



УДК 535–92: 655.3.022.51

*Е.А. Борисенко, Е.Л. Виноградов*

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ: ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ УВЕЛИЧЕНИЯ ТОНА ОТТИСКОВ МЕТОДОМ РЕФЛЕКТОМЕТРИИ

*E.A. Borisenko, E.L. Vinogradov*

### PRINTING PRODUCTION QUALITY EVALUATION: MEASUREMENT OF TONE INCREASE PARAMETERS OF PRINTS BY REFLECTOMETRIC METHOD

Экспериментально подтверждена возможность оценки качества печатной продукции по значениям таких характеристик прироста тона оттисков (растискивание), как ширина  $x$  зоны «затекания» краски в пробелы и коэффициент  $R_x$  отражения света центральными участками пробелов. На основании сравнительного анализа способов измерения параметров увеличения тона предпочтение отдано рефлектометрическому методу определения этих величин  $x$  и  $R_x$ .

УВЕЛИЧЕНИЕ ТОНА. ФИЗИЧЕСКОЕ РАСТИСКИВАНИЕ. ЭФФЕКТ ЮЛА — НИЛЬСЕНА. КАЧЕСТВО РЕПРОДУЦИРОВАНИЯ. ОФСЕТНАЯ ПЕЧАТЬ. ЭЛЕКТРОФОТОГРАФИЯ.

Printing production quality evaluation possibility has been experimentally confirmed with the values of such characteristics of print tone increase (dot gain) as «flowing» zone width of ink to non-printing elements  $x$  and light reflectivity coefficient of non-printing elements central areas  $R_x$ . Based on the comparative analysis of measurement of tone increase parameters, the priority has been given to reflectometric method of  $x$  and  $R_x$  values determination.

TONE VALUE INCREASE. PHYSICAL DOT GAIN. YULE — NIELSEN EFFECT. REPRODUCTION QUALITY. OFF-SET PRINTING. ELECTROGRAPHY.

Информация, передаваемая любыми печатными средствами, неизбежно искажается, главным образом из-за проявления растискивания или увеличения тона оттисков — их оптическая плотность почти всегда превышает значение этого показателя для тиражируемого оригинала. Понятно, что при минимизации растискивания качество печати должно неуклонно возрастать, приближаясь к теоретическому максимуму, т. е. к репродуцированию без искажений, а величины параметров прироста тона можно рассматривать как количественные характеристики несовершенства различных репродукционных процессов. Это суждение практикой подтверждается: в настоящее время качество выпускаемой полиграфическими предприятиями продукции обычно оценивают по результатам измерения именно оптической плотности спе-

циально изготовленных модельных оттисков (или шкал, нанесенных на пробные отпечатки) [1, 2]. Однако проблемы выбора вида таких оттисков и интерпретации данных об их оптических свойствах нельзя считать окончательно решенными. Эти проблемы обсуждаются в настоящей статье.

#### Определение параметров растискивания

Чаще всего исследуемые модельные образцы печатают с фотоформ, на которых относительная площадь  $s$  растровых точек дискретно меняется в широких пределах: например, если линиятура растра невелика, то  $s = 0,03–0,097$ . Значения  $D_{\text{эксп}}$  оптической плотности образцов на отражении, как правило, выше соответствующих расчетных значений  $D_{\text{теор}}$  этой величины<sup>^</sup>

$$D_{\text{теор}} = -\lg \left[ 10^{-D_{\text{подл}}} - s \left( 10^{-D_{\text{подл}}} - 10^{-D_{\text{спл}}} \right) \right]. \quad (1)$$

Здесь  $D_{\text{подл}}$  и  $D_{\text{спл}}$  — оптическая плотность запечатываемого материала (подложки) и сплошного красочного слоя на нем. Разность  $(D_{\text{эксп}} - D_{\text{теор}})$  характеризует полноту переноса информации с фотоформы на запечатываемый материал и в «светах» и в «теньях»; в идеале для всех образцов  $D_{\text{эксп}} = D_{\text{теор}}$ . Еще одна характеристика этого информационного процесса — относительный контраст печати

$$K = \frac{D_{\text{спл}} - D_{0,8}}{D_{\text{спл}}}, \quad (2)$$

где  $D_{0,8}$  — оптическая плотность модельного образца, отпечатанного с фотоформы, для которой  $s = 0,8$ . Параметр  $K$  рассчитывают в тех случаях, когда необходимо в кратчайшие сроки оценить репродуцирование оригинала только в «теньях».

