achievements of modern digital electronics. The best economic effect, risograph gives in average (100) and big (5000) print run. Risographs are used in many countries all over the world.

In modern time most of master layout are manufactured using personal computer and with the transmission images by risograph and computer. Printed images on risograph not always matches the digital original, and differ in brightness, contrast, definition. Therefore, the preparation technique for obtaining quality images for printing on risograph.

The goal is to increase quality of digital image printing on risograph using mathematics models in matlab based on functions of package image processing toolbox (IPT). The research objective is to develop a model of risographic printing based on functions of package IPT and automatic selection profile risographic printing.

Thee quality improvement under consideration of risographic printing based on adaptive raster processor.

**Key words:** risograph, screening, digital recording, quality product, Matlab.

**Введение.** Ведущее положение на мировом рынке полиграфических услуг все больше занимают такие сегменты продукции, как рекламная печать, газеты, каталоги, иллюстрированные журналы и книги. В целом мировая полиграфическая промышленность характеризуется произошедшими в последние годы существенными структурными и технологическими изменениями. Наряду с процессами, затраги-

вающими традиционные печатные технологии, осуществляется также их интеграция. Наличие ризографа незаменимо в типографии, с его помощью отпадает необходимость печати малых и средних тиражей на офсете, что значительно уменьшает расходы типографии и увеличивает круг потенциальных заказчиков. Технология ризографии используется для создания печатной продукции, применяемой в самых разных

областях человеческой деятельности. Ризография в последние годы все теснее сращивается с информационными технологиями, становясь их неотъемлемой частью. В настоящее время широкое использование ризографов требует повышения быстродействия этого оборудования при сохранении качества печати цифровых изображений.

Достоинства ризографической печати следующие:

1. Оперативность – ризограф имеет высокие показатели скоростного режима (до 130 экземпляров в минуту), что позволяет печатать большие тиражи продукции в сжатые сроки. Например, печать 1000 страниц займет 10 мин для серии RISO A2; 13 мин для серий RISO KS 30, CZ 100, EZ 201, RZ 370, EZ 370, EZ 371, EZ 570, EZ 571; 15 и 18 мин для MZ 1070 и RZ 1070 соответственно. Отсутствуют временные затраты для разогрева ризографа, после включения он способен бесперебойно функционировать достаточно долго. Прожиг мастер-пленки в зависимости от серии ризографа занимает от 20 до 60 с.

2. Экономичность – увеличение количества изготавливаемых экземпляров позволяет снизить себестоимость копии вплоть до цены бумаги. Однако ризография не выгодна для печати единичной продукции. Выгода становится очевидной при тираже от 100 копий – стоимость печати снижается в 2–3 раза. Производство сразу 1000 и более копий уменьшает затраты в 6–8 раз.

3. Универсальность – ризограф работает с любыми типами бумаги, кроме мелованной и глянцевой, с плотностью в пределах 46–210 г/м<sup>2</sup>, поддерживает форматы от А6 до А2, получая их копии в масштабе 1:1 либо в любом другом, выбранном с помощью встроенного механизма плавного или ступенчатого масштабирования.

4. Экологичность – в процессе работы с ризографом не происходит выброса опасных для человека и окружающей среды веществ, а расходные материалы полностью безвредны. Сегодня экологическая безопасность – одно из главных направлений деятельности полиграфических предприятий. Следование принципам защиты окружающей среды не только улучшает состояние природы, но и помогает предприятию финансово. Реализация всех мер по созданию экологически чистого производства поможет снизить выбросы CO<sub>2</sub>, связанные с печатным процессом и использованием расходных материалов, более чем на 5%, количество бумажных отходов – на 8%, а энергопотребление – более чем на 15% [1–3].

