

УДК 655.226.5:004.932.2

П. Е. Сулим, В. С. Юденков

Белорусский государственный технологический университет

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РИЗОГРАФИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ
НА БУМАГЕ**

В полиграфии осуществляется повышение гибкости в технологиях, наблюдаются тенденции сокращения тиража изданий, а рынок мало- и среднетиражной продукции, изготавливаемой в короткий срок, имеет значительный рост. В этой связи положительное влияние на полиграфическую промышленность оказывают компьютерные технологии. Так, в последние годы цифровая техника и издательские системы произвели переворот в сфере допечатной подготовки. Сегодня цифровые технологии, позволяющие автоматизировать воспроизведение текстовой и изобразительной информации, развиваются стремительными темпами. Большую часть оригиналов, поступающих в типографию, составляют цифровые оригинал-макеты. Если раньше одним из главных критериев профессиональной подготовки издания было наличие совмещения красок, то сегодня огромное внимание уделяется общей картине: она должна быть четкой, насыщенной, «живой». Главным фактором, влияющим на качество ризографической печати, является правильный выбор бумажной печатной основы оттиска. Для этого необходимо исследовать влияние таких показателей бумажного полотна, как масса, толщина, белизна, шероховатость, которые определяют качество получаемых ризографических оттисков. Таким образом, технология ризографической печати, включающая поэтапную разработку программного обеспечения управлением показателями оригинал-макета с помощью модернизированного драйвера и последующую комплексную оценку качества ризографической печати, позволит улучшить и ускорить формирование профиля ризографического оттиска по четкости, контрастности и корректности передачи полутоновых изображений и тем самым повысить качество ризографической печати. Это, в свою очередь, позволит снизить количество расходных материалов, время печати и энергозатраты при печати тиражной продукции на ризографе.

Ключевые слова: бумага, ризограф, печать, растривание, шкалы.

Для цитирования: Сулим П. Е., Юденков В. С. Оценка качества ризографической печати изображений на бумаге // Труды БГТУ. Сер. 4, Принт- и медиатеchnологии. 2022. № 2 (261). С. 17–22.

P. E. Sulim, V. S. Yudenkov

Belarus State Technological University

**EVALUATION OF THE QUALITY OF RISOGRAPHIC PRINTING
OF IMAGES ON PAPER**

In the printing industry, there is an increase in flexibility in technology, a significant decrease in the volume of publications is observed, the market for small- and medium-circulation products manufactured in a short time has a significant growth. Computer technology has a positive impact on the printing industry. So, in recent years, digital technology and publishing systems have consistently revolutionized the field of prepress. Today's digital technology, which automates the amplification of text and image information, is developing at a rapid pace. Most of the originals coming to the printing house, the presence of digital layouts. First of all, the presence of the main professional publications was a combination of colors, but today great attention is paid to the overall picture: it should be thorough, rich, "live". The most important issue affecting the quality of risographic printing is the correct choice of the paper printing base of the print. To do this, it is necessary to take into account such indicators as weight, thickness, whiteness, roughness, which determine the quality of risographic prints. Thus, the technology of risographic printing, which includes a step-by-step task of the software for managing the indicators of the original layout using an upgraded driver and subsequent comprehensive high-quality risographic printing, which maximizes and semi-enlarges the profile of the risographic print in terms of clarity, contrast and correctness of the transmission of tone images and thereby improves the quality of the risographic print. This inevitably reduces the amount of consumables, printing time and energy consumption when printing lot products on a risograph.

Keywords: paper, risograph, printing, screening, levels.

For citation: Sulim P. E., Yudenkov V. S. Evaluation of the quality of risographic printing of images on paper. *Proceedings of BSTU, issue 4, Print- and Mediatechnologies*, 2022, no. 2 (261), pp. 17–22 (In Russian).