Выбор денситометрии для получения данных о качестве печати в развернутом обосновании не нуждается, поскольку, вне всяких сомнений, при заметном приросте тона производство высококачественной полиграфической продукции исключено. Однако было бы неправильным полагать, что, ограничившись определением величин  $(D_{\text{эксп}} - D_{\text{теор}})$  и  $K$ , можно исчерпывающим образом охарактеризовать любой репродукционный процесс. Упомянутые выше денситометрические методики подвержены критике по следующим причинам:

во-первых, при обращении к ним «по умолчанию» признается безупречным изготовление фотоформ, хотя известно, что оптические сигналы, направляемые на поверхности фоточувствительных материалов, абсолютно точно «отпечаткам» на этих поверхностях не соответствуют [3];

во-вторых, в современной полиграфии на первый план выходят технологии бесконтактной печати, которые не предполагают перенос исходной информации не только на фотоформу, но и на многоцветную печатную форму;

в-третьих, численные значения  $(D_{\text{эксп}} - D_{\text{теор}})$  и  $K$  характеризует масштабы растискивания, но не механизмы его возникновения; если же нет сведений об этих механизмах, то нельзя сплани-

ровать рациональные способы снижения эффекта увеличения тона.

Из изложенного следует, что метод рефлектометрии тест-карт [4, 5] должен иметь явные преимущества перед денситометрическим методом: для его реализации не нужны эталоны типа «совершенных» фотоформ, он универсален и намного более информативен. К тому же, приборное оснащение рефлектометрии вполне доступно. В частности, определить коэффициенты отражения света  $R$  изучаемыми объектами можно с помощью широко распространенных оптических денситометров, так как

$$R = 10^{-D}. \quad (3)$$

Тон оттисков возрастает под влиянием многочисленных факторов, комбинации которых для разных способов печати различны. В частности, в традиционных технологиях с использованием многоцветных печатных форм важную роль играет течение краски на подложке в условиях сдавливания запечатываемых материалов формами (отсюда термин «растискивание»). В бесконтактной струйной печати наряду с другими факторами на первый план выдвигается ударное взаимодействие капель маловязкой краски (чернила) с подложкой, имеющее следствием их разбрызгивание и оседание жидкокапельного аэрозоля на поверхности оттиска. Если подложка не монолитна, то она отражает свет диффузно, и тогда реальное закрашивание пробелов, т. е. физическое растискивание, дополняется размыванием контуров красочных пятен из-за эффекта Юла — Нильсена (растискивание оптическое) [6]. Правда, доказано, что вклад эффекта Юла — Нильсена в суммарное увеличение тона всегда пренебрежимо мал [7], но физическое растискивание и само по себе — сложное явление, в котором возможно присутствие двух составляющих, а именно, локального затемнения пробелов вблизи их границ с печатными элементами и нелокализованного однородного слабого окрашивания пробельных элементов. Ни один из известных денситометрических методов не позволяет отделить локальное физическое растискивание от пространственного и количественно охарактеризовать эти эффекты. Исследование отражательной способности штриховых тест-карт такие возможности открывает.

В основу упомянутого рефлектометрического метода [4, 5] заложены представления о существовании носителя неискаженных исходных сведений — эталонного электронного изображения модельного заштрихованного оттиска (тест-карты), которое хранится в памяти компьютера, управляющего полиграфическим процессом. Такой эталон, в отличие от фотоформы, действительно, универсален, потому что современная полиграфия высоко компьютеризирована и тиражирование информации любыми печатными средствами — по многостадийным технологическим схемам или одностадийным — ныне обязательно начинается с изготовления «виртуальных печатных форм», т. е. электронных образов будущих оттисков.

