

АНАЛИЗ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ТОЧНОСТИ СОВМЕЩЕНИЯ КРАСОК

О.В. Трапезникова

Омский государственный технический университет, г. Омск

К числу основных контролируемых показателей, характеризующих качество многокрасочного изображения на печатном изделии, относится совмещение красок. Совмещение красок на оттиске представляет собой технологическую операцию, состоящую в нанесении на запечатываемую подложку отдельных печатных красок для формирования совмещенного многокрасочного изображения на печатном изделии в соответствии с требованиями его целостности и информативности. Контроль и оценку совмещения красок на оттиске осуществляют различными методами и проводят по приводочным крестам, тест-объектам или по полученному изображению. Актуальность работы обоснована тем, что анализ запатентованных методов контроля совмещения красок при печатании и рекомендуемых стандартизированных методов показал, что для них свойственна высокая трудоемкость, наличие специальных устройств для проведения контроля, нестабильность оценки результата, а также они не обеспечивают нужную точность и объективность определения параметров совмещения красок. Это приводит к ухудшению качества напечатанных оттисков и появлению брака.

В работе разработан алгоритм оценки смещения контрольных меток с применением оптических измерительных приборов и идентификацией полученного результата совмещения красок с вариантами компьютерного моделирования, с последующей статистической обработкой данных. Предложенный подход обеспечивает достоверность контроля совмещения красок и точность определения параметров его стабилизации (0,05-0,01 мм), а также позволяет объективно управлять процессом совмещения красок для обеспечения качества печатных изделий.

Ключевые слова: метод контроля совмещения красок, приводочная метка, точность контроля, поле допуска

ВВЕДЕНИЕ

Важным показателем качества печатной продукции является точность совмещения красок печатных оттисков. Все элементы многокрасочного изображения на печатном изделии образованы отдельными красками, а каждая составляющая красок имеет тенденцию смещения относительно друг друга. Это снижает графическую точность, точность цветопередачи и характеризуется как дефект – несовмещение по причине неточной приводки печатных форм.

Важнейшая задача в процессе нанесения изображения при изготовлении печатного изделия – свести их воедино, чтобы из-под одной метки не было видно другой (рис. 1).

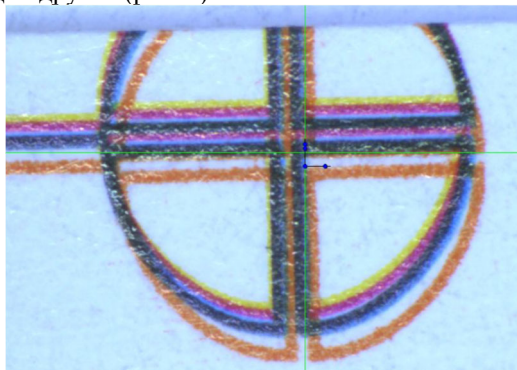


Рис. 1. Положение приводочной метки, визуализирующей несовмещения красок

Для удобного контроля и определения совмещения красок между секциями печатной машины используются так называемые регистрационные метки, помещаемые за границу полезной области на полях бумаги, и которые имеют небольшую ширину (порядка 0.25 пункта) [1, 2].

Погрешности измерений оказывают влияние на результаты контроля образцов продукции.

При контроле качества продукции, определяемые параметры которых находятся близко к границе допустимых значений, из-за погрешности измерений часть годных изделий может быть забракована и часть бракованных изделий может быть принята как годные.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

За последние два десятилетия были разработаны различные подходы контроля совмещения красок. В патенте SU 1 313 736 A1 [3] для осуществления способа контроля совмещения красок используют устройство (рис. 2). Устройство состоит из линзового линейного растра 1, представляющего собой набор оптических растровых элементов, измерительной шкалы 2 с делительными штрихами, которая закреплена на гладкой площадке, выполненной с рельефной стороны линейного растра 1 на глубине не менее h , и линейной шкалы 3. Делительные штрихи измерительной шкалы 2 выполнены параллельными оптическим растровым элементам. Период растра 1 равен периоду измерительной шкалы.

