

ТРУДЫ БГТУ

Научный журнал

№ 9 (191) 2016 год
ИЗДАТЕЛЬСКОЕ ДЕЛО
И ПОЛИГРАФИЯ

Рубрики номера:

Технология полиграфических производств

Полиграфическое оборудование

Полиграфические материалы

Технология и оборудование
упаковочного производства

Экономика, организация и управление
в издательско-полиграфическом комплексе

Печать в целом. Книговедение

Информационные системы и технологии

Минск 2016

Учреждение образования
«Белорусский государственный
технологический университет»

ТРУДЫ БГТУ

Научный журнал

*Издается с июля 1993 года
Выходит один раз в месяц*

№ 9 (191) 2016 год

**ИЗДАТЕЛЬСКОЕ ДЕЛО
И ПОЛИГРАФИЯ**

Минск 2016

Educational institution
“Belarusian State Technological University”

PROCEEDINGS OF BSTU

Scientific Journal

Published monthly since July 1993

No. 9 (191) 2016

**PUBLISHING
AND PRINTING**

Minsk 2016

Учредитель — учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»

Главный редактор журнала — Войтов Игорь Витальевич, доктор технических наук, доцент, Республика Беларусь

Редакционная коллегия журнала:

Жарский И. М., кандидат химических наук, профессор (заместитель главного редактора), Республика Беларусь;
Дормешкин О. Б., доктор технических наук, доцент, Республика Беларусь;
Штукин С. С., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Республика Беларусь;
Торчик В. И., доктор биологических наук, Республика Беларусь;
Пайвинен Ристо, доктор наук, профессор, Финляндская Республика;
Кунтыш В. Б., доктор технических наук, профессор, Республика Беларусь;
Соловьева Т. В., доктор технических наук, профессор, Республика Беларусь;
Барчик Стэфан, доктор наук, профессор, Словацкая Республика;
Ещенко Л. С., доктор технических наук, профессор, Республика Беларусь;
Левицкий И. А., доктор технических наук, профессор, Республика Беларусь;
Жантасов К. Т., доктор технических наук, профессор, Республика Казахстан;
Прокопчук Н. Р., член-корреспондент НАН Беларуси, доктор химических наук, профессор, Республика Беларусь;
Леонтьев В. Н., кандидат химических наук, доцент, Республика Беларусь;
Харша Ратнавира, доктор наук, профессор, Королевство Норвегия;
Водопьянов П. А., член-корреспондент НАН Беларуси, доктор философских наук, профессор, Республика Беларусь;
Трус Н. В., кандидат филологических наук, доцент, Республика Беларусь;
Рангелова Е. М., доктор педагогических наук, профессор, Республика Болгария;
Марченко В. М., доктор физико-математических наук, профессор, Республика Беларусь;
Наркевич И. И., доктор физико-математических наук, профессор, Республика Беларусь;
Шкляр Бенцион, профессор, Государство Израиль;
Неверов А. В., доктор экономических наук, профессор, Республика Беларусь;
Барановский С. И., доктор экономических наук, профессор, Республика Беларусь;
Хассель Л. Г., доктор наук, профессор, Королевство Швеция;
Ветохин С. С., кандидат физико-математических наук, доцент, Республика Беларусь;
Касперович С. А., кандидат экономических наук, доцент, Республика Беларусь;
Казаренков В. И., доктор педагогических наук, Российская Федерация;
Кулак М. И., доктор физико-математических наук, профессор, Республика Беларусь;
Черная Н. В., доктор технических наук, профессор, Республика Беларусь;
Файгле В., доктор наук, профессор, Федеративная Республика Германия;
Флорик Е. А., кандидат биологических наук (секретарь), Республика Беларусь.

Редакционная коллегия номера:

Кулак М. И., доктор физико-математических наук, профессор (главный редактор номера), Республика Беларусь;
Черная Н. В., доктор технических наук, профессор (заместитель главного редактора номера), Республика Беларусь;
Лукашанец А. А., член-корреспондент НАН Беларуси, доктор филологических наук, профессор, Республика Беларусь;
Старовойтов В. В., доктор технических наук, Республика Беларусь;
Марков А. В., доктор экономических наук, Республика Беларусь;
Чижик С. А., академик НАН Беларуси, доктор технических наук, профессор, Республика Беларусь;
Воробьев И. П., доктор экономических наук, профессор, Республика Беларусь;
Ничипорович С. А., кандидат экономических наук, Республика Беларусь;
Шмаков М. С., кандидат технических наук, доцент, Республика Беларусь;
Файгле В., доктор наук, профессор, Федеративная Республика Германия;
Кибиркштис Е., доктор технических наук, профессор, Литовская Республика;
Якуцевич С., доктор технических наук, профессор, Республика Польша;
Трусевич Н. Э., кандидат экономических наук (секретарь), Республика Беларусь.

