

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 655.3:004.915(043.3)

СУЛИМ
Павел Евгеньевич

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА
РИЗОГРАФИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ НА БУМАЖНОМ НОСИТЕЛЕ
АДАПТИВНЫМ РАСТРИРОВАНИЕМ**

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

по специальности 05.02.13 – машины, агрегаты и процессы
(полиграфическое производство)

Минск 2022

Научная работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет».

Научный руководитель

Юденков Виктор Степанович,

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры программного обеспечения информационных систем и технологий Белорусского национального технического университета

Официальные оппоненты:

Кузьмич Василий Васильевич,

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Промышленный дизайн и упаковка» Белорусского национального технического университета;

Сипайло Сергей Владимирович,

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры полиграфических производств учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет»

Оппонирующая организация

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»

Защита состоится 29 апреля 2022 г. в 14⁰⁰ часов на заседании совета по защите диссертаций Д 02.08.04 при учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» по адресу: 220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, ауд. 240, корп. 4; тел.: (017)-374-80-46, факс: (017)-327-62-17, e-mail: spak_s@belstu.by.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Автореферат разослан 25 марта 2022 г.

Ученый секретарь совета

по защите диссертаций,

кандидат технических наук, доцент



С. И. Шпак

ВВЕДЕНИЕ

В мировой практике для печати малотиражной продукции широко используются ризографы, применение которых удачно вписалось в современные экономические условия повышения производительности и эффективности печатного процесса. Основным недостатком ризографической печати является получение печатных оттисков невысокого качества, обусловленного размером ячеек сетчатой структуры формного цилиндра, а также невозможностью широко использовать настройки штатного драйвера ризографа, так как оригинал-макет полностью растривается одним способом, в то время как на нем присутствует несколько типов изображений: текст, фото, контурный рисунок, график. Для повышения качества ризографических печатных изображений целесообразно определять тип изображения, растривать каждое изображение определенным способом, а также оценивать качество получаемых оттисков.

Возможным решением поставленных задач может стать создание нового способа растривания исходного оригинал-макета, который позволит улучшить структуру растра и получить качественные печатные оттиски. В связи с этим необходим поиск путей создания усовершенствованной технологии формирования оригинал-макета для ризографической печати с высокими показателями качества по контрастности, четкости и передаче полутонов изображений. За эталон качества ризографических оттисков нами принята технология лазерной печати, имеющая наиболее высокие показатели печатных оттисков. Также необходимо провести исследование технических параметров используемых бумажных носителей для получения качественных ризографических оттисков по контрастности, четкости и корректности передачи полутонов изображений, чтобы приблизить качество данных оттисков к качеству оттисков, получаемых при лазерной печати.

Разработка усовершенствованной технологии ризографической печати позволит задать требуемые параметры оригинал-макета для получения качественных печатных оттисков. Это даст возможность сократить временные затраты на получение первых тиражных оттисков, снизить расход полиграфических материалов и уменьшить энергозатраты на печать дополнительных пробных оттисков.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Связь работы с научными программами (проектами), темами. Тема диссертационного исследования соответствует приоритетным направлениям научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2011–2015 гг. (Указ Президента Республики Беларусь от 22 июля 2010 г. № 378 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технической деятельности

в Республике Беларусь на 2011–2015 годы» п. 34.16 «Проектирование, моделирование, управление и оптимизация сложных систем и процессов в природе, технике и обществе»); на 2016–2020 гг. (Указ Президента Республики Беларусь от 22 апреля 2015 г. № 166 «О приоритетных направлениях научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2016–2020 годы» п. 3.3 «Робототехника, интеллектуальные системы управления»), на 2021–2025 гг. (Указ Президента Республики Беларусь от 7 мая 2020 г. № 156 «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы» п. 1 «Цифровые информационно-коммуникационные и междисциплинарные технологии и основанные на них производства: искусственный интеллект и робототехника»). Исследования проводились на кафедре полиграфического оборудования и систем обработки информации учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» в рамках научно-исследовательских тем: ХД 13–084 «Разработка электронного мультимедийного интерактивного комплекса для обучения специалистов рабочих профессий полиграфической отрасли» (2013 г.), ГБ 45–11 «Исследование и разработка методов и технологий, повышающих качество функционирования систем управления полиграфическими процессами и оборудованием» (2014 г.), ГБ 45–16 «Разработка методов и аппаратно-программных средств, повышающих качество и энергоэффективность работы полиграфического оборудования и систем обработки информации» (2017 г.)

Цель и задачи исследования. Цель исследования – формирование оригинал-макетов ризографической печати для обеспечения высокого уровня четкости, контрастности, корректности передачи полутонов изображений на бумажных носителях.

Для достижения поставленной цели требуется решить следующие задачи:

1. Произвести анализ качества печатных изображений в зависимости от параметров растривания, указываемых в штатном драйвере ризографа, и определить диапазоны значений параметров бумажного носителя, обеспечивающие минимизацию дефектов при печати.

2. Определить типы изображений, требующие различные параметры растривания, и разработать метод автоматизированного определения типа изображения на оригинал-макете.

3. Разработать адаптивный способ растривания изображений в сформированном оригинал-макете.

4. Разработать новую технологию формирования оригинал-макета для ризографической печати, используя адаптивный способ растривания, и метод оценки качества получаемых оттисков.

Объект исследования – цифровой оригинал-макет для ризографической печати, бумажный носитель.

Предмет исследования – характеристики растровой структуры, используемой в ризографической печати для обеспечения качественных показателей печатных оттисков по зашумленности, нечеткости и некорректности передачи полутонов изображений, и физико-механические параметры бумажного носителя.

Научная новизна полученных результатов:

1. Предложен метод определения типа изображения в составе оригинал-макета, основанный на учете относительной площади, занимаемой текстовой информацией, и частотного распределения яркости изображения оригинал-макета.

2. Разработан способ растрирования полутонового оригинал-макета, состоящий в применении периодических, непериодических и гибридных растровых структур для печати различных типов изображений с учетом физико-механических параметров бумажного носителя.

3. Разработана усовершенствованная технология формирования растрированного оригинал-макета с фрагментацией, применением цифровой фильтрации и адаптивного растрирования для обеспечения качественных показателей печатных оттисков по контрастности, четкости и корректности передачи полутонов изображений.

4. Разработан метод комплексной оценки качества ризографических оттисков на бумажных носителях, включающий использование тестовой шкалы и программного средства.

Положения, выносимые на защиту:

1. Метод определения типа изображения в составе оригинал-макета (фото, текст, график, контурный рисунок), основанный на учете двух критериев: весового коэффициента площади, занимаемой текстовой информацией, и частотного распределения яркости изображения оригинал-макета.

2. Способ адаптивного растрирования полутонового оригинал-макета для печати типов изображений с учетом физико-механических параметров бумажного носителя.

3. Технология формирования растрированного оригинал-макета, включающая фрагментацию, определение типа каждого фрагмента, цифровую фильтрацию, растрирование фрагмента в зависимости от его типа периодическим (линиатура от 65 до 85 lpi, угол поворота растровых элементов 45°), непериодическим или гибридным растром, синтез единого изображения из растрированных фрагментов.

4. Метод комплексной оценки качества ризографической печати, основанный на использовании тестовой шкалы и программного средства (для показателей зашумленности, нечеткости и некорректности передачи полутонов изображений).

Личный вклад соискателя ученой степени заключается в выборе объекта и предмета исследования; проведении анализа патентной и научной лите-

ратуры по теме диссертации; поиске путей решения научной проблемы; определении цели и постановке задач исследования; анализе существующих способов ризографической печати; разработке способа формирования изображения объекта для ризографической печати и аппаратно-программного обеспечения для подготовки оригинал-макетов к печати на ризографе; проведении экспериментальных исследований, подтверждающих правомерность разработанной технологии ризографической печати; анализе полученных результатов и формулировании выводов; подготовке научных публикаций.

Апробация диссертации и информация об использовании ее результатов.