**Основная часть.** Единичный документ приемлемого качества обычно изготавливается с помощью лазерного принтера. В пределах ста

экземпляров размножение оригинала осуществляется ксероксом. Начиная с 5000 экземпляров применяется офсетная печать. В существующих условиях развития полиграфической отрасли, когда большое внимание уделяется снижению затрат и повышению производительности труда, ризографы показали неоспоримое преимущество перед другим оборудованием и прочно укрепились в нише между копировальными автоматами и малоформатными офсетными машинами. Ризограф – машина трафаретной печати, в которой используется трафаретная форма, изготавливаемая в самой машине по лазерной технологии непосредственно перед печатью. Ризография – способ ротационной трафаретной печати с использованием печатной формы, изготовленной с помощью ЭВМ прожиганием микроотверстий на формном материале в местах печатающих элементов. Печатная форма – вещественный носитель информации (текстовой и изобразительной), применяемый для ее полиграфического воспроизведения в печатном процессе [4].

В ризографе печатной формой является мастер-пленка, которая с помощью термоголовки прожигает отверстия по шаблону в соответствии с информацией, находящейся на оригинале (рис. 1–3).

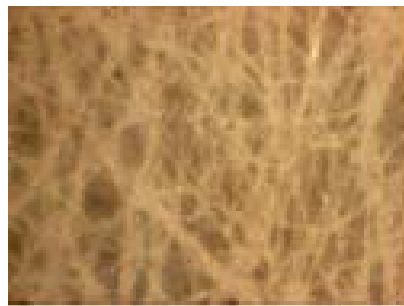


Рис. 1. Внешний вид мастер-пленки, увеличенный под цифровым микроскопом Plate Viewer

Мастер-пленка поставляется и устанавливается в ризограф в виде рулонов различной емкости в зависимости от формата печати и модели аппарата. Емкость рулона измеряется в квадратах – отрезках формного материала, необходимых для изготовления одной печатной формы.



Рис. 2. Внешний вид термоголовки ризографа серии EZ 371

Термоголовка ризографа – самый дорогой узел, который определяет разрешающую способность печати.

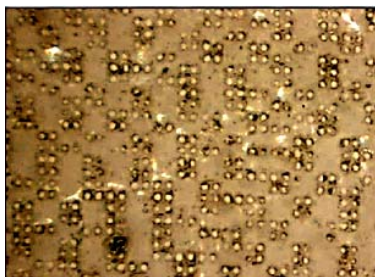


Рис. 3. Внешний вид прожженных в мастер-пленке точек, увеличенный под цифровым микроскопом Plate Viewer

Оригиналы-макеты для печати на ризографе подготавливаются на компьютере и могут содержать текстовую и изобразительную информацию. Связь компьютера с ризографом осуществляется через кабель USB, а настройка необходимых параметров печати – с помощью штатного драйвера, установленного на компьютере (рис. 4).

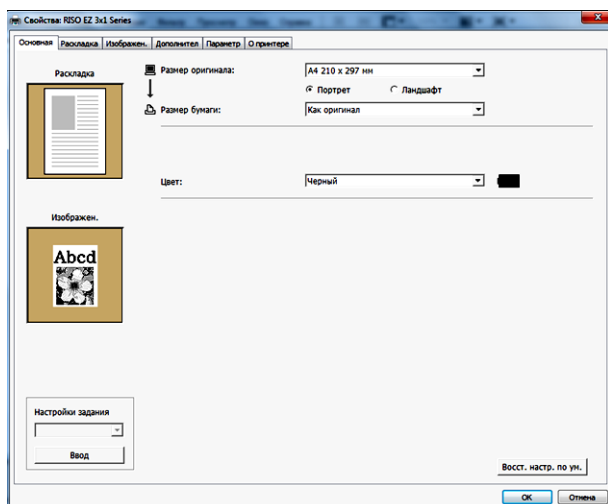


Рис. 4. Окно драйвера ризографа серии EZ 371

Преобразование полутоновой информации в пригодную для воспроизведения дискретную микроштриховую форму называется растррированием. Одна из важнейших технологий полиграфического производства связана с преобразованием информации, которая наблюдается на экране монитора, в информацию в виде отдельных точек на бумаге, печатной форме. Такой перевод осуществляется посредством растрового процессора обработки изображения, кратко называемого RIP (Raster Image Processor). При этом используется программное обеспечение, осуществляющее преобразование спущенных полос в специальный вид, называемый битовым массивом. Чтобы воспроизвести тоновые градации фотографического оригинала, он должен быть разложен на различные по размеру и форме растровые точки, находящиеся на опреде-

ленном расстоянии друг от друга и обладающие конкретными свойствами.

