

УДК 655.3.022.1

**В. Ф. Морфлюк, И. С. Карпенко, В. В. Чуркин**

Издательско-полиграфический институт Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

**МЕТОД ЦИФРОВОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ  
МОДЕЛИРОВАНИЯ СОВМЕЩЕНИЯ КРАСОК  
В ЛИСТОПЕРЕДАЮЩЕЙ СИСТЕМЕ ПЕЧАТНЫХ МАШИН**

Разработан метод цифрового определения параметров моделирования совмещения красок в листовых печатных машинах на основе объективной обработки амплитудно-временных параметров импульсных сигналов с оптических датчиков, которые устанавливаются в листопередающей системе печатной машины по обе стороны прохождения листа и передают информацию об ориентации листа на основе специальных меток в виде прямоугольных треугольников.

Применение цифровых средств измерения, обработки и анализа информации, поступающей от средств аналого-цифрового преобразования импульсных сигналов в ЭВМ, и объективных методов статистического оценивания и определения параметров моделирования совмещения красок позволило на основе программного управления процессом контроля диагонального, поперечного и продольного совмещения красок автоматизировать процесс, обеспечивая его реализацию в реальном масштабе времени.

Метод цифрового определения параметров моделирования совмещения красок обеспечивает достоверность контроля совмещения красок и точность определения параметров его стабилизации (0,05–0,01 мм), а также дает возможность объективного управления процессом совмещения красок для обеспечения качества печатной продукции и минимизации технологических потерь процесса печати (остановки печатной машины, бумажные отходы).

**Ключевые слова:** совмещение красок, статистическая обработка, временные модели совмещения красок, продольное, поперечное и диагональное совмещение красок, листопередающая система.

**V. F. Morflyuk, I. S. Karpenko, V. V. Churkin**Institute of Publishing and Printing National Technical University of Ukraine  
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”**THE METHOD OF DIGITAL DETERMINING  
THE MODELING PARAMETERS OF REGISTER THE COLORS  
IN SHEET TRANSFER SYSTEM IN PRINTING PRESS**

The article deals with the method of digital determining of timing models of color register in sheet-fed presses based on the objective processing of amplitude and time parameters of the pulse signals from the optical sensors installed in sheet transfer system of sheet-fed presses on both sides of sheet travel and transmitting information based on the orientation of the sheet special marks in the form of right-angled triangles.

The use of digital measurement tools, processing and analysis of information coming from the means of analog-to-digital conversion of pulse signals into a computer, and objective methods using statistical estimation and definition of timing models of colour register allowed to automate the process, ensuring its implementation in real time on the basis of program control of the longitudinal, transverse and diagonal color register.

The method of determining the timing models of the color register provides the control accuracy of the color register and accuracy of parameters stabilization (0.05–0.01 mm) as well as allows an objective process control by the color register to provide the printing product quality and minimize process losses of the printing process (the printing machine lockup, paper waste).

**Key words:** color register, statistical processing, timing models of the color register, the longitudinal, transverse and diagonal color register, sheet transfer system.

**Введение.** Важным показателем качества печатной продукции является точность совмещения красок печатных оттисков на каждой секции многокрасочных печатных машин. В современных листовых машинах совмещение красок не должно превышать 0,01–0,05 мм [1–3].

Такая точность при высокой скорости транспортировки листа ставит перед листопередающей системой повышенные требования.

При печати многокрасочных оттисков в современных печатных машинах необходимую точность совмещения красок могут обеспечить

только высокоточные листоподающие системы с использованием средств объективного контроля и стабилизации диагонального, поперечного и продольного совмещения красок в реальном масштабе времени в отличие от технологий с идеологией полуавтоматического или автоматизированного измерения и анализа совмещения красок после формирования печатных оттисков, что увеличивает технологические потери в процессе печати [2, 4].

Одной из основных задач листоподающей системы печатной машины является определение и стабилизация параметров поперечного, продольного и диагонального совмещения красок, что обеспечивает качественную печать. Поперечное совмещение красок заключается в точности наложения красок перпендикулярно движению листа, продольное совмещение красок характеризуется точностью наложения красок по направлению движения листа, диагональное совмещение красок определяется определенным углом нанесения печатного оттиска.