Основные положения диссертационной работы представлены и обсуждены на Всероссийских конференциях молодых ученых и специалистов «Будущее машиностроения России» (Москва, 2014, 2016, 2017, 2019 гг.); научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава, молодых ученых и аспирантов (Львов, Украина, 2015, 2018 гг.); Международных конференциях «Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине» (Томск, 2015, 2016 гг.); Printing Future Days: proceeding of Intern. scientific conf. Print and Media Technology for Junior Scientists and PhD Students (Хемниц, Германия, 2013, 2015, 2017 г.), а также на ежегодных научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов БГТУ с международным участием (Минск, 2014–2021 гг.).

Опубликование результатов диссертации. По теме диссертации опубликовано 9 научных статей, из них 6 – в рецензируемых научных изданиях (3,15 авт. листа), входящих в перечень научных изданий ВАК Республики Беларусь, получен 1 патент Республики Беларусь на способ формирования изображения объекта для ризографической печати, опубликовано 8 тезисов и 19 материалов конференций. Общий объем публикаций – 10,77 авт. листов. Получен диплом за лучший научный доклад «Экспериментальные исследования адаптивного растрового процессора для ризографической печати» на IX Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов «Будущее машиностроения России» (г. Москва, МГТУ имени Баумана).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, 5 глав, заключения, библиографического списка и приложений. Полный объем диссертации составляет 126 страниц. Диссертация содержит 59 рисунков, 8 таблиц и 4 приложения. Список использованных источников включает 172 наименования, список публикаций соискателя – 37 наименований.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В **первой главе** рассмотрены области применения ризографической печати и особенности ее технологии. Проанализирована печать на ризографе широко распространенных на практике типов изображений: текст, фото, контурный рисунок и график. Выявлено, что при использовании настроек штатного драйвера ризографа и применяемых в нем способов растривания проявляются недостатки ризографических оттисков, выражающиеся в потере мелких деталей, невысокой контрастности и неточности передачи полутонов по сравнению с цифровым оригинал-макетом, что отражается на конечном качестве печати. Итогом полиграфического процесса является получение качественных печатных оттисков, поэтому для достижения нужного результата приходится дополнительно печатать пробные оттиски. Это приводит к дополнительным затратам полиграфических материалов, а именно к повышенному расходу формного материала (мастер-пленки), бумаги и краски.

Литературный и патентный анализ технологии печати показывает, что в развитие средств и методов подготовки оригинал-макетов с различными типами изображений внесли огромный вклад Ю. В. Кузнецов, У. Прэтт, А. Ю. Гришенцев, Р. Гонсалес, В. А. Сойфер, Б. Яне, Т. Acharya, а также другие ученые. Однако в их работах недостаточно рассмотрена технология подготовки оригинал-макетов для печати на ризографе с учетом параметров бумажных носителей. Поэтому требуется дополнить технологию печати методами формирования оригинал-макетов и новым способом растривания.

Диссертационная работа посвящена поиску возможности повышения качества печати, а именно необходимости оценки параметров оригинал-макета, обработке изображений фильтрацией для устранения дефектов, настройке контрастности, применению определенного способа растривания в зависимости от типа изображения, а также оценке качества полученного печатного оттиска. Также для получения качественных ризографических оттисков проанализированы и подобраны технические параметры используемых бумажных носителей по шероховатости, гладкости, белизне, массе и степени проклейки.

Во **второй главе** описаны методология и технические средства проведения научной работы. Исследования по получению качественных ризографических оттисков проводили по схеме для разработанной технологии ризографической печати (рисунок 1). Полутоновый оригинал-макет для печати на ризографе представлен в цифровом виде (блок 1) и содержит типы изображения: текст, фото, контурный рисунок, график. Техническими параметрами печатных элементов (блок 2) являются структура растровых элементов, форма точек, угол поворота растра и относительная площадь растровой точки.

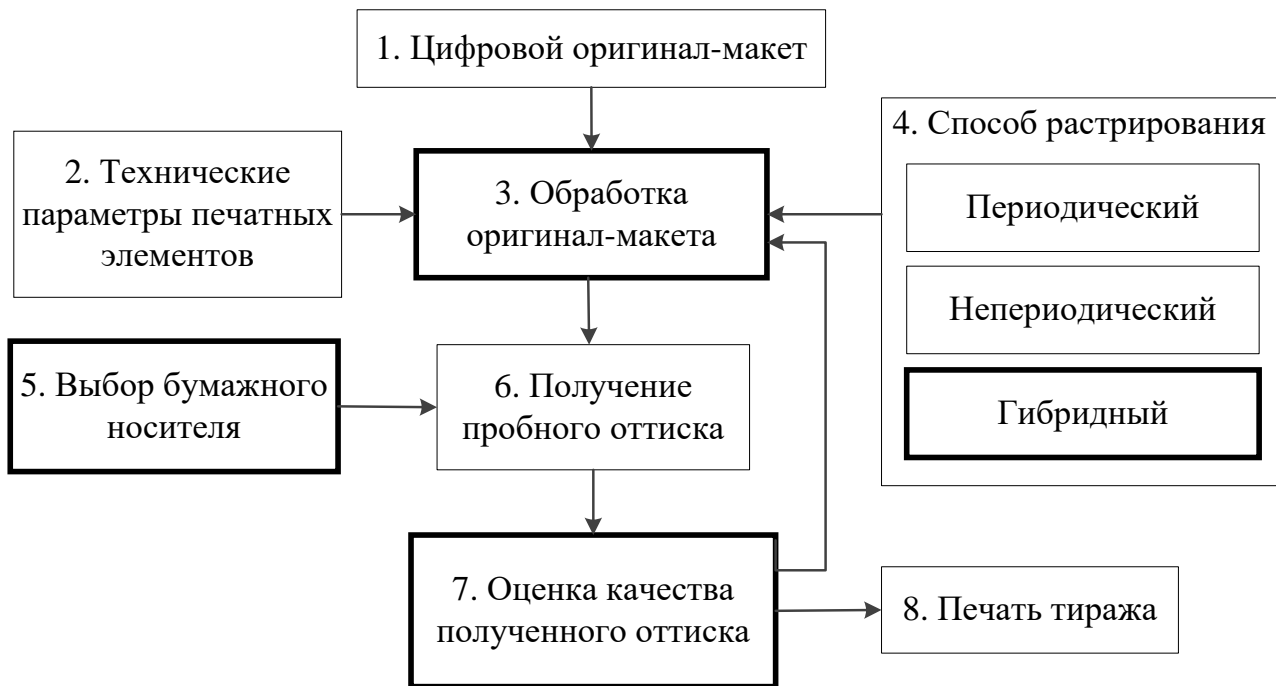


Рисунок 1 – Схема разработанной технологии обработки оригинал-макета и печати на ризографе

В блоке 3 обрабатывается оригинал-макет: определяются типы изображения в составе оригинал-макета, осуществляется настройка параметров по контрастности, четкости и корректности передачи полутонов изображений и в зависимости от типа изображения реализуется один из способов растривания – периодический, непериодический или разработанный для типов изображений фото и график гибридный (блок 4). Далее выбирается бумага (блок 5), характеризующаяся следующими техническими параметрами: шероховатостью, белизной, толщиной, массой, степенью проклейки, и получается пробный оттиск (блок 6). Затем оценивается качество полученного оттиска (блок 7). Если качество полученного оттиска высокое, происходит печать тиража (блок 8), если же нет – данные поступают в блок 3.

Тип печатного изображения определялся на основе двух критериев. Первый критерий предполагает вычисление суммы разниц соседних по яркости отношений числа точек каждой яркости в диапазоне от 0 до 255 к наибольшему числу точек одинаковой яркости. Второй критерий основан на определении процента площади изображения, занятого текстом. Путем измерения частотных характеристик оригинал-макета было определено, что если текст занимает более 60% площади изображения, то изображение относится к типу текст. Установлено, что если процент занимаемой площади меньше 15%, то изображение относится к типу контурный рисунок. Изображение с процентом занимаемой площади от 15 до 60% относится к типу график.

Оптимальный выбор бумаги происходил на основе исследований различных видов бумажного носителя и их параметров (таблица 1).