Печатные и пробельные элементы электронных изображений тест-карт имеют одинаковые поперечные размеры  $d$  и характеризуются одной и той же относительной площадью штрихов  $s = 0,5$ . Различаются они только частотой штриховки  $\frac{1}{d}$ . При абсолютно точном воспроизведении этих изображений на запечатываемом материале в соответствии с теоретической моделью Шеберстова — Мюррея — Дэвиса коэффициенты  $R$  для всех тест-карт должны быть одинаковы:

$$R = R_{ид} = \frac{R_{подл} + R_{спл}}{2} \neq f\left(\frac{1}{d}\right). \quad (4)$$

Как показано в работе [4], различия в отражательной способности модельных образцов, заштрихованных с разной частотой, станут заметными в случае проявления физического растискивания. Тогда

$$R = A - \frac{B}{d} = \frac{R_x + R_{спл}}{2} - \frac{x}{d} \left[ R_x + R_{спл} - \frac{2(R_x - R_{спл})}{\ln \frac{R_x}{R_{спл}}} \right], \quad (5)$$

где  $R_x \leq R_{подл}$  — коэффициент отражения света центральными частями пробельных элементов, а  $x < \frac{d}{2}$  — ширина зоны закрашивания пробелов вблизи штрихов. При  $x \geq \frac{d}{2}$  эффект

локального физического растискивания будет экстремально высоким, линейная зависимость

$R = f\left(\frac{1}{d}\right) = A - \frac{B}{d}$  нарушится, увеличение частоты штриховки за пределом  $\left(\frac{1}{d}\right)_{пред} = \frac{1}{2x}$  приведет к плотному затемнению поверхностей оттисков, а коэффициенты отражения света этими оттисками приблизятся к  $\sqrt{R_x R_{спл}}$ .

### Экспериментальные данные

Имеющиеся экспериментальные данные по рефлектометрии тест-карт (см., например, статьи [5, 7]) хорошо согласуются с выводами теории [4]. По этим данным нетрудно рассчитать показатели увеличения тона величин  $R_x$  и  $x$ . Оказалось, что чаще всего  $R_x \approx R_{подл}$  и  $A \approx R_{ид}$ , т. е. локальное растискивание превалирует над пространственным.

Результаты наших опытов не выпадают из общего ряда.

Модельные оттиски, информация об отражательной способности которых представлена на рис. 1, были изготовлены по программе Adobe PhotoShop CS2 на офсетной машине Heidelberg GTO-1 с использованием фолиевых красок Huber черного, пурпурного, голубого и желтого цвета. Такие краски, содержащие сиккативы, предназначены для печати на невпитывающих субстратах (включая металлизированные бумаги), на которых они высыхают за счет окислительного закрепления. Параметры увеличения тона оттисков  $R_x$  и  $x$ , напечатанных фолиевыми красками, ранее не определялись.

Мы рассчитывали коэффициенты отражения  $R_{подл}$  (для листов мелованной и металлизированной бумаги толщиной примерно 65 мкм и массой около 70 г/м<sup>2</sup>), а также  $R_{спл}$  и  $R$  по формуле (3) после измерения оптической плотности образцов на спектроденситометре X-Rite Gretag Macbeth SpectroEye. Относительная погрешность нахождения указанных коэффициентов для оттисков на мелованной бумаге не превышала 5 %, а на бумаге металлизированной достигала 20 %.

Во всех случаях величины  $R_x$  и  $R_{подл}$  совпадали — пространственное физическое растискивание на отражательную способность тест-карт не влияло.

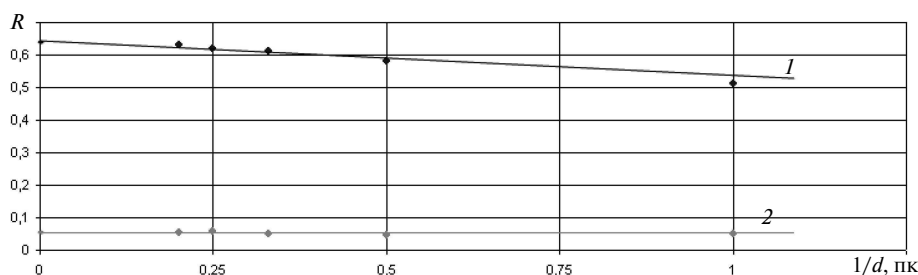


Рис. 1. Экспериментальные зависимости  $R = f(1/d)$  для штриховых тест-карт, напечатанных офсетным способом на мелованной (1) и металлизированной (2) бумаге фоллевой пурпурной краской. На ось координат нанесены значения  $R_{ид}$ . Задаваемая программой Adobe PhotoShop CS2 ширина штрихов  $d$  варьировалась в пределах от 1 до 5 пикселей (1 пк = 130 мкм)