Введение. Известно, что по виду изобразительных элементов оригиналы могут быть штриховыми, тоновыми и комбинированными (смешанными) [1–6], однако при исследовании ризографической печати рассматривается печать в градациях серого, при этом изображения, которые будут исследованы, называются полутоновыми. При печати на ризографе оригинал-макеты содержат типы изображений, которые были классифицированы следующим образом: фото, контурный рисунок, текст, график. Фотографическое изображение характеризуется точками изображения с разной оптической плотностью; контурный рисунок характеризуется линиями с заливкой контуров изображений на белом фоне; текст представляет собой буквы на белом фоне; график представляет собой изображение, содержащее текстовые и графические элементы. Для оценки тона изображения применяется денситометр, дающий показания на цифровом индикаторе не только в единицах оптической плотности, но и в относительных площадях растровых точек. Показания прибора могут быть непосредственно выражены также в единицах, позволяющих судить об интервале оптических плотностей, контрасте печати, захвате краски, ее спектральной чистоте. Также важна идентичность параметров, оцениваемых различными средствами на тех или иных производственных участках, с которыми работает оператор при создании цифровых оригинал-макетов, цифровой фотографии средствами машинной графики, а также при подготовке к печати. Из практики печати оригинал-макетов на ризографе с приведенными типами изображения следует, что требуется дополнительно подобрать настройки оригинал-макета по четкости, контрастности и корректности полутоновых изображений для получения качественных оттисков на бумажном носителе.

Основная часть. Подбор бумаги для печати на ризографе требует применения определенных качеств бумажного носителя, а также последующей оценки полученных оттисков. Для контроля качества полученного печатного ризографического оттиска целесообразно провести сравнительную печать оригинал-макета на лазерном принтере, технология печати которого имеет высокие показатели качества.

Бумага – пористо-капиллярные листы, состоящие главным образом из растительных волокон, прочно соединенных между собой химическими водородными связями. Так, печатная бумага для книг отличается от бумаги для письма, упаковочной и других ее видов тем, что должна не только обладать хорошими потребительскими качествами, но и удовлетворять специфическим требованиям технологического процесса печатания.

Наряду с бумагой для изготовления книг нередко используются и другие виды бумаги – газетная, картографическая, писчая и др. [7–9].

Бумага различается для разных способов печати и видов печатной продукции.

Основные материалы для изготовления бумаги: древесная масса, хлопковая масса, безволоконные материалы (наполнители и т. д.).

Классификация печатной бумаги:

– по способу производства, когда значащим признаком является содержание слоя бумаги: немелованная и мелованная;

– по отделке поверхности бумаги при отливе бумаги или после дополнительной обработки: матовая и глазированная;

– по волокнистому составу самого слоя бумаги в зависимости от исходного сырья: чистоцеллюлозные бумаги и бумаги, содержащие древесную массу. Древесная масса придает бумаге ряд полезных свойств: улучшаются печатные свойства, сохраняется стабильность размеров, понижается плотность листа;

– по способу печати: бумага для высокой (в частности, флексографской), офсетной и глубокой печати. Кроме того, при необходимости используется бумага, предназначенная для других способов печати. Так, например, флексография и трафаретная печать не предъявляет особых требований к бумаге, и этими способами можно печатать на всех бумагах, предназначенных как для высокой, так и для офсетной печати. Офсетные бумаги пригодны почти для всех способов печати, поэтому они находят применение и в оперативной полиграфии, а именно в печати на лазерных и струйных принтерах, а также на ризографе;

– по печатным или другим специальным свойствам бумаги делятся на виды, сорта и марки, обозначаемые буквами и цифрами, иногда фирменными именами, например: с водяными знаками, цветная бумага, этикеточная бумага, тисненая.

В работах [2, 4] отмечается, что качество печатного изображения для полиграфического производства можно оценить точностью воспроизведения, под которой понимается: графическая точность, градационная точность, точность цветопередачи. Однако для ризографической печати качество печатного изображения можно оценить графической и градационной точностью. Так, под графической точностью понимается соответствие геометрических размеров и площади элементов изображения, а также расположение этих элементов на оттиске и на оригинале с учетом масштаба воспроизведения. Градационная точность характеризуется соответствием градации отдельных элементов и всего изображения на оттиске и оригинале.