Таблица 1 – Виды бумажных носителей и их параметры

Параметры бумаги	Образец					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Толщина, мкм	102	146	81	91	80	170
Масса 1 м ² , г	80	120	65	75	50	195
Белизна, %	81	85	74	68	58	84
Шероховатость, мл/мин	344	320	117	176	175	14
Степень проклейки, мм	1,5	0	3	0	1,5	0

Технические параметры бумажного носителя влияют на получение качественных ризографических оттисков (четкость, корректность передачи полутонов изображений на оригинал-макете). Оптимальными для получения качественных печатных образцов являются образцы бумаги со следующими показателями: масса 1 м² 65–80 г, толщина 91–102 мм и белизна от 74% и выше.

Для оценки качества печатных оттисков разработана тестовая шкала, которая обеспечивает контроль корректности передачи полутонов изображений, разрешающую способность, четкость контурных изображений и текста с различной высотой кегля. Оцифрованный ризографический оттиск (блок 7) оценивается с помощью разработанной программы «тест-ризо», которая определяет числовые показатели качества по зашумленности, нечеткости, некорректности передачи полутонов изображений и дает комплексную оценку. Комплексная оценка оттиска представляет собой шкалу от –1 до 1 с шагом 0,1, где 0 и ниже – низкое качество печатного оттиска, а 1 – высокое качество печатного оттиска. В случае получения удовлетворительного качества пробного оттиска осуществляется печать тиража на ризографе (блок 8).

В **третьей главе** представлена усовершенствованная технология формирования оригинал-макетов ризографической печати на бумажных носителях для получения качественных оттисков. На визуальное качество оригинал-макетов отрицательно влияет использование в них суженного диапазона яркости изображения. В связи с этим настройка контрастности оригинал-макета с расширением динамического диапазона является одним из важных показателей повышения качества печатных изображений.

Формирование оригинал-макета для ризографа осуществлялось в следующей последовательности: определение типа изображения, обработка изображений на оригинал-макете, адаптивное растривание.

Фильтрация производилась по результатам анализа исходного изображения.

Настройка резкости изображений в составе оригинал-макета осуществлялась высокочастотным фильтром «*laplacian*» с размерами 3×3 мм и параметром резкости $\alpha = 0,7$; фильтром «*unsharp*» с размерами 3×3 мм и параметром $\alpha = 0,1$.

Настройка четкости границ и краев изображений осуществлялась фильтрами «*prewitt*» размером 3×3 мм с аппроксимацией вертикального градиента и «*sobel*» размером 3×3 мм с аппроксимацией горизонтального градиента.

Устранение зашумленности на оригинал-макете проводилось следующими цифровыми фильтрами с указанными размерами масок: с прямоугольной формой маски – усредняющим фильтром «*average*» с размерами 3×3 мм; круговой формой маски – усредняющим фильтром «*disk*» с радиусом $r = 1$ мм. Устранение помех и повышение качества ризографической печати осуществлялось нелинейными фильтрами: «*median*» – медианный фильтр для ризографической печати, реализован на базе функции *medfilt2*; «*admedian*» – адаптивный медианный фильтр с максимально допустимым размером окна адаптивной фильтрации, равным 3 мм.

Осуществлена модификация стандартного драйвера ризографа, разработан и введен дополнительный способ растривания – гибридный. Для реализации гибридного растривания создана функция периодического и непериодического растривания точек исходного изображения. При этом выбор способа растривания осуществляется для каждой точки на основании ее относительной площади.

Экспериментально определено, что граница между областями, которые растрируются с использованием различных функций, незаметна при использовании непериодического растривания только для растровой плотности точек ниже 20%. Такой алгоритм можно описать 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 $f(x, y)$ – растровая плотность точки исходного изображения с координатами (x, y) ;
 $\text{periodic}(f(x, y))$ – функция периодического растривания;
 $\text{nonperiodic}(f(x, y))$ – функция непериодического растривания;
 $g(x, y)$ – область гибридного растра, соответствующая точке $f(x, y)$.

Предложено усовершенствовать технологию формирования оригинал-макета с помощью предложенного адаптивного растривания.

Адаптивное растривание для ризографической печати включает формирование бинарных изображений путем автоматического выбора алгоритмов растривания полутонового изображения в соответствии с типом изображения, использование различных упорядоченных полутоновых растров и их характеристик, а именно линиатуры растра, формы и размеров точек растра, составляющих растриванное изображение, при этом осуществляется фрагментация, типизация, предварительная фильтрация. При растривании применяется линиатура от 65 до 85 lpi для периодического растра с углом поворота растровых элементов, равным 45° .

Оценка качества полученных оттисков проводилась по следующим параметрам: зашумленность, нечеткость и некорректность передачи полутонов изображений.

В **четвертой главе** для повышения качества печатных оттисков разработаны алгоритмы линейной и нелинейной фильтрации и алгоритмы адаптивного растривания оригинал-макета в зависимости от типа исходного

изображения, а также алгоритм оценки качества ризографических оттисков по зашумленности, нечеткости и некорректности передачи полутонов изображений.

Функциональная схема формирования оригинал-макета для печати включает загрузку оригинал-макета, оценку его качества по контрастности, яркости, четкости, зашумленности, определение типа изображения, обработку изображения цифровыми фильтрами, адаптивное растривание и выбор оптимального бумажного носителя. Функциональная схема процесса подготовки оригинал-макета для печати представлена на рисунке 2.

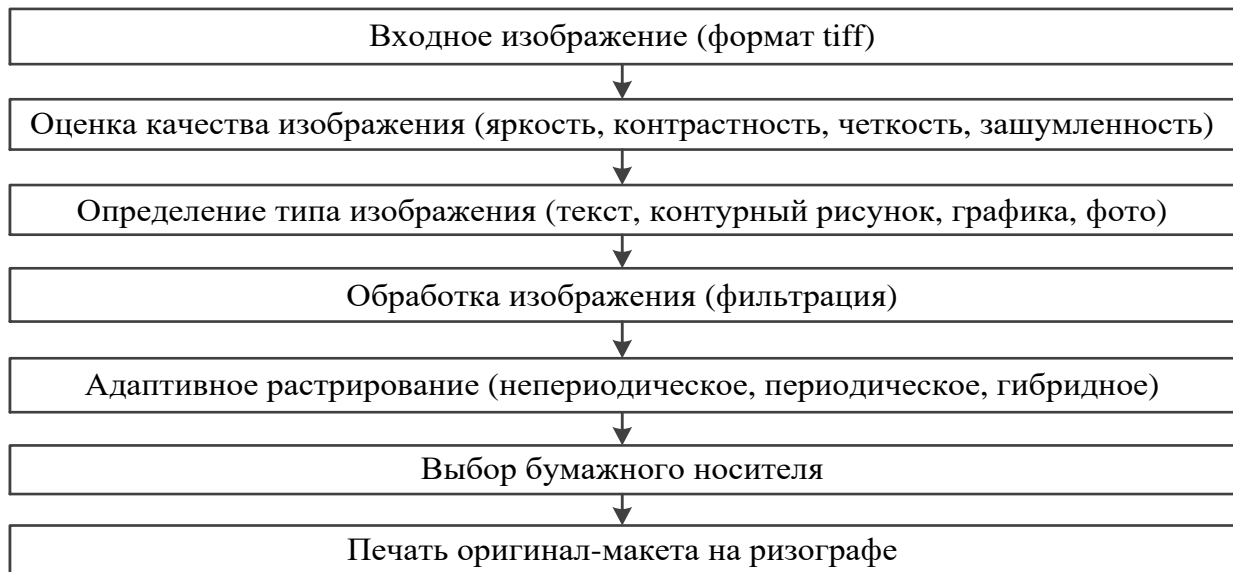


Рисунок 2 – Функциональная схема процесса подготовки оригинал-макета для печати на ризографе

Процесс подготовки изображения к ризографической печати представляет собой ряд дискретных действий, которые обеспечивают формирование качественного оттиска. Качество оттиска достигается с помощью таких операций, как оценка параметров изображения, определение его типа, фильтрация и растривание. Каждая из данных операций нуждается в конфигурировании. Исходный оригинал-макет, предназначенный для печати на ризографе, в формате *tiff* загружается в разработанную программу управления ризографической печатью, затем оценивается его качество по следующим параметрам: яркость, контрастность, четкость, зашумленность. На следующем этапе определяются типы изображений в оригинал-макете, для формирования профиля печати устанавливается вид фильтрации (линейный, нелинейный), затем, исходя из типа изображения, производится растривание (непериодическое, периодическое, гибридное). Далее формируется окончательный вид оригинал-макета для последующей передачи его на ризограф и получения высококачественного оттиска. Растриванное изображение в формате *tiff* отправляется на ризограф с компьютера. При этом необходимо отметить, что растриванное изображение должно быть черно-белым, и поэтому оно не будет изменяться настройками драйвера ризографа при печати.