В настройках штатного драйвера ризографа серии EZ 371 используется два способа растррирования: по размеру точек (регулярное) и по числу точек (нерегулярное). Основными характеристиками являются: линиятура растра, угол растра и форма растровой точки.

Регулярным называется растррирование в ризографе, при котором центры растровых точек изображения расположены на одинаковом расстоянии друг от друга, образуя регулярную решетку. На рис. 5 представлен внешний вид напечатанного на ризографе оттиска с регулярным растррированием и его растровые точки, увеличенные под цифровым микроскопом Plate Viewer.

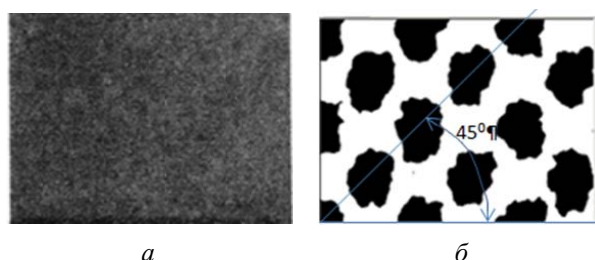


Рис. 5. Оттиск (а) и увеличенный вид растровых точек (б) при регулярном растррировании на ризографе серии EZ 371

Регулярное растррирование характеризуется таким параметром, как угол наклона растра, определяющий относительный угол наклона растровых точек относительно осей изображения. Стандартный угол для черной краски –  $45^\circ$ , поскольку именно такое значение при печати позволяет получить оттенки серого.

Достоинствами регулярного растррирования являются стабильность печати, надежность получения растровых элементов на оттиске, простота. Недостатки – при высоких линиятурах предъявляются повышенные требования к технологии печати.

Нерегулярное растррирование в ризографе – размер точек и расстояние между ними – устанавливается по алгоритму типа разные расстояния между точками и их размер, одинаковая форма. На рис. 6 представлен внешний вид полученного на ризографе оттиска с нерегулярным растррированием и его растровые точки, увеличенные под цифровым микроскопом Plate Viewer.

При нерегулярном растррировании информация об изображении кодируется изменением частоты следования импульсов, т. е. расстоянием между точками, которое определяется тональностью оригинала. Достоинствами нерегулярного растррирования являются лучшая передача мелких деталей за счет использования растровых точек минимального размера,

обеспечение более высокого разрешения. Недостатки – увеличение растаскивания растровой точки при печати.

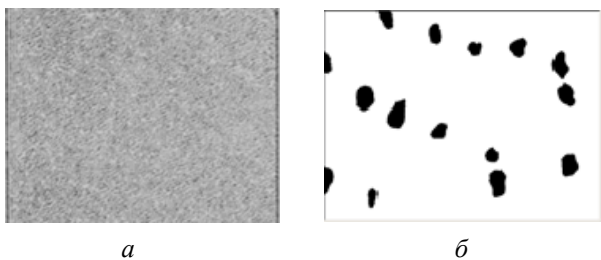


Рис. 6. Оттиск (а) и увеличенный вид растровых точек (б) при нерегулярном растривании на ризографе серии EZ 371

Рассмотрим печать изображений на ризографе серии EZ 371. Изображение – информация, представленная в форме восприятия без поясняющего текста. Изобразительный оригинал – иллюстрация, выполненная в виде рисунка, чертежа, фотографии, диапозитива, оттиска и т. д. (гравюра, компьютерная графика) и предназначенная для воспроизведения полиграфическими средствами. На рис. 7 представлен цифровой оригинал.



Рис. 7. Цифровой оригинал

Так как печать на ризографе серии EZ 371 осуществляется с использованием краски черного цвета, то необходимо перевести оригинал в градации серого (рис. 8).