Рассчитанные по формуле (5) значения показателя  $x$ , характеризующего локальный эффект увеличения тона, для карт, напечатанных на мелованной бумаге красками разного цвета, существенно различались: для голубых образцов  $x \approx 0$ , для желтых  $x = 35$  мкм, для черных  $x = 100$  мкм, для пурпурных  $x = 120$  мкм. Ранее подобные результаты были получены при изучении оптических свойств штриховых модельных образцов, изготовленных струйным методом [8]. В цитируемой работе [8] было показано, что  $x \approx 0$  и растискивание практически не заметно, если используется голубая краска, а при печати желтой краской на пористой бумаге параметр  $x$  возрастает до 500 мкм.

В денситометре SpectroEye первичный световой поток падает на изучаемый образец под углом  $45^\circ$  и почти целиком отражается от поверхности металлизированной бумаги под углом, равным углу падения. В приемник отраженного света, установленный под нулевым углом, при этом попадает лишь около 3 % падающего на образец энергетического потока. В таких условиях разница между величинами  $R_{подл}$  и  $R_{спл}$  оказывается слишком малой, чтобы уверенно определить значения параметров  $R_x$  и  $x$  — можно лишь отметить тенденцию к снижению отражательной способности плотно заштрихованных «зеркальных» тест-карт от уровня  $R_{ид}$  и предположить, что печать на металлизированном субстрате сопряжена с меньшим растискиванием по сравнению с переносом информации на мелованную бумажную подложку.

Это предположение подтвердилось исследованием модельных образцов методом микроскопии [9], которое выполнялось с помощью микроскопа ЛОМО МСП-1, снабженного цифровой камерой-окуляром ДСМ-310.

На микрофотографиях карт, напечатанных на мелованной бумаге, отчетливо видно локальное закрашивание пробельных участков и искажение границ «штрих — пробел»; вероятно, краска «перетекает» через границы в пробелы по капиллярам пористой подложки. При переносе изображений карт из памяти компьютера на плотный материал (в данном случае на наружный металлический слой подложки) капиллярные эффекты исключены, и «зеркальные» модельные оттиски выглядят почти идеальными.

Вообще, в типичных обстоятельствах (при  $R_x \approx R_{подл}$ ) сочетание рефлектометрии и микроскопии, хотя и не обязательно, но полезно, поскольку позволяет уточнить сведения о механизмах локального растискивания. Если же такая информация интереса не представляет, а нужно лишь в самые короткие сроки — «мгновенно» — приблизительно оценить масштабы увеличения тона из-за сокращения площадей пробельных элементов оттисков, то следует воспользоваться работающим на отражение сканером и экспресс-методикой, основанной на компьютерной обработке экспериментальных данных по программе dGain [10]. Этот вариант рефлектометрии иллюстрируется результатами выполненных нами исследований отражательной способности штриховых тест-карт, напечатанных по програм-

ме Real Dpi 1.1 на мелованной бумаге электрофотографическим методом (на принтере HP Color Laser Jet CP 3505).

С помощью сканера AGFA Studio Scan 2 Si были получены гистограммы коэффициента отражения света картами. По ним видно (рис. 2), что с увеличением частоты штриховки доля  $\alpha$  темных участков модельных оттисков нарастает приблизительно по линейному закону — примерно от 50 до 100 % — до тех пор, пока зоны проникновения краски в светлые (пробельные) участки не смыкаются в середине пробелов при  $(1/d)_{\text{пред}} = 1/2x$ . По точкам «перелома» зависимостей  $\alpha = f(1/d)$  легко найти приближенные значения параметра  $x$ .

Рассчитанные значения этого параметра:  $\sim 60$  мкм для черного тонера и  $\sim 40$  мкм для пурпурного. На микрофотографиях карт видно, что в данном случае граничащие со штрихами зоны пробелов закрашиваются из-за неточного позиционирования на оттисках частиц тонеров (размеры частиц, примерно 10 мкм, сопоставимы с минимальной шириной штрихов).