Качество воспроизведения изображения на оттисках определяется субъективными особенностями зрительного восприятия изображения и объективными возможностями полиграфической технологии и техники репродуцирования. С субъективных позиций качество отпечатанного изображения зависит от степени его соответствия эталону (которым может быть и оригинал). Чем меньше репродукция отличается от эталона, тем выше точность, а следовательно, и качество воспроизведения. Оценка качества печати проводится путем сопоставления оригинала (эталона) и тиражного оттиска. При хорошем результате дается разрешение на печатание тиража. С этого момента качество зависит от стабильности печатного процесса. Для каждого технологического процесса в первую очередь определяют те параметры (показатели), изменение которых значимо и заметно, и те, которые зависят от регулируемых технологических факторов и режимов.

Стандартно важнейшими единичными показателями качества, оцениваемыми как объективно, так и субъективно, являются следующие: оптическая плотность изображения; цветовой тон, чистота цвета, насыщенность; совмещение красок на оттиске; равномерность распределения краски на оттиске; четкость воспроизведения изображения; разрешение печати; контраст печати [10]. Однако для ризографов единичными показателями качества будут являться: оптическая плотность изображения, площадь растровых элементов на оттисках, четкость воспроизведения изображения, разрешение печати, контраст печати. Оптическая плотность оттисков является нормированной величиной и входит в денситометрические нормы печатания, в которые включены нормированные отклонения. Допустимые отклонения оптических плотностей по площади оттиска при печатании как «по-сырому», так и «по-сухому» для черной краски независимо от вида бумаги составляют $\pm 0,10$. Измерения проводят денситометрами или спектроденситометрами. Для предупреждения деформации бумаги при проведении печатания применяют акклиматизированную бумагу и поддерживают в цехе рекомендуемые нормативными документами относительную влажность и температуру воздуха. Площадь растровых элементов на оттисках определяет точность передачи градации черно-белых изображений. При правильно организованном печатном процессе площадь растровых элементов на оттиске не должна отличаться по своей величине от соответствующей площади их на мастер-пленке. Изменение площади растровых элементов зависит от многих факторов. Основной величиной, характеризующей изменение площади растровых элементов на оттиске, является растискивание.

Для соблюдения нормированных значений и допусков необходимо выполнение режимных параметров печати и формирование однородного красочного слоя на оттиске. Чем выше равномерность слоя по толщине, тем точнее передаются отдельные детали изображения. Но такая точность обеспечивается в случае печатания на высокогладкой, практически не впитывающей краску бумаге.

Четкость (резкость) воспроизведения микро- и макроштриховых элементов изображения определяется характером изменения оптической плотности на границе «запечатанный элемент – пробел». Чем выше контраст граничных участков этих элементов, тем выше четкость.

Четкость зависит от ряда факторов, важнейшими из которых являются размер элемента изображения, вид бумаги и способ печати. С уменьшением толщины (ширины) штриха падает его оптическая плотность и, следовательно, резкость изображения. Контурные (штриховые) даже при их постоянной ширине могут из-за неоднородности бумаги изменять свою интенсивность. Это приводит к нечеткости линий и знаков на оттиске. Разрешающая способность – это способность печатного процесса воспроизводить отдельно мелкие детали изображения. В процессе печатания на нее оказывают влияние забивание краской пробельных элементов формы, а также изменение давления, меняющаяся вязкость краски, микрогеометрия поверхности и физико-механические свойства бумаги. На элементах контроля определяют появление дефектов скопления, дробления. Контраст печати является критерием оценки воспроизведения теней на оттиске. Контроль производится как визуально по относительной площади растровых элементов, так и инструментально. При сравнительном анализе изображения типа «контурный рисунок» (рис. 1) полученная лазерная печать по сравнению с печатью на ризографе (рис. 2) имеет повышенную контрастность изображения и четкую пропечатку линий. Это связано с процессом растрирования в ризографе, а именно с непериодическим и периодическим растром. Сравнение качества лазерной и ризографической печати отмечены на рис. 1 и 2 с помощью кружков.