Адрес редакции: ул. Свердлова, 13а, 220006, г. Минск.

Телефоны: главного редактора журнала — (+375 17) 226-14-32;

главного редактора номера — (+375 17) 327-26-88.

E-mail: root@belstu.by, <http://www.belstu.by>

Свидетельство о государственной регистрации средств массовой информации

№ 1329 от 23.04.2010, выданное Министерством информации Республики Беларусь.

Журнал включен в «Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований»

Publisher — educational institution “Belarusian State Technological University”

Editor in Chief — Voytov Igor’ Vital’evich, DSc (Engineering), Assistant Professor, Republic of Belarus

Editorial (Journal):

Zharskiy I. M., PhD (Chemistry), Professor (sub-editor), Republic of Belarus;
Dormeshkin O. B., DSc (Engineering), Assistant Professor, Republic of Belarus;
Shtukin S. S., DSc (Agriculture), Professor, Republic of Belarus;
Torchik V. I., DSc (Biology), Republic of Belarus;
Paivinen Risto, DSc, Professor, Republic of Finland;
Kuntysh V. B., DSc (Engineering), Professor, Republic of Belarus;
Solov’yeva T. V., DSc (Engineering), Professor, Republic of Belarus;
Barčík Štefan, DSc, Professor, Slovak Republic;
Eshchenko L. S., DSc (Engineering), Professor, Republic of Belarus;
Levitskiy I. A., DSc (Engineering), Professor, Republic of Belarus;
Zhantasov K. T., DSc (Engineering), Professor, Republic of Kazakhstan;
Prokopchuk N. R., Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, DSc (Chemistry), Professor, Republic of Belarus;
Leont’yev V. N., PhD (Chemistry), Assistant Professor, Republic of Belarus;
Harsha Ratnaweera, DSc, Professor, Kingdom of Norway;
Vodop’yanov P. A., Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, DSc (Philosophy), Professor, Republic of Belarus;
Trus N. V., PhD (Philology), Assistant Professor, Republic of Belarus;
Rangelova E. M., DSc (Pedagogics), Professor, Republic of Bulgaria;
Marchenko V. M., DSc (Physics and Mathematics), Professor, Republic of Belarus;
Narkevich I. I., DSc (Physics and Mathematics), Professor, Republic of Belarus;
Shklyar Benzion, Professor, State of Israel;
Neverov A. V., DSc (Economics), Professor, Republic of Belarus;
Baranovskiy S. I., DSc (Economics), Professor, Republic of Belarus;
Hassel L. G., DSc, Professor, Kingdom of Sweden;
Vetokhin S. S., PhD (Physics and Mathematics), Assistant Professor, Republic of Belarus;
Kasperovich S. A., PhD (Economics), Assistant Professor, Republic of Belarus;
Kazarenkov V. I., DSc (Pedagogics), Russian Federation;
Kulak M. I., DSc (Physics and Mathematics), Professor, Republic of Belarus;
Chernaya N. V., DSc (Engineering), Professor, Republic of Belarus;
Faigle W., DSc, Professor, Federal Republic of Germany;
Flyurik E. A., PhD (Biology) (secretary), Republic of Belarus.

Editorial (Issue):

Kulak M. I., DSc (Physics and Mathematics), Professor (managing editor), Republic of Belarus;
Chernaya N. V., DSc (Engineering), Professor (sub-editor), Republic of Belarus;
Lukashanets A. A., Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, DSc (Philology), Professor, Republic of Belarus;
Starovoitov V. V., DSc (Engineering), Republic of Belarus;
Markov A. V., DSc (Economics), Republic of Belarus;
Chizhik S. A., Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, DSc (Engineering), Professor, Republic of Belarus;
Vorob’yev I. P., DSc (Economics), Professor, Republic of Belarus;
Nichiporovich S. A., PhD (Economics), Republic of Belarus;
Shmakov M. S., PhD (Engineering), Assistant Professor, Republic of Belarus;
Faigle W., DSc, Professor, Federal Republic of Germany;
Kibirskhtis E., DSc (Engineering), Professor, Republic of Lithuania;
Jakutsevich S., DSc (Engineering), Professor, Republic of Poland;
Trusevich N. E., PhD (Economics) (secretary), Republic of Belarus.

Contact: 13a, Sverdlova str., 220006, Minsk.

Telephones: editor in chief (+375 17) 226-14-32;
managing editor (+375 17) 327-26-88.