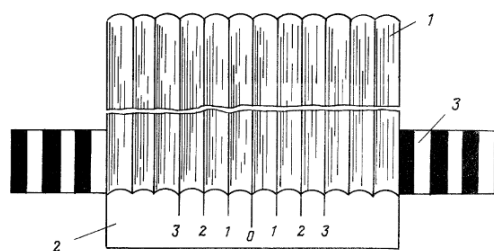


Рис. 2. Устройство для осуществления способа контроля совмещения красок

Сущность способа контроля совмещения красок заключается в следующем. На оттиске, изготовленном с кодированным изображением и линейной шкалой, размещенной на полях, формируют муаровую картину при совмещении линзового линейного растра 1 с линейной шкалой 3. Муаровая картина, как и линейная шкала 3, состоит из непрозрачных 4 и прозрачных 5 муаровых полос соотношением (1:1). Непрозрачные муаровые полосы 4 образуются вследствие увеличения штрихов линейной шкалы 3 линзовым линейным растром 1, причем каждая часть штриха (по ширине), равная Δ , увеличивается до величины периода линзового линейного растра 3. Это позволяет контролировать несовмещение красок с точностью Δ . В качестве параметра контроля выбирают отклонение муаровой полосы от выбранной точки отсчета (рис. 3). Точку отсчета выбирают в соответствии с выполнением растра 1. При этом в процессе контроля совмещения красок растр 1 перемещают в направлении, перпендикулярном линиатуре шкалы 3, в положение, при котором цифра 0 измерительной шкалы 2 совпадает с границей несовмещения двух красок. После этого с помощью измерительной шкалы 2 определяют величину несовмещения красок.

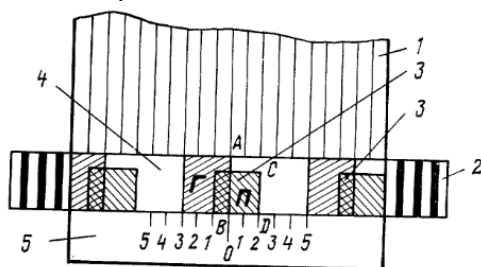


Рис. 3. Схема оценки точности совмещения красок

Контроль совмещения красок при печати, по нанесенным красками базовой и контрольным меткам на движущееся бумажное полотно предложен в патенте SU 1 044 467 A1 [4]. Суть метода контроля заключается в определении при считывании меток скорости движения бумажного полотна, измерении расстояния между метками, сравнении полученных значений измерений с заданными и определении степени совмещения красок при печати. Для этого печатают дополнительную базовую метку, расположив между обеими базовыми метками

контрольные метки, одновременно со считыванием меток регистрируют время появления меток, измеряют скорость движения бумажного полотна относительно базовых меток и по полученным измеренным значениям вычисляют расстояние между метками, после чего осуществляют сравнение полученных значений с заданными.

На рисунке 4 изображена структурная схема устройства для осуществления данного способа. Устройство содержит бумажное полотно 1, на котором печатают контрольные метки 2, фотодатчик 3, вторичный преобразователь 4, устройство 5 связи с вычислительной машиной, вычислительная машина 6, информационное табло 7 печатника.

Рассмотренные методы не обеспечивают нужную точность и объективность определения параметров совмещения красок, что приводит к ухудшению качества напечатанных оттисков и появлению брака.

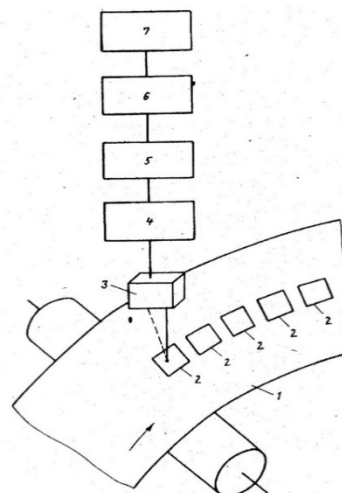


Рис. 4. Структурная схема устройства

Согласно государственному стандарту республики Беларусь СТБ 1783-2007 [5] методика контроля точности совмещения красок заключается в том, что из тиража (из любой ее части) берется выборка в 50 экземпляров, далее по заданному допуску определяется наибольшая допустимая ширина интервала измерений и их количества согласно таблице 1.

Табл. 1. Допуски на совмещение красок

Допуск на совмещение красок, мм	Количество интервалов	Ширина интервала, мм
0.05	(1) 2	0.05
0.1	(2) 4	0.05
0.15	(3) 6	0.05

Производят замеры расстояний между отпечатанными контрольными метками 5 (рис. 5) на участках меток с наиболее четкими краями, при условии, что выбранные базы не должны изменяться в пределах каждой отдельной серии замеров.