Рис. 1. Лазерная печать изображения типа «контурный рисунок»

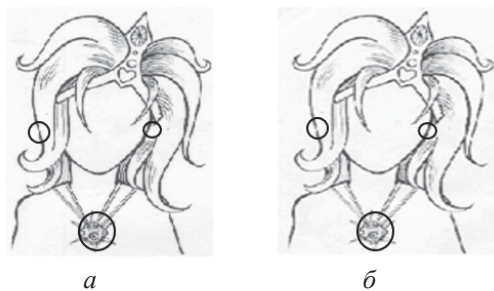


Рис. 2. Печать с использованием растривания драйвером ризографа:

a – периодический растр; *б* – непериодический растр

Наряду с изображением оригинал-макетов типов «фото» и «контурный рисунок» в ризографической печати встречаются и другие виды изображений с заливкой менее 100% – текст и график. При печати данных видов изображения также наблюдается снижение четкости и контрастности изображения ризографической печати по сравнению с лазерной печатью в диффузионных светах, глубоких тенях. На ризографических оттисках происходит потеря отдельных деталей изображения, а границы и края при переходе в полутонах сливаются. Поэтому для повышения качества ризографической печати для изображений типов «текст» и «график» требуется дополнительная разработка и модификация методов управления печатным процессом.

Для иллюстрации качества ризографической печати приведены сравнения изображений оттисков пропечатки линий при лазерной, ризографической и струйной печати (рис. 3). С помощью микроскопа *Plateviewer* с программным обеспечением *Platecountr* с увеличением 200 раз была рассмотрена структура оттисков видов печати.

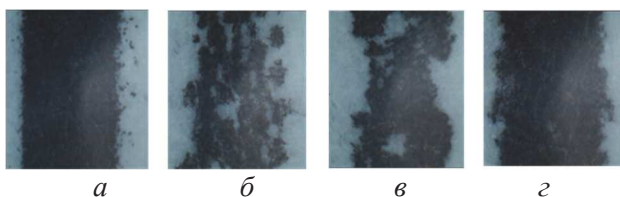


Рис. 3. Структура различных видов печати:

a – лазерная печать; *б* – ризографическая печать с непериодическим растром; *в* – ризографическая печать с периодическим растром; *г* – струйная печать

Как видно из рис. 3, качество ризографических печатных изображений (рис. 3, *б*, *в*) значительно ниже качества лазерной (рис. 3, *а*) и струйной (рис. 3, *г*) печати. Передача текстового изображения ризографической печати имеет разрывы линий на краях изображений, что значительно снижает качество передачи печатных элементов.

Так как для сравнения исходного оригинала с полученным оттиском предназначен распечатанный на лазерном принтере оригинал-макет в бумажном виде, а ризографические оттиски не всегда получаются с высоким качеством, то для получения высококачественных ризографических оттисков за эталон взят оригинал, напечатанный с помощью лазерного принтера. Повышение качества ризографической печати может быть осуществлено путем дополнительной настройки и формирования исходного оригинал-макета с применением цифровой фильтрации, подбором настроек печати, растриванием, выбором бумажного носителя и последующей проверкой качества полученных печатных оттисков.

Использование только двух типов растривания в существующих марках ризографов не в полной мере обеспечивает необходимое качество печатных оттисков в связи с растеканием краски за пределы растровых точек, что снижает уровень печатного оттиска. В этой связи для анализа и повышения качества ризографической печати необходимы дополнительные методы по оценке эффективности способов растривания штатного драйвера ризографа, а именно: предложено и разработано гибридное растривание для ризографической печати. Вид пропечатки линии ризографической печати с гибридным растром представлен на рис. 4.

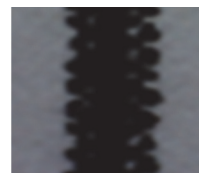


Рис. 4. Структура ризографической печати с гибридным растром

Гибридное растривание основано на использовании на одном цифровом изображении одновременно двух методов растривания: непериодическим методом будет растриваться часть изображения с оптической плотностью от 0 до 20%, а периодическим методом – с оптической плотностью больше 20%. Также предложено адаптивное растривание. Адаптивное растривание основано на применении конкретного способа растривания (периодический, непериодический, гибридный) к определенному типу изображения (текст, контурный рисунок, график, фото). Так, фрагменты изображения с текстом подвергаются непериодическому, фрагменты с графикой и фотографиями – гибриднему, а фрагменты с контурными рисунками – периодическому растриванию [11].