Итак, действительно:

метод рефлектометрии штриховых тест-карт по сравнению с денситометрическим методом более информативен; он позволяет разделить эффекты локального и пространственного физического растискивания;

этот метод универсален; с его помощью можно изучать увеличение тона при наличии электронного образа оригинала вне зависимости от способа переноса тиражируемой информации на конечный вещественный носитель, вида запечатываемого материала, типа краски;

реализация рефлектометрического метода не вызывает затруднений; в этих целях можно использовать любые приборы, работающие на отражение, — фотометры, денситометры, сканеры (следует только иметь в виду, что для исследования увеличения тона при переносе изображений на зеркально отражающие свет материалы нужны фотометры либо снабженные светомерными шарами, либо характеризующиеся геометрией световых пучков типа  $45^\circ/45^\circ$ ).

Корреляция данных о растискивании, полученных разными методами, обсуждается в завершающем разделе статьи.

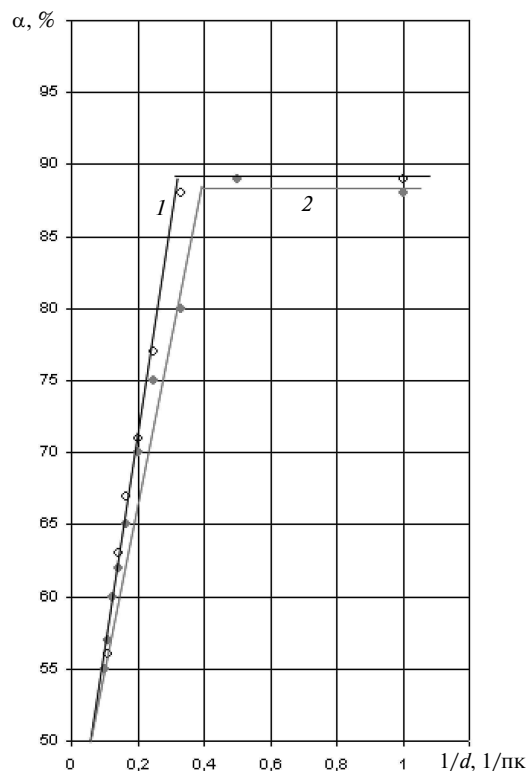


Рис. 2. Зависимости  $\alpha = f(1/d)$  для штриховых модельных образцов, напечатанных методом электрофотографии на мелованной бумаге ( $80 \text{ г/м}^2$ ) по программе Real Dpi 1.1. Ширина штрихов  $d$  от 1 до 10 пк (1 пк = 42 мкм). Кривая 1 — черный тонер, кривая 2 — пурпурный тонер

#### Перспективы использования характеристик $x$ и $R_x$ увеличения тона для определения качества оттисков

Явление растискивания, наблюдающееся при печати электрофотографическим способом, было изучено нами более подробно, чем описано в предыдущем разделе, на модельных образцах, напечатанных на цифровой многокрасочной машине Canon CLC 4040 с использованием бумаг, отличающихся плотностью, и синтетических сухих тонеров нового поколения Canon С-СХV 16, частицы которых размерами около 5 мкм имеют правильную сферическую форму. Рефлектометрия этих образцов показала, что и в этом случае  $R_x \approx 0$ , а характеризуемый параметром  $x$  локальный эффект различен для тонеров разного цвета (см. третий столбец таблицы).

Ширина зоны локального закрашивания пробелов  $x$  при смене подложек изменяется не-

**Показатели увеличения тона при печати на машине Canon CLC 4040 синтетическими тонерами**

Запечатываемый материал	Цвет тонера	Параметр $x$ , мкм	Относительный контраст $K$ , %
Офсетная бумага (80 г/м <sup>2</sup> )	Голубой	180	43
	Пурпурный	290	47
	Желтый	200	38
	Черный	130	35
Мелованная бумага (100 г/м <sup>2</sup> )	Голубой	200	39
	Пурпурный	280	40
	Желтый	210	30
	Черный	140	21
Глянцевая бумага (130 г/м <sup>2</sup> )	Голубой	170	39
	Пурпурный	270	40
	Желтый	200	30
	Черный	130	21

существенно; при этом величина показателя  $x$  для пурпурного тонера примерно вдвое больше, чем для черного. Отсюда следует, что вязкие расплавы тонеров перемещаются через границы штрих-пробел по поверхности бумаг разной пористости не по механизму втягивания в капилляры — они растекаются, и здесь на первый план выходят различия в их физико-химических свойствах, определяющих течение жидкостей под действием силы тяжести — по вязкости, поверхностному натяжению и по плотности.