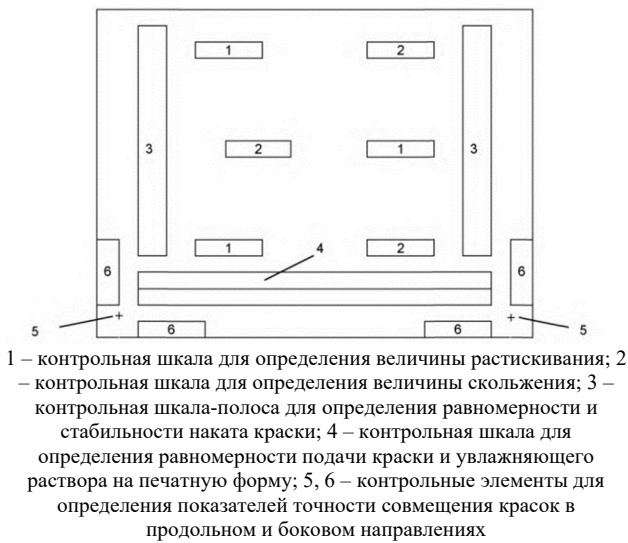


Рис. 5. Схема тест-формы

Измерения контрольных меток, представляющих собой отпечатанные контрастной краской штрихи шириной до 0,1 мм и длиной 15-30 мм, производят с применением оптических измерительных приборов или нониусных шкал. Две контрольные метки для определения несовмещения красок в продольном направлении должны располагаться параллельно передней кромке контрольного оттиска на его боковом поле в месте расположения бокового упора механизма равнения. С целью удобства измерений рекомендуют контрольные метки печатать с предварительным смещением относительно друг друга на величину 0,5-1,0 мм.

При контроле конусными шкалами 6 (рис. 6) непосредственно по оттиску производится отсчет положения нониусной шкалы относительно основной шкалы. Число делений на нониусной шкале должно быть равно 20 при ее длине 39 мм. Интервал деления основной шкалы составляет 1,0 мм, а на нониусной шкале – 1,95 мм.



Рис. 6. Нониусная шкала

Смещение начала нониусной шкалы показывает величину несовмещения красок с интервалом 1,00 мм, а по совпадению штрихов нониусной и основной шкал определяется величина несовмещения с точностью до 0,05 мм.

Результаты измерений сводятся в установленную форму и определяется нулевое значение. При отсутствии предварительного смещения контрольных меток нулевым значением считается наименьшая величина толщины измеряемого штриха.

При предварительном смещении контрольных меток нулевым значением считается величина, расположенная на стыке интервалов, на которых

расположено наибольшее число замеренных значений. Определяется количество значений в интервалах, отсчитанных от нулевого значения.

Машина соответствует требованиям по показателю точности совмещения красок, если распределение значений по интервалам отвечает следующим соотношениям (табл. 2).

Табл. 2. Распределение значений по интервалам

Количество интервалов	Ширина интервала	Количество значений в интервале
2(1)	От 0 до $\pm \frac{1}{2} \delta$	Не менее 28
	Свыше $\pm \frac{1}{2} \delta$ до $\pm \delta$	Не менее 22
4(2)	От 0 до $\pm \frac{1}{2} \delta$	Не менее 36
	Свыше $\pm \frac{1}{2} \delta$ до $\pm \delta$	Не менее 14*
6(3)	От 0 до $\pm \frac{1}{3} \delta$	Не менее 28
	От 0 до $\pm \frac{2}{3} \delta$	Не менее 44
	Свыше $\pm \frac{2}{3} \delta$ до $\pm \delta$	Не более 6*

*Допускается наличие в выборке не более 1 листа с величиной несовмещения красок, превышающей $\pm \delta$

Величина допуска δ составляет для машин формата:

До 54 x 74 на мелованной бумаге 0,05; на офсетной – 0,1;

Свыше 54 x 74 на мелованной бумаге 0,01; на офсетной – 0,15;

Рекомендуемая величина допуска представлена для ограниченного числа видов бумаги. Однако выбор и определение нулевой отметки – условен, что снижает объективность и точность контроля.

Цель работы – повышение точности контроля совмещения красок на многокрасочных печатных изделиях, подтверждает ее актуальность.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При многоцветной печати с учетом допустимых отклонений от «контрольного креста» наблюдается несовпадение цветowych отпечатков монокрасок, которое варьируется от полного несовпадения до незначительного.