В листовых печатных машинах проблема совмещения красок решается приведением формного цилиндра непосредственно перед печатью тиража [1, 3]. Процесс контроля поперечного, продольного и диагонального совмещения красок выполняется в большинстве машин путем печати пробного отпечатка с помощью анализа технологических меток, а его стабилизация выполняется механизмами осевого, кругового и диагонального приведения в начале печати. Осевая приводка заключается в перемещении формного цилиндра вдоль его оси, круговая приводка выполняется поворотом формного цилиндра относительно его оси вращения, диагональная приводка выполняется угловым перемещением оси формного цилиндра относительно одной опоры или смещением заднего края формы в осевом направлении. При обнаружении дефектов совмещения красок при печати тиража данная проблема решается только полной остановкой печатного станка.

На незначительных скоростях контроль и стабилизация совмещения красок осуществляются визуально. При печати продукции на высоких скоростях визуальный контроль совмещения красок возможен только выборочно, что является малоэффективным, не обеспечивает нужную точность и объективность определения параметров совмещения красок, приводит к ухудшению качества напечатанных оттисков и появлению брака.

Анализ технических средств для определения параметров совмещения красок в современных печатных машинах, как субъективного (лупы и ручные микроскопы с микрометрическими шкалами) [6] так и объективного харак-

тера (автоматизированная измерительная балка) [2, 5], свидетельствует о недостаточном использовании методов статистического оценивания в связи с применением аналоговых принципов обработки информации в отличие от цифровых методов обработки. За счет использования современных программно-аппаратных средств цифровой обработки информации возможна реализация статистического определения ориентации бумаги в листоподающей системе печатной машины, что существенно повысит точность совмещения красок и позволит оптимизировать процесс печати.

Системы автоматического определения параметров совмещения красок, применяемые в настоящее время, выполняют их контроль после прохождения листами последней печатной секции и в полной мере не обеспечивают точность и достоверность параметров качества печатной продукции, требующей применения цифровых статистических методов оценки и определения амплитудно-временных параметров моделей совмещения красок, которые позволяют их использование на каждой печатной секции в реальном масштабе времени [7, 8].

Анализ современных средств контроля и стабилизации процесса совмещения красок показывает, что только за счет использования современных программно-технических средств автоматизации измерения и методов цифровой обработки информации возможно существенно повысить точность измерения совмещения красок (0,01–0,05 мм) и его регулирования и значительно уменьшить время технологических остановок печатной машины, которое негативно влияет на показатели эффективности печати.

Исходя из требований к функционированию цифровой подсистемы измерения и регулирования параметров совмещения красок в листоподающей системе печатных машин определены основные характеристики средств контроля и стабилизации данного процесса: объективность, высокие достоверность и точность определения параметров совмещения красок; скорость функционирования (реализация контроля и стабилизация параметров ориентации листа относительно формного цилиндра в реальном масштабе времени); возможность расположения контрольно-блокирующих средств в начале печатных секций машины для проведения анализа ориентации листа перед формированием печатного оттиска.

Использование традиционных методов определения амплитудно-временных параметров импульсных сигналов [9–11] для процессов контроля и регулирования совмещения красок, которые заключаются в субъективной оценке базовой, вершинной линий и амплитуды, ведут

к значительной погрешности, не дают возможности автоматизации технологических процессов, а в случаях работы на фоне шумов и вибраций ведут к ошибкам. Использование аналогового принципа контроля совмещения красок на основе аппаратных средств позволяет улучшить условия для автоматизации технологических процессов, но не обеспечивает скорой адаптации при изменении условий и технологических параметров процессов в листовых печатных машинах. Для исключения субъективной оценки и получения достоверных результатов процессов контроля и регулирования совмещения красок предлагается метод цифрового определения параметров моделирования совмещения красок в листопередающей системе, который имеет значительное быстродействие и предназначен для автоматизации процесса контроля совмещения красок печатных оттисков на многокрасочных листовых печатных машинах.