В процессе исследований качества ризографической печати проводилась оценка качества изображений, входящих в состав оригинал-макета, определялся их тип, при необходимости изображения обрабатывались модифицированными фильтрами. В итоге оригинал-макет подвергался адаптивному растриванию и печатался на выбранном бумажном носителе. Адаптивное растривание для ризографической печати представлено на блок-схеме (рисунок 3).

Исходное цветное изображение в формате *tiff* загружается и конвертируется в полутоновое; с помощью блока распознавания выделяются фрагменты с последующим определением типов изображения. Для типов изображений фото и график используется гибридное растривание, для типа изображений контурный рисунок – периодическое, для типа изображений текст – непериодическое. На последнем этапе полученный файл оригинал-макета изображения в формате *tiff* отправляется на печать через компьютер с помощью любого графического редактора. Оцифрованное изображение оттиска сравнивается по качеству с цифровым оригиналом путем сопоставления параметров изображения по зашумленности, нечеткости и некорректности передачи полутонов.

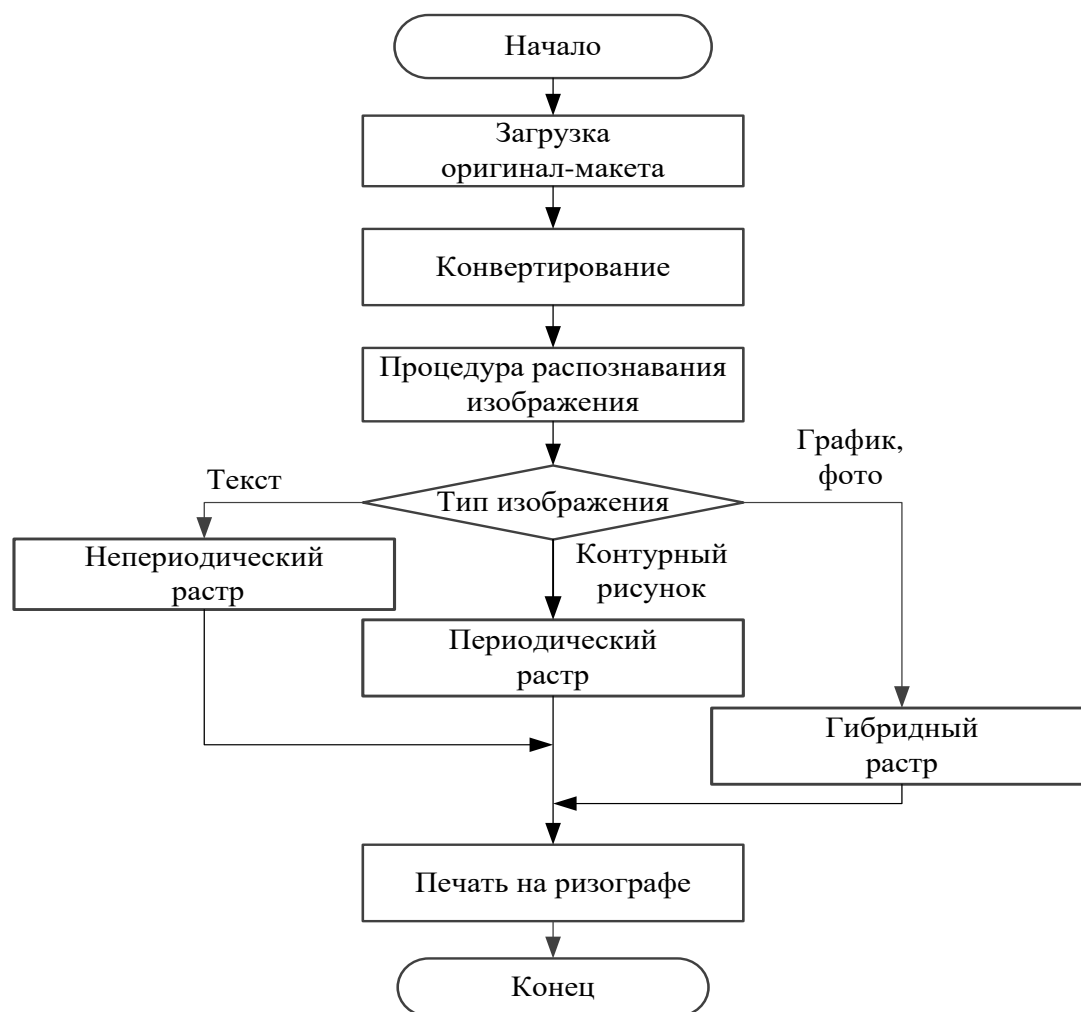


Рисунок 3 – Блок-схема алгоритма адаптивного растривания

Алгоритмы сопоставления характеристик оригинал-макета и оттиска заложены в разработанную программу «тест-ризо». Данная программа применяется для оценки качества оттисков по следующим показателям: зашумленность, нечеткость, некорректность передачи полутонов изображений. Она показала эффективность использования разработанной технологии адаптивного растривания.

В пятой главе описан этап исследования качества печатных оттисков для различных типов изображений. Сравнение параметров качества печати оригинал-макетов с использованием штатного драйвера ризографа и параметров качества печати с использованием разработанной технологии адаптивного растривания представлено в таблицах 2–4.

Таблица 2 – Показатели качества оттисков, полученных на лазерном принтере

Тип изображения	Зашумленность	Нечеткость	Некорректность тоновой передачи	Комплексная оценка
Фото	0,03	0,82	0	0,15
Контурный рисунок	0,03	0,14	0	0,83
Текст	0,19	0,04	0	0,77
Графика	0,81	0,12	0	0,07

Таблица 3 – Показатели качества оттисков, полученных на ризографе с использованием штатного драйвера

Тип изображения	Зашумленность	Нечеткость	Некорректность тоновой передачи	Комплексная оценка
Фото	0,33	0,13	0,17	0,37
Контурный рисунок	0,26	0,22	0,05	0,47
Текст	0,09	0,61	0,41	-0,1
График	0,28	0,31	0,55	-0,14

Таблица 4 – Показатели качества оттисков, полученных на ризографе с использованием разработанной технологии

Тип изображения	Зашумленность	Нечеткость	Некорректность тоновой передачи	Комплексная оценка
Фото	0,26	0,15	0,08	0,51
Контурный рисунок	0,67	0,22	0,02	0,09
Текст	0,08	0,65	0,54	-0,27
График	0,19	0,20	0,49	0,12

Сравнительный анализ содержащихся в таблицах 2–4 параметров показал, что оригинал-макеты типов фото и график обладают более высоким значением комплексной оценки качества по сравнению со значениями, полученными при печати с помощью штатного драйвера ризографа. Значения показателя зашумленности снизились в 1,3 раза, а значения показателя корректности передачи полутонов увеличились в 2,1 раза. В среднем качество печати образцов типа график выросло в 1,15 раза, что подтверждает правильность выбранных технологических решений по улучшению качества печати.

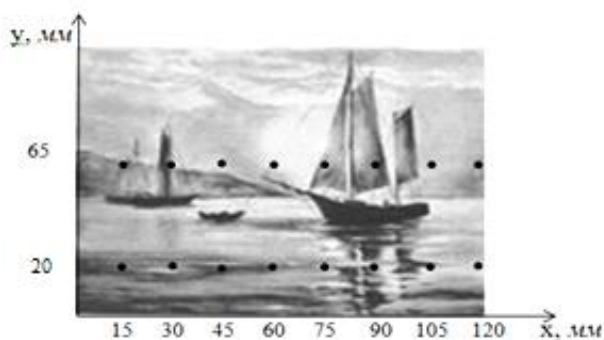


Рисунок 4 – Координаты точек изображения типа фото, в которых определяется оптическая плотность

Для подтверждения полученных параметров качества печати дополнительно проведено измерение оптической плотности с помощью денситометра фирмы *X-Rite* (рисунок 4). Для выбранных точек изображения с координатами x и y представлены значения оптических плотностей (таблицы 5, 6) для оригинал-макета типа фото при штатном растривании драйвером ризографа и разработанном адаптивном растривании.