Получение качественных печатных ризографических оттисков всегда ограничивается размером ячейки используемой мастер-пленки. В этой

связи повышение качества возможно при применении определенного способа растривания, а также на результат полученного ризографического оттиска будет влиять выбор полиграфического материала, т. е. носителя печатного оттиска (бумаги).

Общая оперативная оценка качества печати ведется по шкалам оперативного контроля печатного процесса. Разработаны и применяются различные системы тест-объектов контроля печатания, которые состоят из отдельных элементов различного назначения. Эти элементы выполнены в виде плашек, штрихов, колец и других геометрических фигур. Элементы тест-объектов можно разделить на сигнальные и измерительные. Сигнальные элементы служат для визуального контроля нарушения нормального протекания процесса печатания, измерительные – для контроля качества печати с помощью приборов, например денситометров.

Для оценки характеристик ризографического печатного процесса разработана тест-шкала в виде миры, которая позволяет по частотно-пространственным характеристикам судить о качестве воспроизведения деталей изображений. Размер элементов штриховой миры отличается по ориентации, геометрии, пространственной частоте и контрасту. Способность к передаче изменений тона и цвета определяют с помощью ступенчатых шкал, тогда как непрерывные тоновые шкалы удобны в отношении оценки плавности, тоно- и цветопередачи. Универсальные изображения с тест-объектами различного типа удобны для интегральной

оценки репродукционного процесса по всей совокупности его параметров, а также необходимы для контроля и управления качеством печати на полиграфическом оборудовании.

В связи с этим для повышения контрастности и четкости печатных изображений первоначально определяются области изображения, в которых проводится соответствующая корректировка параметров оригинал-макета. Кроме того, для улучшения качества ризографической печати используется технология адаптивного растривания для различных зон изображения. Для проверки эффективности предложенных методов разработано программное средство оценки качества полученных печатных ризографических оттисков. В качестве параметров оценки качества ризографической печати определены требования к зашумленности, четкости и корректности передачи полутоновых изображений печатного оттиска [12]. Также определены требования к техническим параметрам используемых бумажных носителей по шероховатости, гладкости, белизне, массе и степени проклейки бумаги для ризографической печати, влияющим на качество печатных оттисков [13–15].

Заключение. На основе проведенного анализа ризографической печати сделан вывод, что разработанные новые методы повышения качества полученных изображений с использованием фильтрации, растривания и выбора бумажного носителя позволяют улучшить качество получаемых изображений типов «текст», «фото», «контурный рисунок» и «график» на печатных оттисках, а также приближают их к уровню качества печатных оттисков, получаемых лазерной печатью.

Список литературы

1. Ефимов М. В. Автоматизированное управление полиграфическим производством. М.: МГУП Мир книги, 1998. 416 с.
2. Кузнецов Ю. В. Технология обработки изобразительной информации. СПб.: Петерб. ин-т печати, 2002. 312 с.
3. Ray Liu K. J. Pattern Recording and Image Preprocessing. New York: Marcel Dekker Inc., 2002. 698 p.
4. Технология полиграфического производства. Технология допечатных процессов / сост. Н. В. Офицерова. М.: МИПК им. И. Федорова, 2006. 216 с.
5. Acharya T., Ajoy K. Ray Image Processing: Principles and Applications. New Jersey: John Wiley Sons Inc., 2005. 428 p.
6. Яне Б. Цифровая обработка изображений / пер. с англ. А. М. Измайловой. М.: Техносфера, 2007. 584 с.
7. Технология целлюлозно-бумажного производства: в 2 т. Т. 2: Производство бумаги и картона. Ч. 2: Основные виды и свойства бумаги, картона, фибры и древесных плит. СПб.: Политехника, 2006. 499 с.
8. Бумага для печати офсетная. Технические условия: ГОСТ 9094–89. Минск: Нац. книж. палата Беларуси, 1989. 12 с.
9. Бумага и картон. Метод определения белизны: ГОСТ 30113–94. Минск: Госстандарт, 2010. 8 с.
10. Методы и оборудование контроля качества полиграфических материалов / сост.: А. А. Губарев, М. А. Зильберглейт. Минск: БГТУ, 2012. 51 с.
11. Sulim P. E., Yudenkov V. S. 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. Chemnitz, October 05–07. Germany, 2015. P. 109–116.
12. Сулим П. Е., Юденков В. С. Использование программного обеспечения для спектрального анализа ризографической печати // Системный анализ и прикладная информатика. 2015. № 3. С. 42–46.