Для достижения поставленной цели предлагается следующее. Выделим на отпечатанном многокрасочном изображении тестовый образец в виде прямоугольника, содержащий систему из $m \times n$ окрашенных микроточек, которые в идеальном варианте являются кругами. Радиус моноотпечатка r принимается равным 1 мкм.

Измерения контрольных меток производят с применением оптических измерительных приборов. Для определения геометрических характеристик тестового элемента разработан алгоритм с использованием бесконтактного метода измерения при помощи видеоизмерительной машины микроскопа

VMM 150, произведенный фирмой «Walter Uhl technische Mikroskopie GmbH & Co» (рис. 7, 8).

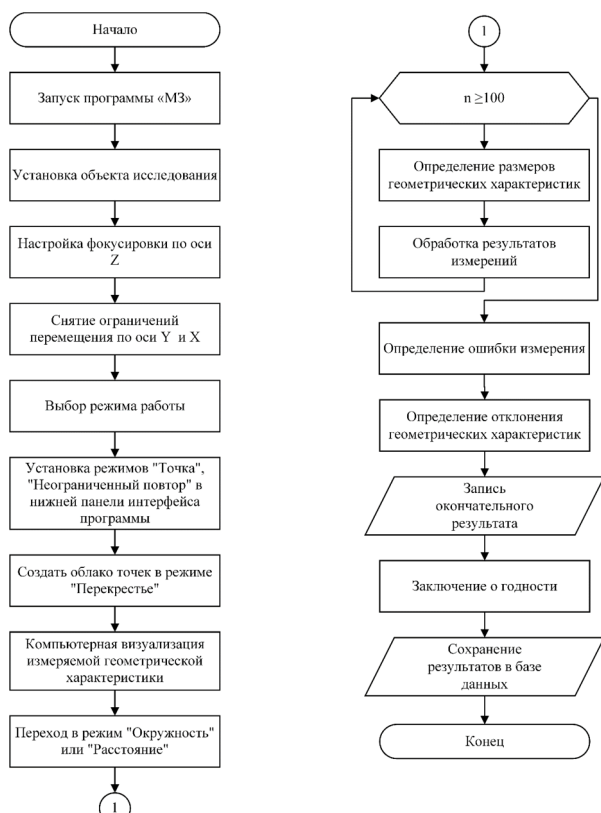


Рис. 7. Алгоритм измерения отклонений

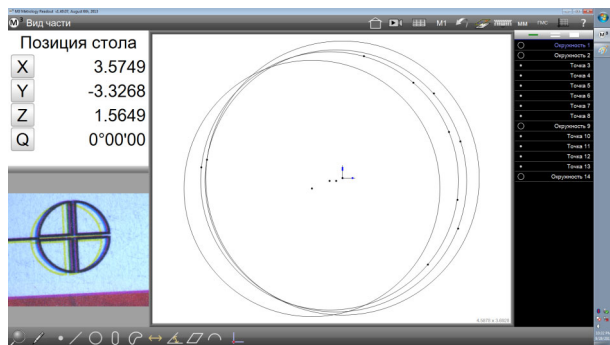


Рис. 8. Компьютерная визуализация

С аналитической точки зрения при введении системы координат на тестовом образце каждый из кругов допусков будет задаваться своим неравенством вида

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 \leq R^2, \quad (1)$$

где (x_0, y_0) – центр данного круга допусков; (x, y) – произвольная точка круга допусков, включая границу.

Чтобы проверить принадлежит ли моноотпечаток полю допусков, достаточно подставить координаты центра моноотпечатка (или координаты любой его точки) в данное неравенство (1) вместо (x, y) и убедиться в том, что неравенство выполняется. При

этом радиус R поля допусков нужно уменьшить на 1мкм, если используются координаты центра моноотпечатка (или на 2 мкм, если используются координаты произвольной точки моноотпечатка), чтобы убедиться в том, что моноотпечаток полностью находится внутри круга допусков радиуса R .

В силу возможного смещения крестов для различных красок относительного контрольного креста (и, следовательно, смещения поля допуска) для качественной печати необходимо, чтобы моноотпечаток каждой краски попадал не только в поле допуска контрольного креста, но и во все три (при трехцветной печати) поля допусков (рис. 9).