Метод цифрового контроля базируется на использовании ПЭВМ [7, 8], которые позволяют выполнять быструю адаптацию при изменении алгоритма контроля и обеспечивают повышение точности, быстродействия и надежности измерения и анализа совмещения красок для выявления и устранения недостатков при печати. Применение методов объективного контроля возможно осуществлять только за счет использования современных цифровых систем с применением специальных программно-аппаратных средств, которые позволяют интегрировать процессы измерения и анализа информации для стабилизации технологического процесса печати.

В связи с этим актуальной научной задачей является разработка метода цифрового определения параметров моделирования совмещения красок в листовых печатных машинах на основе объективной обработки амплитудно-временных параметров импульсных сигналов датчиков сканирования технологических меток с использованием цифровых средств измерения и анализа информации, что обеспечит необходимую достоверность контроля совмещения красок и точность определения параметров его стабилизации (0,05–0,01 мм) в листопередающих системах печатных машин.

**Основная часть.** На основе обоснованных направлений автоматизации процесса определения параметров моделирования совмещения красок в листопередающей системе в реальном масштабе времени с применением быстродействующих цифровых программно-аппаратных средств получения, анализа и обработки информации на базе использования временных характеристик импульсных сигналов применяется следующее программно-техническое обес-

печение [12]: электронно-вычислительная машина, аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и оптические датчики для идентификации параметров ориентации технологических меток запечатываемого листа.

Функционирование цифровых средств контроля и определения параметров стабилизации совмещения красок базируется на использовании импульсных сигналов с оптических датчиков, которые устанавливаются в листопередающей системе печатной машины по обе стороны прохождения листа и передают информацию об ориентации листа на основе специальных меток в виде прямоугольных треугольников. Импульсные сигналы с помощью АЦП для левой и правой меток превращаются в цифровые коды и записываются в память ЭВМ для дальнейшего анализа, обработки и определения параметров стабилизации параметров поперечного, продольного и диагонального совмещения красок и его регулирования.

Метод объективного цифрового контроля параметров моделирования совмещения красок в листопередающей системе печатной машины базируется на реализации процессов измерения, обработки и анализа исходной информации аналого-цифрового преобразователя, на который подается значение напряжения с оптического датчика, которая пропорциональна освещению от метки и за ее пределами на листе бумаги. На выходе АЦП формируется цифровой массив амплитуд ( $A_{АЦП}$ ), которые соответствуют напряжению в соответствующий момент времени согласно алгоритму управления АЦП (рис. 1).

Актуальным решением проблемы объективного определения совмещения красок является определение и анализ временных характеристик импульсных сигналов ( $\tau_{izm}$  и  $\tau_{imp}$ ), которые моделируют ориентацию листа бумаги в печатной машине и определяются на основе амплитуды импульсного сигнала ( $A_{imp}$ ), расчет которой базируется на применении статистического оценивания результатов измерений в соответствии с законом Гаусса на основе критерия Пирсона и Шовене [13].

Для статистической обработки цифровых измерений, полученных после аналого-цифрового преобразования импульсных сигналов, массив данных делится на две зоны ( $0-A_{0,5imp}$  и  $A_{0,5imp}-A_{imp}$ ) для анализа измерений на нормальное распределение по критерию  $\chi^2$  и исключения возможных измерений, которые могут появляться на фронте и срезе импульсного сигнала, по критерию Шовене, с целью повышения точности определения математического ожидания ( $P_B$ ,  $P_T$ ) в каждой из зон импульсного сигнала [13].

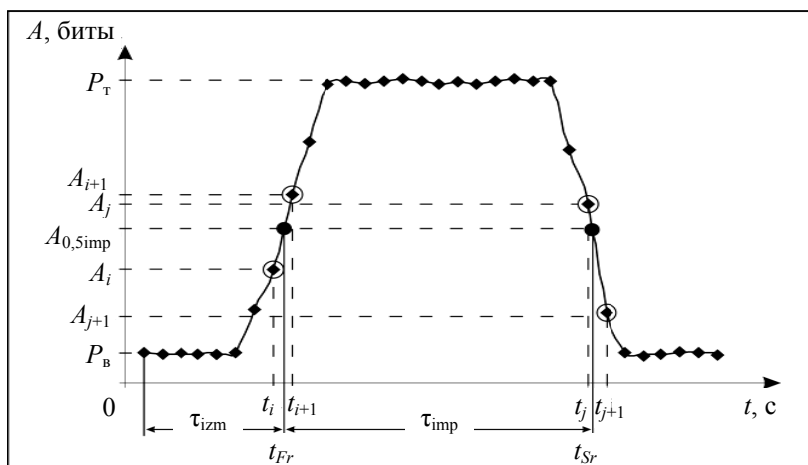


Рис. 1. Цифровая форма импульсного сигнала для определения параметров моделирования совмещения красок в листовых печатных машинах:

- $P_T, P_B$  — верхняя и базовая линии импульсного сигнала;
- $A_{0,5imp}$  — уровень амплитуды средней линии импульсного сигнала;
- $A_i, A_{i+1}, A_j, A_{j+1}$  — уровень амплитуды  $i$ -го,  $(i + 1)$ -го,  $j$ -го,  $(j + 1)$ -го измерений соответственно;  $t_i, t_{i+1}$  — время формирования цифрового кода  $i$ -го и  $(i + 1)$ -го измерений;  $t_j, t_{j+1}$  — время формирования цифрового кода  $j$ -го и  $(j + 1)$ -го измерений;  $\tau_{izm}$  — время до формирования импульса;  $\tau_{imp}$  — длительность импульса;  $t_{Fr}$  — время середины фронта импульсного сигнала;  $t_{Sr}$  — время середины среза импульсного сигнала

Цифровая оценка временных параметров однократных импульсных сигналов, моделирующих диагональное, поперечное и продольное совмещение красок, базируется на статистическом методе определения амплитуды как моды плотности вероятности массива амплитуд импульсного сигнала, и вычисляется на основе разницы максимальных значений срезаемого распределения:

$$A_{imp} = |P_T - P_B|. \quad (1)$$

На основе амплитуды для каждой из меток вычисляется момент времени  $t_{Fr}$  и  $t_{Sr}$  на уровне  $A_{0,5imp}$  по специальному алгоритму обработки параметров импульсных сигналов:

$$A_{0,5imp} = 0,5 A_{imp} + P_B; \quad (2)$$

$$t_{Fr} = k_{Fr} \Delta t; \quad (3)$$

$$t_{Sr} = k_{Sr} \Delta t, \quad (4)$$

где  $\Delta t$  — шаг квантования;  $k_{Fr}, k_{Sr}$  — коэффициенты фронта и среза импульсного сигнала, которые рассчитываются по следующим аналитическим выражениям:

$$k_{Fr} = \frac{0,5(P_B + P_T) + A_i}{A_{i+1} - A_i} + i; \quad (5)$$

$$k_{Sr} = \frac{0,5(P_B + P_T) - A_j}{A_j - A_{j+1}} + j, \quad (6)$$

где  $i$  и  $(i + 1)$  — номера предыдущего и следующего измерений относительно уровня  $A_{0,5imp}$  цифровых кодов АЦП на фронте импульсного сигнала;  $j$  и  $(j + 1)$  — номера предыдущего и следующего измерений относительно уровня  $A_{0,5imp}$  цифровых кодов АЦП на срезе импульсного сигнала.

Шаг квантования определяется по формуле

$$\Delta t = \frac{l_{metki}}{k_{izm} V_{dv}}, \quad (7)$$

где  $l_{metki}$  — длина средней линии метки в форме прямоугольного треугольника;  $k_{izm}$  — количество аналого-цифровых преобразований, сформировавших цифровой массив амплитуд;  $V_{dv}$  — скорость движения листа в листопередающей системе.

На основе временных параметров фронта и среза импульсных сигналов меток ( $t_{Fr}$  и  $t_{Sr}$ ) определяются цифровые значения времени  $\tau_{izm}$  и  $\tau_{imp}$  для левой и правой меток по следующим формулам:

$$\tau_{izm} = t_{Fr} - t_n; \quad (8)$$

$$\tau_{imp} = t_{Sr} - t_{Fr}. \quad (9)$$

Момент времени начала преобразования однократных аналоговых сигналов ( $t_n$ ) определяется датчиком синхронизации, который идентифицирует подачу листа перед вхождением его в печатную секцию.