Оптическая плотность на изображении в каждой точке измерялась денситометром по 5 раз и определялась как среднее арифметическое значение. Максимальный разброс значений оптической плотности составлял не более 5%.

Таблица 5 – Результаты измерений оптической плотности растровых точек для изображений типа фото на уровне $y = 20$ мм

Вид изображения	Значения по координате x , мм							
	15	30	45	60	75	90	105	120
Оттиск лазерной печати (эталон)	0,46	0,36	0,29	0,28	0,21	0,32	0,51	0,17
Оттиск с периодическим растриванием	0,37	0,35	0,27	0,29	0,25	0,29	0,52	0,20
Оттиск с непериодическим растриванием	0,35	0,28	0,23	0,25	0,22	0,28	0,37	0,13
Оттиск с адаптивным растриванием	0,48	0,36	0,31	0,27	0,23	0,31	0,53	0,18

Таблица 6 – Результаты измерений оптической плотности растровых точек для изображений типа фото на уровне $y = 65$ мм

Вид изображения	Значения по координате x , мм							
	15	30	45	60	75	90	105	120
Оттиск лазерной печати (эталон)	0,23	0,65	0,16	0,07	0,03	0,18	0,28	0,18
Оттиск с периодическим растриванием	0,21	0,42	0,18	0,06	0,06	0,06	0,25	0,17
Оттиск с непериодическим растриванием	0,17	0,20	0,1	0,07	0,04	0,04	0,22	0,11
Оттиск с адаптивным растриванием	0,22	0,49	0,15	0,06	0,03	0,03	0,31	0,18

Из анализа таблиц 5 и 6 видно, что значения показателей оптической плотности оттиска с адаптивным растриванием приближаются к значениям показателей эталона оригинал-макета. Из этого следует, что для получения качественных печатных изображений типа фото целесообразно применять гибридное растривание, которое включено в адаптивное. Гибридное

растрирование основано на применении непериодического и периодического способов растрирования. При этом непериодическое растрирование применяется к типам изображений фото на оригинал-макете, где растровая плотность точек ниже 20%, а периодическое растрирование применяется к типам изображений фото, где растровая плотность точек выше 20%. Для проверки качества печати различных типов изображений на бумажном носителе с различными способами растрирования разработана комплексная тестовая шкала (рисунок 5). В нее включены полутоновые шкалы, кольцевые, радиальные, штриховые и секторные миры, а также элементы текста заданных размеров.

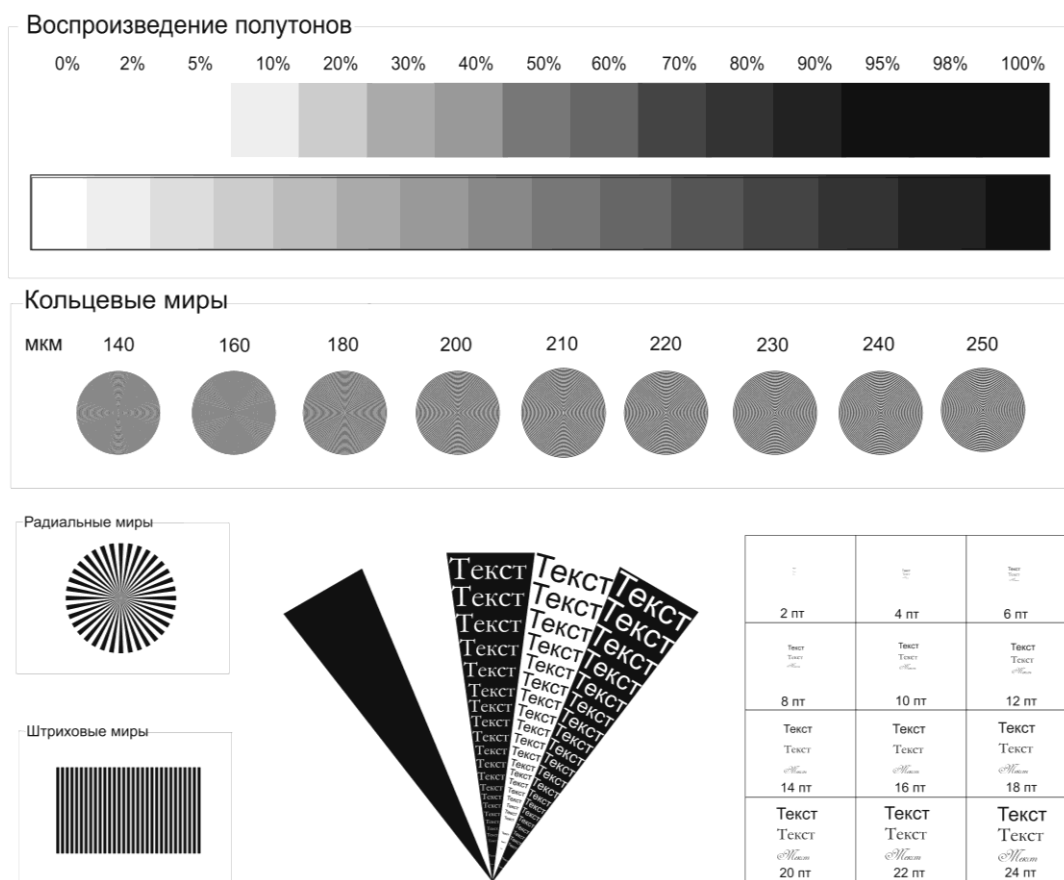


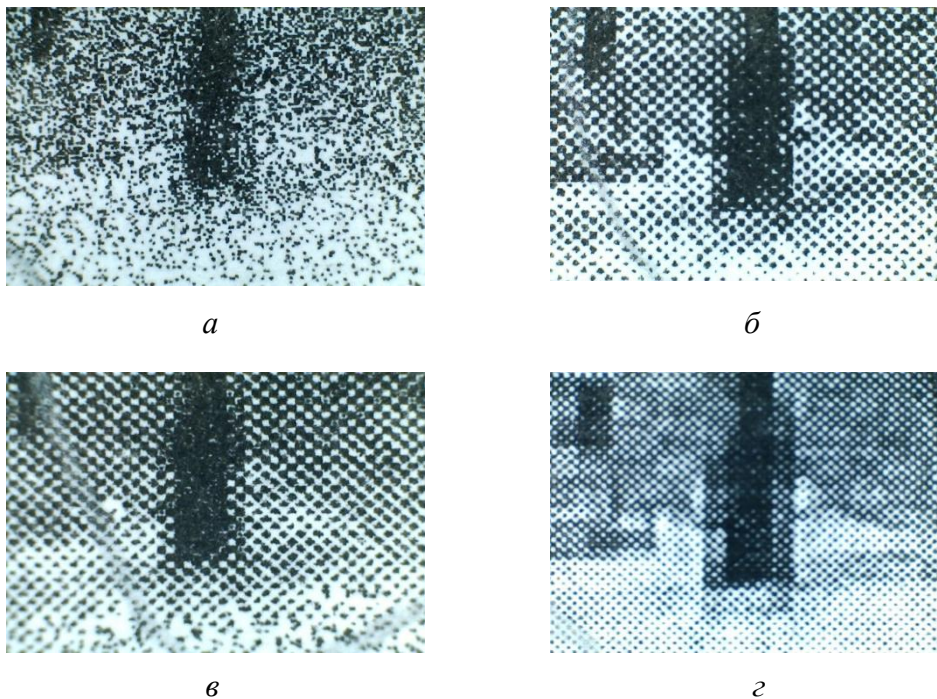
Рисунок 5 – Тестовая шкала для оценки качества ризографических оттисков на бумаге в масштабе 40%

Для проверки качественной и количественной передачи полутонов на изображениях в тестовой полосе представлены полутоновые шкалы. Кольцевые миры предназначены для определения разрешающей способности печати при использовании определенного бумажного носителя, а также выявления растискивания элементов на оттиске. Радиальная мира предназначена для визуального определения дефектов печати. Штриховая мира используется для контроля четкости передачи контурных изображений. Секторная мира позволяет определить качество печати текстовых элементов с различной высотой печатного

кегля. Дополнительно на тестовой шкале представлен размерный ряд элементов текста с размером кегля от 2 до 24 пт, позволяющий контролировать качество печати текстовой информации.