Основные требования к полутоновым оригиналам, изложенные в ОСТ 29.106-90, заключаются в следующем: одноцветные фотографические полутоновые оригиналы должны быть выполнены в виде черно-белого изображения (обеспечение нейтральности серых тонов), на оригинале не должна быть заметна зернистость, он должен иметь хорошую градационную передачу, т. е. максимум деталей в средних тонах изображения, не допускается потеря сюжетно важных деталей в светах и тенях изображения.

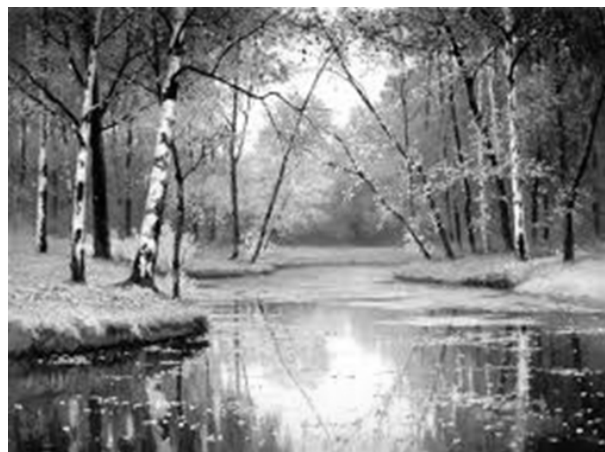


Рис. 8. Цифровой оригинал в градациях серого

При обработке оригинала для последующего воспроизведения необходимо учитывать такие его параметры, как градационные свойства, цветность, наличие мелких деталей, погрешности (растр на полиграфическом оригинале, механические повреждения), желание заказчика. Градации серого – переход оптических плотностей от белого цвета к черному. Градация – определенный последовательный ряд оптических плотностей изображения. Градационная точность – соответствие градаций на оригинале и оттиске.

Распечатаем оригинал (рис. 8) на ризографе серии EZ 371 с двумя типами растривания: регулярным (рис. 9) и нерегулярным (рис. 10).

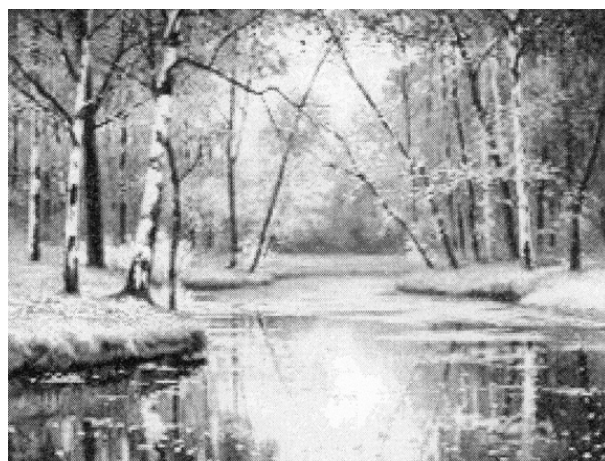


Рис. 9. Результат печати на ризографе с регулярным растриванием

В зависимости от величины оптической плотности на участках изображения (рис. 9, 10) выделяются следующие зоны: точка белого; диффузионные света, растровая точка изменяется от 2 до 10%; света, растровая точка 10–35%; полутона, растровая точка 35–65%; тени, растровая точка 65–80%; глубокие тени, растровая точка 80–98%; точка черного.

Не всегда возможности штатного драйвера позволяют получить изображение, идентичное оригиналу при печати на ризографе.



Рис. 10. Результат печати на ризографе с нерегулярным растриванием

Целью исследования является создание программного адаптивного растрового процессора для ризографической печати, который будет осуществлять растривание с использованием различных технологий печати в зависимости от того, какой оригинал необходимо напечатать. Это позволит улучшить качество печати и снизить затраты.

Растровый процессор ризографа серии EZ 371 является устройством, принимающим описание содержимого полосы и конвертирующим его в информацию, которая может быть выведена на печатную форму. Экспериментально выявлено, что получению качественного оттиска цифрового изображения на ризографе часто препятствуют дефекты по контрасту, яркости и четкости. Для устранения этих недостатков предлагается модифицировать стандартный драйвер дополнительным способом растривания, который был бы способен создавать уникальный алгоритм допечатной подготовки для каждого типа изображения.