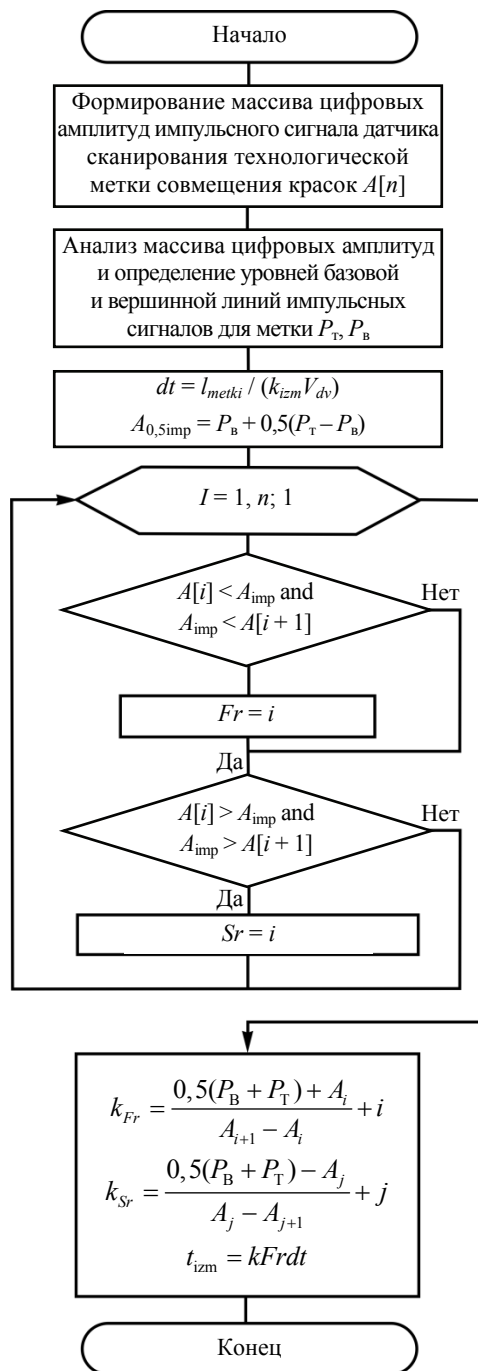


Рис. 2. Алгоритм определения параметров моделирования совмещения красок в листопередающей системе печатных машин

Разработанный алгоритм цифрового определения параметров моделирования совмещения красок (рис. 2) реализован в прикладном программном обеспечении объективного контроля и определения направления и параметров стабилизации совмещения красок в листопередающих системах печатных машин с использованием модульного принципа построения на основе языка C++ [14].

На основе временных параметров импульсных сигналов ( $\tau_{izm}$ ,  $\tau_{imp}$ ) для каждой из специальных технологических меток проводится их анализ для определения направления (diag, rorer, pozd) и параметров ( $\alpha$ ,  $l_1$ ,  $l_2$ ) стабилизации диагонального, поперечного и продольного совмещения красок на базе разработанных математических моделей [15], что обеспечивает процесс объективного управления совмещением красок в листопередающих системах.

**Заключение.** Объективная обработка амплитудно-временных параметров импульсных сигналов датчиков сканирования технологических меток на основе использования цифровых средств измерения и анализа информации обеспечивает достоверность контроля совмещения красок и точность определения параметров его стабилизации (0,05–0,01 мм) в листопередающих системах печатных машин.

Применение цифровых средств измерения, обработки и анализа информации и объективных методов статистического оценивания и определения параметров моделирования совмещения красок позволяет на основе программного управления процессом контроля диагонального, поперечного и продольного совмещения красок автоматизировать процесс, обеспечивая его реализацию в реальном масштабе времени.

Метод цифрового определения параметров моделирования совмещения красок дает возможность объективного управления процессом совмещения красок для обеспечения качества печатной продукции и позволяет минимизировать технологические потери процесса печати (остановки печатной машины, бумажные отходы).