Тестовая шкала дает возможность более точно провести оценку качества печати при использованных методах формирования оригинал-макетов, а также при различных способах растривания и использовании разных бумажных носителей. Шкала позволяет оценить воспроизведение полутоновых изображений, разрешающую способность печатного процесса, а также качество воспроизведения текста.

На рисунке 6 представлены увеличенные в масштабе 500% детали растриванного изображения, полученные при ризографической (рисунок 6, *а–в*) и лазерной печати (рисунок 6, *г*).



а – неперидический; *б* – периодический; *в* – гибридный способ растривания;
г – лазерная печать

Рисунок 6 – Растровая структура изображений на бумажном носителе

Из рисунка 6 видно, что использование штатного драйвера ризографа для растривания оригинал-макета не позволяет получить четкое, качественное печатное изображение (рисунок 6, *а, б*) в отличие от разработанного гибридного способа растривания (рисунок 6, *в*). При этом качество данного печатного изображения приближается к качеству изображения, полученного при лазерной печати (рисунок 6, *г*).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные научные результаты диссертации

В результате проведенного анализа процесса ризографической печати с использованием штатного драйвера ризографа определены недостатки технологии в виде повышенной зашумленности, сниженной четкости и некорректной передачи полутонов изображения на оттиске. Для устранения указанных недостатков:

1. Предложен метод определения типа изображения в составе оригинал-макета, основанный на вычислении значений двух критериев. Первый критерий определяет принадлежность к типу фото и вычисляется как сумма разниц соседних по яркости отношений числа точек каждой яркости от 0 до 255 к наибольшему числу точек одинаковой яркости. Второй критерий основан на расчете относительной площади занимаемой текстовой информации и определяет принадлежность к типу изображения текст, контурный рисунок или график. [1, 7, 8, 10, 12, 29].

2. Разработан способ адаптивного растривания оригинал-макета для ризографической печати, включающий определение типа изображения, при котором фрагменты изображения типов график и фото подвергаются разработанному гибриднему растриванию, фрагменты изображения типа текст (менее 100% заливки) – непериодическому, а фрагменты изображения типа контурный рисунок – периодическому, с линиатурой растра от 65 до 85 lpi и углом поворота растровых элементов на 45° [2–4, 11, 13–17, 24, 25, 37].

3. Разработана усовершенствованная технология формирования растриванного оригинал-макета, включающая оценку качества исходного оригинал-макета (контрастность, зашумленность, нечеткость и некорректность передачи полутонов изображения), фрагментацию, определение типа изображения, цифровую фильтрацию, адаптивное растривание и синтез единого изображения из данных фрагментов, что обеспечивает повышение уровня качества печатных изображений типа фото по четкости в 1,2 раза, снижение зашумленности в 1,3 раза, и увеличение корректности передачи полутонов в 2,1 раза по сравнению с существующей технологией. Для оригинал-макетов типа график четкость изображения повысилась в 1,15 раза. Предложенная технология позволяет приблизить качество данных изображений к качеству изображений, полученных лазерной печатью [2, 6, 16, 18, 20–22, 30–35].

4. Разработан метод комплексной оценки качества ризографических оттисков, включающий интегральную оценку показателей печатного оттиска по зашумленности, нечеткости и некорректности полутонов изображений на основе программной обработки оцифрованной тестовой шкалы в виде шести тест-объектов: полутоновых шкал с плотностью заполнения от 0 до 100%,

кольцевых, радиальных, штриховых и секторных мир и текстовых объектов с амплитудными значениями размера от 2 до 24 пт.

Показано, что использование предложенной технологии ризографической печати позволяет уменьшить временные затраты на получение первых тиражных оттисков на 30%, снизить расход полиграфических материалов на 10% и получить высококачественные печатные оттиски при применении офсетной бумаги со следующими техническими показателями: белизной более 74%, шероховатостью более 170 мл/мин, массой 65–80 г/м² и степенью проклейки не менее 1,5 мм [5, 6, 9, 19, 23, 26, 27, 28, 36].

Рекомендации к практическому использованию

Разработанная технология получения качественных ризографических оттисков для разных типов изображений (фото, текст, график, контурный рисунок) с применением линейных и нелинейных методов фильтрации и адаптивного растривания внедрена в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет» с ожидаемым годовым экономическим эффектом в размере 428,86 бел. руб. на 2019 г. при использовании одного ризографа. Разработанная технология также внедрена в трех организациях: Полоцкое республиканское унитарное полиграфическое предприятие «Наследие Ф. Скорины», Проектно-конструкторское бюро автоматизации технологических процессов (г. Минск) и Издательский центр Белорусского государственного университета.

Учитывая, что по оценке Министерства информации Республики Беларусь в государственных учреждениях республики используется около 4000 ризографов, область применения предложенной технологии достаточно обширная. Дополнительным стимулом внедрения разработанной технологии ризографической печати являются невысокие затраты на модернизацию драйвера для всех моделей ризографов.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

Статьи в рецензируемых научных журналах, включенных в Перечень ВАК Республики Беларусь

1. Сулим, П. Е. Технология повышения качества ризографической печати на основе модельного управления / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Труды БГТУ. – 2012. – № 9 (156) : Издательское дело и полиграфия. – С. 43–46.
2. Сулим, П. Е. Повышение качества ризографической печати на основе специализированных алгоритмов и фильтров / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Труды БГТУ. – 2014. – № 9 (173) : Издательское дело и полиграфия. – С. 123–126.
3. Сулим, П. Е. Метод улучшения процесса растривания на ризографе EZ371E на основе программно-гибридной технологии / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Труды БГТУ. – 2016. – № 9 (191) : Издательское дело и полиграфия. – С. 61–66.
4. Сулим, П. Е. Гибридный способ растривания для ризографической печати / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Труды БГТУ. Сер. 4, Принт- и медиатехнологии. – 2017. – № 2 (201). – С. 61–66.
5. Сулим, П. Е. Оценка качества изображений на бумажных носителях в ризографической печати / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Труды БГТУ. Сер. 4, Принт- и медиатехнологии. – 2020. – № 1 (231). – С. 21–26.
6. Сулим, П. Е. Определение типа цифрового оригинал-макета для ризографической печати на бумажном носителе / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Труды БГТУ. Сер. 4, Принт- и медиатехнологии. – 2020. – № 1 (231). – С. 50–55.

Статьи в других научных журналах

7. Сулим, П. Е. Компьютерное моделирование и повышение качества ризографической печати / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Системный анализ и прикладная информатика. – 2014. – № 4. – С. 49–53.
8. Сулим, П. Е. Использование программного обеспечения для спектрального анализа ризографической печати / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Системный анализ и прикладная информатика. – 2015. – № 3. – С. 42–46.
9. Сулим, П. Е. Исследование влияния параметров бумаги на качество ризографической печати / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Системный анализ и прикладная информатика. – 2020. – № 1. – С. 11–16.

Материалы конференций

10. Сулим, П. Е. Повышение качества печати цифровых изображений на ризографе методом модельного управления / П. Е. Сулим // Молодежь и совре-

менные информационные технологии : сб. науч. тр. IX Всероссийской науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Томск, 2–4 марта 2011 г. : в 2 ч. – Томск, 2011. – Ч. 2. – С. 346–347.

11. Sulim, P. Hardware and software of the risograph printing intelligent module on the basis of model operation / P. Sulim, V. Yudenkov // *Printing Future Days : proceeding of the 5th Intern. scientific conf. on Print and Media Technology for Junior Scientists and PhD Students, Germany, Chemnitz, September 10–12, 2013.* – Berlin, 2013. – P. 355–366.

12. Сулим, П. Е. Дистанционное обучение технологии ризографической печати / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // *Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы VIII Междунар. науч.-метод. конф., Минск, 5–6 декабря 2013 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники.* – Минск, 2013. – С. 162–163.