Одновременно методом денситометрии был определен относительный контраст печати образцов  $K$  (см. формулу (2) и четвертый столбец таблицы). В данном случае ввиду отсутствия «эталонной» фотоформы за величину  $D_{0,8}$  принималось значение оптической плотности поля, электронный образ которого имел относительную площадь печатных элементов  $s = 0,8$ .

Оказалось, что строгой корреляции между двумя группами экспериментальных данных не существует: пурпурные оттиски, демонстрирующие хорошо заметное локальное физическое растискивание, выглядят более контрастными, чем черные. Объясняется это, скорее всего, тем, что

параметр  $K$  зависит не только от локального закрашивания пробелов, но и от оптической плотности сплошных красочных слоев  $D_{\text{спл}}$ , уменьшаясь с ее возрастанием. Величина  $D_{\text{спл}}$  для черных образцов в несколько раз выше, чем для всех остальных, поэтому их низкая контрастность определяется не столько малым значением разности  $(D_{\text{спл}} - D_{0,8})$ , сколько плохой отражательной способностью черной краски. Что же касается сделанного нами вывода о ярко выраженном эффекте растискивания на пурпурных оттисках, то он подтверждается данными микроскопии. Так, например, площади растровых точек при нанесении пурпурной краски на глянцевую бумагу —  $s_m \approx 90$  мкм<sup>2</sup>, а при использовании черного тонера —  $s_m \approx 60$  мкм<sup>2</sup>, т. е. в полтора раза меньше.

Итак, подводя итоги проделанной работе, следует заключить, что широко применяемый для определения качества печати денситометрический метод уступает рефлектометрии: он, безусловно, менее универсален и информативен, а кроме того, по его результатам возможна принципиально неверная оценка масштабов растискивания.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Александров, Д.М. Современные средства повышения качества офсетной печати [Текст] / Д.М. Александров — СПб: Изд-во АО «Текст», 1998. — 75 с.

2. Международный стандарт ISO 12647. Технология полиграфии — Контроль процесса изготовления растровых цветоделенных фотоформ, проб и тиражных оттисков [Текст].

3. **Кузнецов, Ю.В.** Технология обработки изображительной информации [Текст] / Ю.В. Кузнецов—М.—СПб.: Изд-во Петербургского института печати, 2002.— 312 с.

4. **Борисенко, Е.А.** Исследование механизмов физического растискивания. Часть I: Теория [Текст] / Е.А. Борисенко, Е.Л. Виноградов, С.В. Мартыненко // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела.— 2008.— №3.— С. 16–24.

5. **Борисенко, Е.А.** Исследование механизмов физического растискивания. Часть II: Экспериментальное изучение штриховых тест-карт [Текст] / Е.А. Борисенко, Е.Л. Виноградов, И.В. Спирина // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела.— 2008.— №4.— С. 3–7.

6. **Julé I., Nielsen W.** The penetration of light into paper and its effect on halftone reproduction.— TAGA proceeding.— 1951.— P. 65–76.

7. **Борисенко, Е.А.** Сравнительный анализ эффектов физического и оптического растискивания [Текст] / Е.А. Борисенко, Е.Л. Виноградов // Известия высших учебных заведений. Проблемы полиграфии и издательского дела.— 2010.— №4.— С. 26–35.

8. **Борисенко, Е.А.** Увеличение тона при печати триадными красками [Текст] / Е.А. Борисенко, Е.Л. Виноградов, Т.В. Дмитриева // Дизайн. Материалы. Технология.— 2011.— №4(19).— С. 36–39.