Использование в настройках драйвера ризографа EZ 371 двух типов растра предлагается дополнить гибридной технологией растривания полутоновых оригиналов, основанной на одновременном применении периодического и непериодического растривания. При этом растривание изображения применяется в зависимости от сюжетного содержания оригинала. Алгоритм растривания базируется на решении, в соответствии с которым воспроизведение очень светлых и очень темных тонов осуществляется с использованием непериодического растривания, а диапазон полутонов воспроизводится посредством периодического растривания.

Гибридная технология включает преимущества технологий периодического и непериодического растривания. Гибридные растры позволяют существенно улучшить качество печати и одновременно упростить получение гарантированных надежных результатов.

Достоинства гибридного растривания:

1) высокая линиятура растра, что позволяет воспроизводить мелкие детали изображения;

2) частичная частотная модуляция. Технология растривания обладает определенным «интеллектом». Периодический тип растривания хорош при использовании в полутонах изображения. Управление тонами осуществляется так же, как в непериодическом типе растривания, за счет изменения количества растровых точек;

3) высокая линиятура на оборудовании с невысоким разрешением. Поскольку система изначально не позволяет получать очень маленькие растровые точки, то появляется возможность осуществлять запись лазером достаточно большого диаметра, что является результатом невысокого разрешения выводного оборудования. Записывая изображение лазером большого диаметра, можно выиграть время;

4) разное растривание для различных частей полосы. Технология может самостоятельно распознать наличие на полосе, к примеру, тоновых сеток или равномерных градиентов и для каждого элемента полосы использовать свой способ растривания. Известно, что некоторые сюжеты лучше воспроизводятся одной технологией, а некоторые – другой. Гибридная технология позволяет для разных задач использовать разные методы растривания;

5) высокое оптическое растискивание. Обычно это является недостатком, но для типографий он дает и преимущества: поскольку необходимая оптическая плотность может быть достигнута при меньшей величине растровой точки, а толщина красочного слоя фиксирована, то на печать сюжета требуется несколько меньше краски. Это означает, что гибридный тип растривания позволяет экономить краску [5–11].

Для повышения качества печати на ризографе разработана методика обработки изображений с использованием микропроцессорной техники.

Применение модельного управления основано на использовании специализированных фильтров и адаптивного растривания с рациональным выбором метода растривания.

Предлагается программный продукт для ризографической печати, который повышает четкость, резкость и насыщенность печати, снизив при этом издержки пробной подгонки нужного результата.

**Заключение.** На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1) для повышения качества печати на ризографе разработана методика обработки изображений;

2) предлагается программный продукт для ризографической печати, который повышает четкость, резкость и насыщенность печати [12–15].

### Литература

1. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации: пер. с нем. М.: МГУП, 2003. 1280 с.
2. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М.: Техносфера, 2005. 1070 с.
3. Чуркин А. В., Шашлов А. Б., Стерликова А. В. Ризография. М.: МГУП, 2002. 140 с.
4. Оборудование полиграфическое. Термины и определения: ГОСТ Р 51205-2004. Минск: Нац. книж. палата Беларуси, 2004. 28 с.
5. Сулим П. Е., Юденков В. С. Технология повышения качества ризографической печати на основе модельного управления // Труды БГТУ. 2012. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 43–46.
6. Гонсалес Р., Вудс Р., Эддинс С. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB. М.: Техносфера, 2006. 616 с.
7. Сулим П. Е., Юденков В. С. Методика выбора профиля ризографической печати на основе модельного управления // Друкарство молодежи: тез. докл. междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов, Киев, 23–25 апр. 2013 г.: в 2 кн. / Киевск. политехн. ин-т. Киев, 2013. Кн. 1. С. 69–70.
8. Ежова К. В. Моделирование и обработка изображений. СПб: НИУ ИТМО, 2011. 93 с.
9. Sulim P., Yudenkov V. Hardware and software of the risograph printing intelligent module on the basis of model operation // Printing Future Days 2013: Proceeding of the 5th International Scientific Conference. Germany, 2013. P. 355–366.
10. Acharya T., Ajoy K. Ray Image Processing: Principles and Applications. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2005. 428 p.
11. Young Ian T., Gerbrands Jan J., Lucas J. van Vilet. Fundamentals of Image Processing. Netherlands: Delfit University of Technology, 1998. 111 p.
12. Сулим П. Е., Юденков В. С. Интеллектуальный мультимедийный продукт с адаптивным растриванием для ризографической печати // Будущее машиностроения России: материалы всерос. конф. молодых ученых и специалистов, Москва, 22–25 сент. 2015 г. / Моск. гос. техн. ун-т имени Н. Э. Баумана, 2015. Вып. 8. С. 451–453.
13. Сулим П. Е., Юденков В. С. Использование программного обеспечения для спектрального анализа ризографической печати // Системный анализ и прикладная информ. 2015. № 3. С. 42–46.
14. 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.
15. Сулим П. Е., Юденков В. С. Метод улучшения процесса растривания на ризографе EZ 371 E на основе программно-гибридной технологии // Труды БГТУ. 2016. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 61–66.