13. Сулим, П. Е. Интеллектуальный модуль для ризографического оборудования / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // *Будущее машиностроения России : сб. тр. VII Всерос. конф. молодых ученых и специалистов, Москва, 24–27 сентября 2014 г. / Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана.* – Москва, 2014. – С. 451–453.

14. Сулим, П. Е. Автоматизация процесса обработки изображения на ризографе на основе специализированных алгоритмов и фильтров / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // *Автоматизация и роботизация процессов и производств : материалы Республиканского науч.-практ. семинара, Минск, 13–14 февраля 2014 г. / Бизнесофсет.* – Минск, 2014. – С. 79–82.

15. Сулим, П. Е. Дистанционное управление ризографической печатью на основе ИРТ системы / П. Е. Сулим, В. О. Страшко // *65-я науч.-техн. конф. студентов и магистрантов : сб. науч. работ, Минск, 21–26 апреля 2014 г. : в 3-х ч. / Белорусский государственный технологический университет.* – Минск, 2014. – Ч. 3. – С. 416–418.

16. Сулим, П. Е. Реализация адаптивного растрового процессора для ризографической печати / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // *Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине : сб. науч. тр. II Междунар. конф., Томск, 19–22 мая 2015 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет.* – Томск, 2015. – № 9, ч. 2. – С. 80–83.

17. Сулим, П. Е. Перспективы технологий ризографической печати / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // *Скориновские чтения 2015: книгоиздание и книгораспространение в контексте кросскультурных коммуникаций XXI века : материалы Междунар. форума, Минск, 3–6 сентября 2015 г. / Белорусский государственный технологический университет.* – Минск, 2015. – С. 230–235.

18. Sulim, P. Improvement of the printing quality on a risograph on the basis of the adaptive screening method / P. Sulim, V. Yudenkov // *Printing Future Days : pro-*

ceeding of the 6th Intern. scientific conf. on Print and Media Technology for Junior Scientists and PhD Students, Chemnitz, Germany, October 05–07, 2015. – Berlin, 2015. – P. 109–116.

19. Сулим, П. Е. Система автоматической подачи стоп бумаги к печатным машинам / П. Е. Сулим, Я. Д. Мицура // 67-я науч.-техн. конф. учащихся, студентов и магистрантов : сб. науч. работ, Минск, 18–23 апреля 2016 г. : в 4-х ч. / Белорусский государственный технологический университет. – Минск, 2016. – Ч. 3. – С. 273–276.

20. Сулим, П. Е. Алгоритм сегментного шумоподавления / П. Е. Сулим, Е. А. Бугаев // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине : сб. науч. тр. III Междунар. конф., Томск, 23–26 мая 2016 г. : в 2 ч. / Томский политехнический университет. – Томск, 2016. – Ч. 1. – С. 293–294.

21. Сулим, П. Е. Модельное управление ризографической печати на основе интеллектуального модуля адаптивного растрового процессора / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Информационные технологии в науке, управлении, социальной сфере и медицине : сб. науч. тр. III Междунар. конф., Томск, 23–26 мая 2016 г. : в 2 ч. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск, 2016. – Ч. 2. – С. 199–201.

22. Сулим, П. Е. Экспериментальные исследования адаптивного растрового процессора для ризографической печати / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Будущее машиностроения России : сб. тр. IX Всерос. конф. молодых ученых и специалистов, Москва, 5–8 октября 2016 г. / Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана. – Москва, 2016. – С. 827–829.

23. Сулим, П. Е. Использование бумаги для печати на ризографе / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Новейшие достижения в области инновационного развития целлюлозно-бумажной промышленности: технология, оборудование, химия : материалы докл. Междунар. науч.-техн. конф., 4–6 апреля 2017 г. / Белорусский государственный технологический университет. – Минск, 2017. – С. 77–80.

24. Сулим, П. Е. Программное обеспечение интеллектуального модуля для перспективных моделей ризографа / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Будущее машиностроения России : сб. тр. IX Всерос. конф. молодых ученых и специалистов, Москва, 26–30 сентября 2017 г. / Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана. – Москва, 2017. – С. 600–602.

25. Sulim, P. Imitation model for risographic printing / P. Sulim, V. Yudenkov // Printing Future Days : proceeding of the 7th Intern. scientific conf. on Print and Media Technology for Junior Scientists and PhD Students, Chemnitz, Germany, October 04–06, 2017. – Berlin, 2017. – P. 109–116.

26. Сулим, П. Е. Оценка качества ризографической печати / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Принттехнологии и медиакоммуникации : материалы докл. 83-й науч.-техн. конф. проф.-преп. состава, науч. сотр. и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 4–14 февраля 2019 г. / Белорусский государственный технологический университет. – Минск, 2019. – С. 7.

27. Сулим, П. Е. Программное обеспечение оценки качества ризографического оттиска / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Будущее машиностроения России : сб. докл. XII Всерос. конф. молодых ученых и специалистов, Москва, 24–27 сентября 2019 г. / Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана. – Москва, 2019. – С. 854–858.

28. Сулим, П. Е. Оценка качества изображений на бумажных носителях в ризографической печати / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Принттехнологии и медиакоммуникации : материалы докл. 84-й науч.-техн. конф., посвященной 90-летию юбилею БГТУ и Дню белорусской науки (с междунар. участием), Минск, 3–14 февраля 2020 г. / Белорусский государственный технологический университет. – Минск, 2020. – С. 26–28.

Тезисы докладов

29. Сулим, П. Е. Методика выбора профиля ризографической печати на основе модельного управления / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Друкарство молодежи : тез. докл. Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов, Киев, 23–25 апреля 2013 г. – Киев, 2013. – Кн. 1. – С. 69–70.

30. Сулим, П. Е. Повышение качества ризографической печати на основе специализированных алгоритмов и фильтров / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Издательское дело и полиграфия : тез. 78-й науч.-техн. конф. проф.-преп. состава, науч. сотр. и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 3–13 февраля 2014 г. / Белорусский государственный технологический университет ; отв. за издание И. М. Жарский [и др.]. – Минск, 2014. – С. 21.

31. Сулим, П. Е. К вопросу модификации способа растривания на ризографе EZ371 / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Издательское дело и полиграфия : 79-я науч.-техн. конф. проф.-преп. состава, науч. сотр. и аспирантов, Минск, 2–6 февраля 2015 г. : тез. докл. / Белорусский государственный технологический университет ; редкол.: И. М. Жарский [и др.]. – Минск, 2015. – С. 27.

32. Сулим, П. Е. Адаптивный растровый процессор для ризографической печати / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Науч.-техн. конф. проф.-преп. состава, молодых ученых и аспирантов, Львов, 16–20 февраля 2015 г. : тез. докл. / Украинская академия печати. – Львов, 2015. – С. 50.

33. Сулим, П. Е. Оценка способов растривания для ризографической печати / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Издательское дело и полиграфия : тез.

81-й науч.-техн. конф. проф.-преп. состава, науч. сотр. и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 1–12 февраля 2017 г. [Электронный ресурс] / Белорусский государственный технологический университет ; отв. за издание И. В. Войтов. – Минск, 2017. – С. 43. – Режим доступа: https://elib.belstu.by/bitstream/123456789/21510/1/Sulim_43.pdf. – Дата доступа: 10.02.2021.

34. Сулим, П. Е. Оптимизированная гибридная технология растривания для ризографической печати / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Принттехнологии и медиакоммуникации : тез. докл. 82-й науч.-техн. конф. проф.-преп. состава, науч. сотр. и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 1–14 февраля 2018 г. / Белорусский государственный технологический университет. – Минск, 2018. – С. 29. – Режим доступа: <https://elib.belstu.by/catalog/book/doc/136415>. – Дата доступа: 10.02.2021.

35. Сулим, П. Е. Формирование изображения для ризографической печати / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Науч.-техн. конф. проф.-преп. состава, молодых ученых и аспирантов, Львов, 27 февраля – 2 марта 2018 г. : тез. докл. / Украинская академия печати. – Львов, 2018. – С. 79.