### Литература

1. Друкарське устаткування: підручник / Я. І. Чехман [и др.]. Львів: Українська академія друкарства, 2005. 468 с.
2. Печатные системы фирмы Heidelberg: Офсетные печатные машины / В. И. Штоляков [и др.]. М.: Изд-во МГУП, 1999. 216 с.
3. Ярема С. М., Карплюк В. А., Мельничук С. І. Офсетний друк: у 2-х кн. Кн. 2. Друкарські машини, оздоблювальне та допоміжне обладнання. Київ: ХаГар, 2002. 507 с.
4. Румянцев В. Б. Единство разных. Листопередающие системы многокрасочных офсетных машин // Курсив. 2005. № 6. С. 24–28.
5. Дроздов В. Н. Автоматизация технологических процессов в полиграфии. М.: Изд-во МГУП, 2006. 252 с.

6. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. М.: Изд-во МГУП, 2003. 1280 с.
7. Морфлюк В. Ф. Интегрированный метод цифрового визначення параметрів стабілізації суміщення фарб у аркушепередавальних системах // Поліграфія і видавнича справа: науково-технічний збірник. 2014. № 1–2 (65–66). С. 75–81.
8. Морфлюк В. Ф. Алгоритм об'єктивного цифрового визначення параметрів суміщення фарб у аркушепередавальних системах // Технологія і техніка друкарства: збірник наукових праць. 2013. № 4. С. 102–107.
9. Наман Н. С. Измерение форм и пикосекундных импульсов / Н. С. Наман // ТИИЭР. Т. 66. 1978. № 4. С. 94–105.
10. International Electrotechnical Commission. Publication 469-2. Pulse techniques and apparatus. Part 2. Pulse measurement and analysis, general considerations. Geneva, 1974.
11. Морфлюк В. Ф. Параметрическая идентификация сигналов сложной формы: сб. тезисов докладов конференции «Методы и микроэлектронные средства цифрового преобразования сигналов». 1989. С. 139–140.
12. Морфлюк В. Ф. Цифровой контроль параллельности переднего края листа в листовых печатных машинах // Труды БГТУ. 2013. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 43–47.
13. Карпенко И. С. Метод статистичної обробки амплітудно-часових характеристик імпульсних сигналів для визначення суміщення фарб у друкарських машинах // Друкарство молоде: XV Міжнародна науково-технічна конференція студентів і аспірантів. 2015. С. 34–35.
14. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір №56583, Україна. Цифровий контроль суміщення фарб в аркушепередавальних системах друкарських машин (комп'ютерна програма) / І. С. Карпенко, В. В. Морфлюк: заявка № 56912 від 23.07.14; опубл. 22.09.14.
15. Карпенко И. С. Дослідження моделей процесів стабілізації параметрів суміщення фарб у аркушепередавальних системах // Технологія і техніка друкарства: збірник наукових праць. 2014. № 1. С. 30–36.