9. **Борисенко, Е.А.** Изучение растискивания методом микроскопии тест-карт [Текст] / Е.А. Борисенко, А.П. Быховец, Е.Л. Виноградов // Дизайн. Материалы. Технология.— 2010.— №4(15).— С. 48–51.

10. **Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610502.** Построение кривой для определения геометрических размеров области размытия печатной границы [Текст] / А.И. Новиков.

## REFERENCES

1. **Aleksandrov, D.M.** Sovremennye sredstva povysheniia kachestva ofsetnoi pechati [Tekst] // SPb: AO «Tekst», 1998.— 75 s. (rus.)

2. **Mezhdunarodnyi standart ISO 12647.** Tekhnologiya poligrafii— Kontrol' protsessa izgotovleniia rastroykh tsvetodelennykh fotoform, prob i tirazhnykh ottiskov. (rus.)

3. **Kuznetsov Iu.V.** Tekhnologiya obrabotki izobrazitel'noi informatsii [Tekst] // M.— SPb.: Peterburgskii institut pechati, 2002.— 312 s. (rus.)

4. **Borisenko, E.A.** Issledovanie mekhanizmov fizicheskogo rastiskivaniia. Chast' I. Teoriia [Tekst] / E.A. Borisenko, E.L. Vinogradov, S.V. Martynenko // Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Problemy poligrafii i izdatel'skogo dela.— 2008.— №3.— С. 16–24. (rus.)

5. **Borisenko, E.A.** Issledovanie mekhanizmov fizicheskogo rastiskivaniia. Chast' II. Eksperimental'noe izuchenie shtrikhovykh test-kart [Tekst] / E.A. Borisenko, E.L. Vinogradov, I.V. Spirina // Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Problemy poligrafii i izdatel'skogo dela.— 2008.— №4.— С. 3–7. (rus.)

6. **Julé I., Nielsen W.** The penetration of light into paper and its effect on halftone reproduction.— TAGA proceedings.— 1951.— P. 65–76. (rus.)

7. **Borisenko, E.A.** Sravnitel'nyi analiz effektov fizicheskogo i opticheskogo rastiskivaniia [Tekst] / E.A. Borisenko, E.L. Vinogradov // Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Problemy poligrafii i izdatel'skogo dela. 2010.— №4.— С. 26–35. (rus.)

8. **Borisenko, E.A.** Uvelichenie tona pri pechati triadnymi kraskami [Tekst] / E.A. Borisenko, E.L. Vinogradov, T.V. Dmitrieva // Dizain. Materialy. Tekhnologiya.— 2011.— №4(19). — С. 36–39. (rus.)

9. **Borisenko, E.A.** Izuchenie rastiskivaniia metodom mikroskopii test-kart [Tekst] / E.A. Borisenko, A.P. Bykhovets, E.L. Vinogradov // Dizain. Materialy. Tekhnologiya.— 2010.— №4(15). — С. 48–51. (rus.)

10. **Novikov, A.I.** Svidetel'stvo o gosudarstvennoi registratsii programmy dlia EVM №2011610502. Postroenie krivoi dlia opredeleniia geometricheskikh razmerov oblasti razmytiia pechatnoi granitsy [Tekst]. (rus.)

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ /AUTHORS

**БОРИСЕНКО Екатерина Александровна** — аспирант, ассистент кафедры технологии полиграфического производства Северо-Западного института печати Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна; 191180, пер. Джамбула, д.13, г. Санкт-Петербург, Россия; e-mail: borisenco@inbox.ru  
**BORISENKO Ekaterina A.** — North-West Institute of Printing Arts of St.-Petersburg State University of Technology and Design; 191180, per. Dzhabula 13, St.-Petersburg, Russia; e-mail: borisenco@inbox.ru

**ВИНОГРАДОВ Евгений Леонидович** — доктор технических наук профессор кафедры машин и оборудования энерготехнологических комплексов Института машиностроения «ЛМЗ-ВТУЗ» Санкт-Петербургского государственного политехнического университета; 195197, г. Санкт-Петербург, пр. Полустровский, д.14; e-mail: vinogradov-el@rambler.ru

**VINOGRADOV Eugene L.** — St.-Petersburg State Polytechnical University; 195251, pr. Polyustrovskii 14, St.-Petersburg, Russia; e-mail: vinogradov-el@rambler.ru