13. Сулим П. Е., Юденков В. С. Метод улучшения процесса растривания на ризографе EZ 371E на основе программно-гибридной технологии // Труды БГТУ. 2016. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 61–66.
14. Сулим П. Е., Юденков В. С. Гибридный способ растривания для ризографической печати // Труды БГТУ. Сер. 4: Принт- и медиатехнологии 2017. № 2. С. 37–43.
15. Сулим П. Е., Юденков В. С. Исследование влияния параметров бумаги на качество ризографической печати // Системный анализ и прикладная информатика. 2020. № 1. С. 11–16.

References

1. Efimov M. V. *Avtomatizirovannoye upravleniye poligraficheskim proizvodstvom* [Automated print-ing management]. Moscow, Mir knigi Publ., 1998. 416 p. (In Russian).
2. Kuznetsov U. V. *Technologiya obrabotki izobrazitel'noy informatsii* [Technology for processing visual information]. St. Petersburg, Petersburg Press Institute Publ., 2002. 312 p. (In Russian).
3. Ray Liu K. J. *Pattern Recording and Image Preprocessing*. New York, Marcel Dekker Inc., 2002. 698 p.
4. *Technologiya poligraficheskogo proizvodstva. Technologiya dopechatnykh protsessov* [Technology of printing production. Prepress technology], comp. by N. V. Ofitserova. Moscow, MIPK im I. Fedorova Publ., 2006. 216 p. (In Russian).
5. Acharya T., Ajoy K. *Ray Image Processing: Principles and Applications*. New Jersey, John Wiley Sons Inc., 2005. 428 p.
6. Yane B. *Tsifrovaya obrabotka izobrazheniy* [Digital image processing]. Moscow, Technosphere Publ., 2007. 584 p. (In Russian).
7. *Tekhnologiya tsellyulozno-bumazhnogo proizvodstva. T. 2: Proizvodstvo bumagi i kartona. Ch. 2: Osnovnyye vidy i svoystva bumagi, kartona, fibry, drevesnykh plit* [Pulp and paper technology. Vol. 2: Paper and paperboard manufacturing. Part 2: The main types and properties of paper, cardboard, fiber and wood boards]. St. Petersburg, Politekhnik Publ., 2006. 499 p. (In Russian)
8. GOST 9094–89. Offset printing paper. Minsk, National Book Chamber of Belarus Publ., 1989. 12 p. (In Russian).
9. GOST 30113–94. Paper and cardboard. Whiteness determination method. Minsk, Gosstandart Publ., 2010, 8 p. (In Russian).
10. *Metody i oborudovaniye kontrolya kachestva poligraficheskikh materialov* [Methods and equipment for quality control of printing materials]; comp. by A. A. Gubarev, M. A. Zilbergleit. Minsk, BSTU Publ., 2012. 51 p.
11. 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.
12. Sulim P. E., Yudenkov V. S. Software for spectral analysis risograph print. *Sistemnyy analiz i prikladnaya matematika* [Applied Sistem Analysis and Informatics], 2015, no. 3, pp. 42–46 (In Russian).
13. Sulim P. E., Yudenkov V. S. Method of improving the rasterization process on the EZ 371E risograph on the basis of software-hybrid technology. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2016, no. 9: Publishing and Printing, pp. 61–66 (In Russian).
14. Sulim P. E., Yudenkov V. S. Hybrid screening method for risograph printing. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 4, Print- and Mediatechnologies, 2017, no. 2, pp. 37–43 (In Russian).
15. Sulim P. E., Yudenkov V. S. Study of the influence of paper parameters on the quality of risographic printing. *Sistemnyy analiz i prikladnaya matematika* [Applied Sistem Analysis and Informatics], 2020, no. 1, pp. 11–16 (In Russian).

Информация об авторах

Сулим Павел Евгеньевич – магистр технических наук, старший преподаватель 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 Lecturer, 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 19.09.2022