#### References

1. Chekhman Ya. I., Senkus' V. T., Didych V. P., Bosak V. O. *Drukars'ke ustatkuvannya* [Printing equipment]. Lviv, Ukrain's'ka akademiya druzarstva Publ., 2005. 468 p.
2. Shtolyakov V. I., Fedoseev A. V., Zirnzak L. I., Egorov I. A., Vartanyan S. P., Artykov E. S. *Pechatnye sistemy firmy Heidelberg: Ofsetnye pechatnye mashiny* [Heidelberg Printing Firm: Offset printing machines]. Moscow, Izd-vo MGUP Publ., 1999. 216 p.
3. Yarema S. M., Karplyuk V. A., Mel'nichuk S. I. *Ofsetnyy druk: u 2-kh kn. Kn. 2. Drukars'ki mashyny, ozdobyval'ne ta dopomizhne obladnannya* [Offset Printing in 2 books. Book. 2. Presses, finishing and ancillary equipment]. Kyiv, HaGar Publ., 2002. 507 p.
4. Rumyantsev V. B. Unity different. Sheet transfer systems multicolour offset presses. Part 1. *Kursiv*. [Italic], 2005, no. 6, pp. 24–28 (In Russian).
5. Drozdov V. N. *Avtomatizatsiya tekhnologicheskikh protsessov v poligrafii* [Automation of technological processes in the printing]. Moscow, Izd-vo MGUP Publ., 2006. 252 p.
6. Kippkhan G. *Entsiklopediya po pechatnym sredstvam informatsii* [Encyclopedia of printed media]. Moscow, Izd-vo MGUP Publ., 2003. 1280 p.
7. Morflyuk V. F. Integrated digital method of determining the parameters stabilize of register the colors in sheet transfer systems. *Poligrafiya i vydavnycha справа: naukovo-tehnichnyy zbirnyk* [Printing and Publishing: Scientific and Technical Collection], 2014, no. 1–2 (65–66), pp. 75–81 (In Ukraine).
8. Morflyuk V. F. Algorithm objective definition digital options of register the colors in sheet transfer systems. *Tekhnologiya i tekhnika druzarstva: zbirnyk naukovykh prats* [Technology and Printing Technology: scientific research journal], 2013, no. 4, pp. 102–107 (In Ukraine).
9. Naman N. S. Measuring form of picosecond pulses. *TIIEP* [Proceedings of the Institute of Electrical and Electronics Engineers], 1978, vol. 66, no. 4, pp. 94–105 (In Russian).
10. International Electrotechnical Commission. Publication 469–2. *Pulse techniques and apparatus. Part 2. Pulse measurement and analysis, general considerations*. Geneva, 1974.
11. Morflyuk V. F. Parametric identification signals of complex shape [*Sbornik tezisov dokladov konferentsii («Metody i mikroelektronnye sredstva tsifrovogo preobrazovaniya signalov»*)] [Compilation of abstracts of the conference (“Methods and means of microelectronic digital signal conversion”)], 1989, pp. 139–140 (In Russian).

12. Morflyuk V. F. Digital control parallel to the front edge of the sheet in the sheet-fed presses. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2013, no. 9: Publishing and Printing, pp. 43–47 (In Russian).

13. Karpenko I. S. The method of statistical analysis of amplitude-time characteristics of pulsed signals to determine of register the colors in presse [XV *Mizhnarodna navukovo-tekhnichna konferentsiya studentov i aspirantov* (“*Drukarstvo Molode*”)] [XV International Scientific and Technical Conference for Under-graduate and Graduate Students (“Young Typography”)], 2015, pp. 34–35 (In Ukraine).

14. Karpenko I. S., Morflyuk V. F. *Svidotstvo pro reistratsiyu avtorskogo prava na tvir* [Certificate of registration of copyright]. Patent UA, no. 56912, 2014 .

15. Morflyuk V. F., Karpenko I. S. Research models the processes of stabilization options of register the colors in sheet transfer systems. *Tekhnologiya i tekhnika drugarstva: zbirnyk naukovykh prats* [Technology and Printing Technology: scientific research journal], 2014, no. 1, pp. 30–36 (In Ukraine).

#### Информация об авторах

**Морфлюк Валерий Федорович** — доктор технических наук, профессор кафедры репрографии. Издательско-полиграфический институт Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (03056, г. Киев, ул. Янгеля, 1/37, Украина). E-mail: v.morfluk@ukr.net

**Карпенко Ирина Сергеевна** — кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры репрографии. Издательско-полиграфический институт Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (03056, г. Киев, ул. Янгеля, 1/37, Украина). E-mail: votija11@ukr.net

**Чуркин Владимир Викторович** — старший преподаватель кафедры репрографии. Издательско-полиграфический институт Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (03056, г. Киев, ул. Янгеля, 1/37, Украина). E-mail: vladvic@ukr.net

#### Information about the authors

**Morflyuk Valeriy Fedorovich** — DSc (Engineering), Professor, the Department Reprography. Institute of Publishing and Printing National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” (1/37, Yangelya str., 03056, Kiev, Ukraine). E-mail: v.morfluk@ukr.net

**Karpenko Irina Sergeevna** — PhD (Engineering), Senior Lecturer, the Department of Reprography. Institute of Publishing and Printing National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” (1/37, Yangelya str., 03056, Kiev, Ukraine). E-mail: votija11@ukr.net

**Churkin Vladimir Viktotovich** — Senior Lecturer, the Department of Reprography. Institute of Publishing and Printing National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” (1/37, Yangelya str., 03056, Kiev, Ukraine). E-mail: vladvic@ukr.net

Поступила 29.02.2016