### References

1. Kippkhan G. *Entsiklopediya po pechatnym sredstvam informatsii* [Encyclopedia of print media]. Moscow, MGUP Publ., 2003. 1280 p.
2. Gonsales R., Vuds R. *Tsifrovaya obrabotka izobrazheniy* [Digital image processing]. Moscow, Tekhnosfera Publ., 2005. 1070 p.
3. Churkin A. V., Shashlov A. B., Sterlikova A. V. *Rizografiya* [Rizografiya]. Moscow, MGUP Publ., 2002. 140 p.
4. GOST R 51205-2004. The equipment polygraphic. Terms and Definitions. Minsk, Natsional'naya knizhnaya palata Belarusi Publ., 2004. 28 p. (In Russian).
5. Sulim P. E., Yudenkov V. S. Technology for improving the quality of the rhizografic printing on the basis of model management. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2012, no. 9: Publishing and Printing, pp. 43–46 (In Russian).
6. Gonsales R., Vuds R., Eddins S. *Tsifrovaya obrabotka izobrazheniy v srede MATLAB* [Digital image processing in MATLAB environment]. Moscow, Tekhnosfera Publ., 2006. 616 p.
7. Sulim P. E., Yudenkov V. S. The method of choosing a profile of rhizografic printing on the basis of model management. *Drukarstvo molode: tez. dokl. mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. studentov i aspirantov* [Young typography: abstracts of intern. scientific-techn. conf. students and post-graduate students]. Kiev, 2013, pp. 69–70 (In Russian).

8. Ezhova K. V. *Modelirovanie i obrabotka izobrazheniy* [Modeling and processing of images]. St. Petersburg, NIU ITMO Publ., 2011. 93 p.

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

10. Acharya T., Ajoy K. Ray. *Image Processing: principles and Applications* [Image Processing: principles and Applications] New Jersey, John Wiley & Sons, Inc. Publ., 2005. 428 p.

11. Young Ian T., Gerbrands Jan J., Lucas J. van Vilet. *Fundamentals of Image Processing*. Netherlands: Delfit University of Technology, 1998. 111 p.

12. Sulim P. E., Yudenkov V. S. Intelligent multimedia product with the adaptive screening for risographic printing. *Vseros. konf. molodykh uchenykh i spetsialistov "Budushchee mashinostroeniya Rossii"* [Russian conf. of young scientists and specialists "Future Engineering of Russia"], Moscow, 2015, vol. 8, pp. 451–453 (In Russian).

13. Sulim P. E., Yudenkov V. S. Software for spectral analysis risograph print. *Sistemnyy analiz i prikladnaya matematika* [Applied System Analysis and Informatics], 2015, pp. 42–46 (In Russian).

14. Sulim, P. E., Yudenkov V. S. 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"*. Germany, 2015, pp. 109–116.

15. Sulim P. E., Yudenkov V. S. Method of improving the rasterization process on the EZ 371 E risograph on the basis of software-hybrid technology. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2016, no. 9: Publishing and Printing, pp. 61–66 (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 18.03.2017