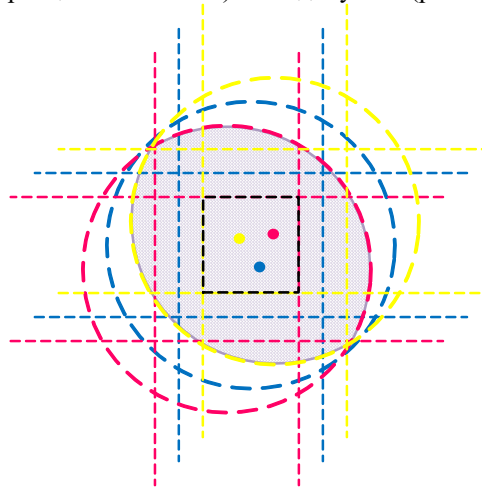
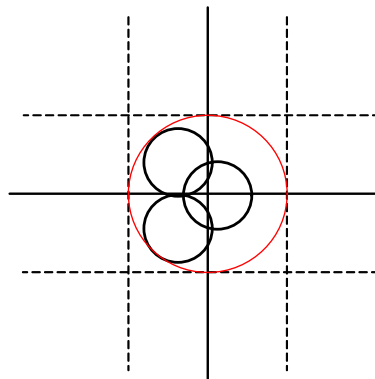


Рис. 9. Пример совмещения полей допусков для трех красок

То есть необходимо выполнение неравенств вида (1) для каждого из трех моноотпечатков и каждого поля допуска.

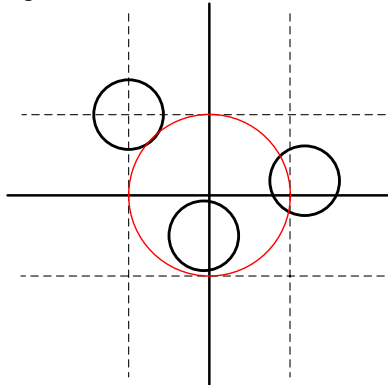
Для анализа и выводов о качестве печати необходимо классифицировать на сканированном изображении, переданном на компьютер, экспериментальные расположения моноотпечатков относительно поля допуска по следующим вариантам.

1. Вариант P_1 . Все моноотпечатки попадают в поле допуска (в пересечение всех требуемых полей допусков).



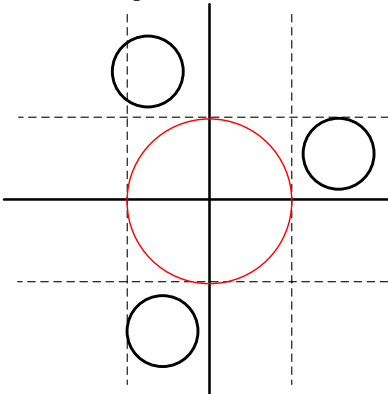
Вариант P_1

2. Вариант P_2 . Некоторые моноотпечатки пересекают границу поля допуска или касаются ее внешним образом.



Вариант P_2

3. Вариант P_3 . Все моноотпечатки находятся вне поля допусков и его границы.



Вариант P_3

Для исследования качества печати при контроле показателя совмещения красок, в первую очередь, целесообразно с учетом допусков построить полигон (рис.10).

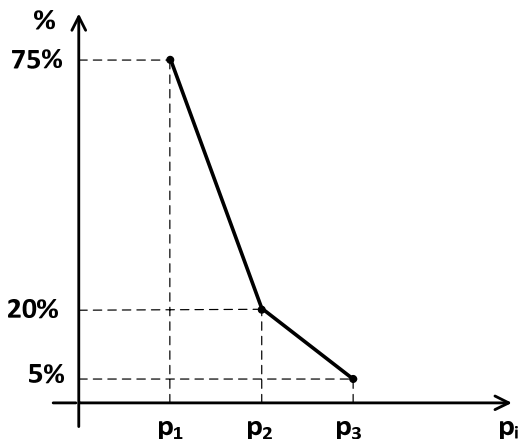


Рис. 10. Полигон относительных частот позиций P_i в процентах

Полигон строится относительных частот (в процентах) количества микроточек, в которых происходит наложение (совмещение) моноотпечатков в различных случаях: от случая отсутствия

совмещений до случая совмещения всех трех красок. Процентное соотношение вариантов P_1, P_2, P_3 должно обеспечивать требуемое качество печати.