36. Сулим, П. Е. Исследование свойств бумажных носителей с целью повышения качества ризографической печати / П. Е. Сулим, В. С. Юденков // Принттехнологии и медиакоммуникации : материалы 85-й науч.-техн. конф. проф.-преп. состава, науч. сотр. и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 1–13 февраля 2021 г. [Электронный ресурс] / Белорусский государственный технологический университет ; отв. за издание И. В. Войтов. – Минск, 2021. – С. 63–64. – Режим доступа: [https:// elib.belstu.by/bitstream/123456789/41523/1/Сулим_Исследование](https://elib.belstu.by/bitstream/123456789/41523/1/Сулим_Исследование). – Дата доступа: 10.02.2021.

Патент

37. Способ формирования изображения объекта для ризографической печати : пат. ВУ 21486 / П. Е. Сулим, В. С. Юденков, С. А. Бартошевич. – Оpubл. 30.12.2017.



РЕЗЮМЕ

Сулим Павел Евгеньевич

Повышение качества ризографической печати
на бумажном носителе адаптивным растриванием

Ключевые слова: ризографическая печать, лазерная печать, оригинал-макет, бумага, цифровая обработка изображений, адаптивное растривание, качество печати.

Цель работы: формирование оригинал-макетов ризографической печати для обеспечения высокого уровня четкости, контрастности, корректности передачи полутонов изображений на бумажных носителях.

Методы исследований: анализ качества исходных цифровых оригинал-макетов (яркости, контрастности, зашумленности, четкости) с применением денситометра фирмы X-Rite, цифрового микроскопа Plateviewer с программным обеспечением Platecountr и увеличением в 200 раз, а также функций и модулей пакета Image Processing Toolbox среды Matlab. Физико-технические параметры бумажного носителя определяли гравиметрическими, фотометрическими методами.

Полученные результаты и их новизна. Разработан способ адаптивного растривания изображений на оригинал-макете, обеспечивающий высокое качество печатных ризографических оттисков. Экспериментальным путем для оригинал-макета ризографической печати определены коэффициенты масок фильтров для четкости, резкости, зашумленности. Определены типы изображений оригинал-макетов (фото, текст, график, контурный рисунок) ризографической печати на основе расчета относительной площади, занимаемой текстовой информацией, и частотного распределения яркости изображения. Разработано программное средство подготовки оригинал-макета изображения на основе фильтрации и адаптивного растривания, обеспечивающее качественную печать ризографических оттисков: отсутствие шума, четкость и корректность передачи полутонов. Разработана тестовая программа «тест-ризо» для оценки качества получаемых оттисков ризографической печати. Представленная работа имеет практический характер. Предложенная технология подготовки оригинал-макетов позволяет повысить качество ризографической печати, уменьшить количество пробных оттисков, сократить расход мастер-пленки.

Разработаны рекомендации по выбору бумаги с соответствующими техническими параметрами для получения высококачественных оттисков ризографической печати.

Рекомендации по использованию: полученные результаты рекомендуется использовать в допечатных и печатных процессах ризографической печати.

Область применения: ризографическая печать.

РЭЗІЮМЭ
Сулім Павел Яўгеньевіч

Павышэнне якасці рызаграфічнага друку на папяровым носьбіце
адаптыўным растрыраваннем

Ключавыя словы: рызаграфічны друк, лазерны друк, арыгінал-макет, папера, лічбавая апрацоўка выяў, адаптыўнае растрыраванне, якасць друку.

Мэта працы: фарміраванне арыгінал-макетаў рызаграфічнага друку для забеспячэння высокага ўзроўню выразнасці, кантраснасці, карэктнасці перадачы паўтонавых выяў на папяровых носьбітах.

Метады даследавання: аналіз якасці зыходных лічбавых арыгінал-макетаў (яркасці, кантраснасці, зашумленасці, выразнасці) з выкарыстаннем дэнсітометра фірмы X-Rite, лічбавага мікраскопа Plateviewer з праграмным забеспячэннем Platesoutr і павелічэннем у 200 разоў, а таксама функцый і модуляў пакета Image Processing Toolbox асяроддзя Matlab. Фізіка-тэхнічныя параметры папяровага носьбіта вызначалі гравіметрычнымі, фотаметрычнымі метадамі.

Атрыманыя вынікі і іх навізна. Распрацаваны спосаб адаптыўнага растрыравання выявы на арыгінал-макете, які забяспечвае высокую якасць друкаваных рызаграфічных адбіткаў. Эксперыментальным шляхам для арыгінал-макета рызаграфічнага друку вызначаны каэфіцыенты масак фільтраў для выразнасці, рэзкасці, зашумленасці. Вызначаны тыпы выяў арыгінал-макетаў (фота, тэкст, графік, контурны рысунак) рызаграфічнага друку на аснове разліку адноснай плошчы, якую займае тэкставая інфармацыя, і частотнага размеркавання яркасці выявы. Распрацаваны праграмны сродак падрыхтоўкі арыгінал-макета выявы на аснове фільтрацыі і адаптыўнага растрыравання, які забяспечвае якасны друк рызаграфічных адбіткаў: адсутнасць шуму, выразнасць і карэктнасць перадачы паўтонаў. Распрацавана тэставая праграма «тэст-рыза» для ацэнкі якасці атрыманых адбіткаў рызаграфічнага друку. Прадстаўленая праца мае практычны характар. Прапанаваная тэхналогія падрыхтоўкі арыгінал-макетаў дазваляе павысіць якасць рызаграфічнага друку, паменшыць колькасць пробных адбіткаў, скараціць расход майстар-плёнкі.

Распрацаваны рэкамендацыі па выбары паперы з адпаведнымі тэхнічнымі параметрамі для атрымання высакаякасных адбіткаў рызаграфічнага друку.

Рэкамендацыі па выкарыстанні: атрыманыя вынікі рэкамендуецца выкарыстоўваць у дадрукарскіх і друкарскіх працэсах рызаграфічнага друку.

Сфера выкарыстання: рызаграфічны друк.

SUMMARY

Pavel Sulim

Increase quality of risographic printing on paper media
by adaptive rasterization

Key words: risographic printing, laser printing, original-layout, paper, digital image processing, adaptive rasterization, print quality.

The aim of study: formation of original layouts of risographic printing to ensure a high level of clarity, contrast and correct transmission of grayscale images on paper.

Research methods: analysis of the quality of the original digital layouts – brightness, contrast, noise, and clarity – using the X-Rite firm densitometer, the Plateviewer digital microscope with Platecountr software and 200-times zoom, as well as functions and modules of the Image Processing Toolbox package of the Matlab environment. Paper media of physical and technical parameters were determined by gravimetric, photometric methods.

The scientific novelty of the obtained results. A method of adaptive image rasterization with the original layout has been developed, which provides high quality of printed risographic impressions. The coefficients of filter masks for clarity, sharpness, and noise were determined experimentally for the risographic printing original layout. The types of images of risographic printing original layouts (photo, text, graph, contour drawing) were determined based on the calculation of the relative area occupied by text information and the image brightness frequency distribution. A software tool has been developed for preparing the original image layout, based on filtering and adaptive rasterization. It provides high-quality printing of risographic impressions – no noise, clarity and correctness of semitone transmission. A test program “test-riso” has been developed for the quality evaluation of the resulting risographic impressions. The work presented is practical. The proposed technology for preparing the original layouts allows to improve the quality of risographic printing, reduce the number of test impressions, reduce the consumption of master-film.

Recommendations have been developed for the selection of paper with appropriate technical parameters for obtaining high-quality risographic impressions.

Usage recommendations: the results obtained are recommended for use in prepress and printing processes of risographic printing.

Field of application: risographic printing.

Научное издание

Сулим Павел Евгеньевич

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА
РИЗОГРАФИЧЕСКОЙ ПЕЧАТИ НА БУМАЖНОМ НОСИТЕЛЕ
АДАПТИВНЫМ РАСТРИРОВАНИЕМ**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук
по специальности 05.02.13 – машины, агрегаты и процессы
(полиграфическое производство)

Ответственный за выпуск П. Е. Сулим

Подписано в печать 21.03.2022. Формат 60×90^{1/16}.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать ризографическая.
Усл. печ. л. 1,6. Уч.-изд. л. 1,0.
Тираж 60 экз. Заказ 60.

Издатель и полиграфическое исполнение:
УО «Белорусский государственный технологический университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/227 от 20.03.2014.
Ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.