Возрастание ломаной полигона относительных частот свидетельствует о хорошем качестве печати. Статистическая обработка практических исследований показывает, что это соотношение должно быть близко к такому распределению: $P_1: P_2: P_3 = 75\%: 20\%: 5\%$.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассматриваемый подход позволяет оценить величину смещения моноотпечатка относительно (тестовой точки). Смещение контура растровой точки происходит относительно ее центра неравномерно, что способствует потере полной или частичной потере отдельных элементов изображения. Предложенный подход к определению смещения слоев печати дает возможность усовершенствовать метод контроля смещения красок при печатании, аппаратные и программные средства контроля многокрасочного изображения, а также автоматизировать процесс контроля.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Стандарты качества полиграфической продукции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://1pk.ru/assets/images/06-07-13.pdf>.
2. Инструкция по организации контроля качества полуфабрикатов и готовой печатной продукции [Текст] / ВНИИ комплексных проблем полиграфии. – М.: Книга, 1970. – 285 с.
3. Пат. 1313736 Российская Федерация, МПК В41М 3/06. Способ контроля совмещения красок при полиграфическом воспроизведении стереоскопических изображений и устройство для его осуществления [Текст] / Нарышкин В.Н., Карпенко Э.С., Королев Р.Н.; заявитель и патентообладатель Киевский филиал по специальным видам печати всесоюзного научно-исследовательского института комплексных проблем полиграфии. – № 3867146; заявл. 08.01.1985; опубл. 30.05.1987.
4. Пат. № 1044467 Российская Федерация, МПК В41F 33/14. Способ контроля совмещения красок при печати [Текст] / Батюшко А.Л., Карпухин Г.П., Масалова Л.С., Пушкин А.Т., Шахмундес Л.А.; заявитель и патентообладатель Всесоюзный научно-исследовательский институт комплексных проблем полиграфии. – № 3396453; заявл. 08.02.1982; опубл. 30.09.1983.
5. СТБ 1783-2007. Машины печатные офсетные листовые. Методы контроля технологических параметров [Текст]. – Введ. 2008-02-01. – Минск : Госстандарт, 2007. – 20 с.

Трапезникова Ольга Валерьевна – старший преподаватель, Омский государственный технический университет, e-mail: ol-trapeznikova@yandex.ru.

ANALYSIS OF METHODS FOR CONTROLLING THE ACCURACY OF PAINT MATCHING

O.V. Trapeznikova

Omsk State Technical University, Omsk

Abstract – One of the main controlled indicators that characterize the quality of a multicolored image on a printed product is the combination of colors. The combination of colors on the impression is a technological operation that consists in applying separate printing inks to the printed substrate to form a combined multicolored image on the printed product in accordance with the requirements of its integrity and informativeness. Control and evaluation of the combination of colors on the impression is carried out by various methods and is carried out on the drive crosses, test objects or on the resulting image. The relevance of the work is justified by the fact that the analysis of the patented methods of controlling the combination of paints in printing and the recommended standardized methods showed that they are characterized by high labor intensity, the presence of special devices for monitoring, instability of the result evaluation, and they do not provide the necessary accuracy and objectivity in determining the parameters of the combination of paints. This leads to a deterioration in the quality of the printed prints and the appearance of defects.

The paper develops an algorithm for estimating the displacement of control marks using optical measuring devices and identifying the resulting result of combining colors with computer modeling options, followed by statistical data processing. The proposed approach provides reliable control of the color combination and the accuracy of determining the parameters of its stabilization (0.05-0.01 mm), and also allows you to objectively control the process of combining colors to ensure the quality of printed products.

Index terms: method of color registration control, register mark, control accuracy. tolerance field.

REFERENCES

1. *Quality standards for printing products*, accessed May 25, 2021, <http://1pk.ru/assets/images/06-07-13.pdf>.
2. *Instructions for organizing quality control of semi-finished products and finished printed products*. Moscow, Russia: Book, 1970.
3. Naryshkin V.N., E.S. Karpenko, and R.N. Korolev, "A method for controlling the alignment of paints during printing reproduction of stereoscopic images and a device for its implementation," RU Patent 1313736, 1987.
4. Batiushko A.L., G.P. Karpukhin, L.S. Masalova, A.T. Pushkin, and L.A. SHakhmundes, "Method for controlling ink registration during printing," RU Patent 1044467, 1983.
5. STB 1783-2007. Offset sheet-fed printing machines. Technological parameters control methods, 2007.

Trapeznikova Ol'ga Valer'vna – Senior Lecturer, Omsk State Technical University, e-mail: ol-trapeznikova@yandex.ru..