E-mail: root@belstu.by, <http://www.belstu.by>

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

УДК 655.3.06

И. Г. Громыко

Белорусский государственный технологический университет

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТЕРЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ ЕМКОСТИ ОТТИСКОВ ЛИСТОВОЙ И РУЛОННОЙ ОФСЕТНОЙ ПЕЧАТИ

Статья посвящена оценке качества воспроизведения оттисков офсетной печати, полученных на листовых и рулонных печатных машинах на основе информационного подхода. Расчет теоретического и реальных значений информационной емкости в конкретных условиях печатания позволили определить величину и характер изменения потерь информации на протяжении печатания тиража. При этом прослеживается четкая закономерность колебания потерь информационной емкости в более широком диапазоне для рулонных машин по сравнению с листовыми. Однако, в конечном итоге, более быстрая стабилизация процесса печатания для рулонных машин будет приводить к снижению величины потерь информации. Это демонстрируют полученные зависимости потерь информационной емкости оттисков на протяжении печатания тиража. Представленный характер зависимостей связан в первую очередь с неодинаковым развитием релаксационных процессов для рулонных и листовых машин, обусловленных влиянием скорости печати. Именно поэтому в начале печатания тиража на рулонных машинах влияние скорости печати на переход краски будет значительным, а потери информации максимальными. Проведенная сравнительная характеристика позволит в равных условиях с учетом входных параметров процесса выбрать печатное оборудование и получить оттиски высокого качества.

Ключевые слова: качество печатной продукции, оптическая плотность, информационная емкость, разрешение, эффективная линиатура, листовая печать, рулонная печать.

I. G. Gromyko

Belarusian State Technological University

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE LOSS OF INFORMATION CAPACITY IMPRESSIONS SHEET AND WEB OFFSET PRINTING

The article is devoted to assessing the quality of offset printing reproduction prints obtained on the sheet and roll printing machines on the basis of the information approach. The calculation of the theoretical and actual data capacity values in the specific conditions of printing made it possible to determine the magnitude and nature of changes in the loss of information during the print run. Thus one can trace a clear regularity of information capacity loss fluctuations over a wider range for rolling machines as compared with the sheet ones. However, ultimately, faster stabilization of the printing process for roll machines will lead to the decrease of information loss. It is demonstrated by the obtained dependencies of the information capacity loss throughout the printing run. Submitted pattern of the dependencies is associated primarily with the uneven development of relaxation processes for roll and sheet machines, due to the influence of printing speed. That is why at the beginning of the printing process on the roll machines the impact of the printing speed on the transition of the ink will be significant, and the data loss will be maximum. Being carried out comparative characteristics will enable on equal conditions to select printing equipment and get high-quality prints taking into account the input parameters of the process.

Key words: quality of printed products, optical density, the information capacity, resolution, effective linearity, sheet printing, roll printing.

Введение. Существующие в настоящее время листовые и рулонные печатные машины позволяют получать высококачественные от-

тиски. Однако, если листовая печать отличается высоким качеством получаемого изображения, экономичностью и продуктивностью, то

рулонная печать характеризуется значительной производительностью, более узкой специализацией и применяется в основном при выпуске крупных тиражей.

Оценка качества печатной продукции традиционно осуществляется на основе единичных показателей, которые могут быть измерены и выражены размерными или безразмерными величинами. При этом проведение печатного процесса в реальных условиях характеризуется колебаниями и отклонениями данных показателей от нормируемых значений. Именно с этой точки зрения поддержание стабильности печатного процесса является важным для получения качественной продукции. В этом случае доминирующая роль отводится режимным параметрам печатного процесса, которые устанавливаются в начале печатания тиража. К ним относятся определенные требования к подаче краски и увлажняющего раствора, требования к давлению в зоне контакта элементов печатной пары, составу декельного материала, скорости проведения печатного процесса, к климату в цехе и ряд других условий [1].

Управление процессом печатания на офсетной машине должно обеспечивать поддержание режимов работы для получения необходимого количества оттисков требуемого качества с наименьшими затратами труда, времени и материалов. При этом процесс печатания на листовых машинах характеризуется большей стабильностью в отношении режимных параметров. Это связано с ограничениями в скорости работы данного оборудования.

Регулировки режимных параметров в процессе печатания тиража неизбежны, однако они не должны приводить к нарушению полноты передачи информации на оттиске. С этой точки зрения является целесообразным использовать информационный подход для анализа потерь информации на оттисках листовой и рулонной печати.

Основная часть. Определение потерь информационной емкости базировалось на значениях оптической плотности оттисков, полученных на листовой офсетной машине Рапида 106-5 и рулонной машине Циркон Форте 660. Оттиски были получены на офсетной бумаге № 1 плотностью 80 г/м².

Для определения потерь информации в процессе печатания тиража на листовой и рулонной машинах были рассчитаны значения информационной емкости полученных оттисков по формуле [2]

$$I = L^2 \log_2 \left[\left(\frac{R}{L} \right)^2 + 1 \right], \quad (1)$$

где L — линиатура; R — разрешение.

С целью выявления параметров, оказывающих влияние на результат печатного процесса, были использованы значения оптических плотностей оттисков. При этом нормативные значения оптических плотностей в соответствии с ОСТ 29.66–90 составили: для черной краски — 1,35; голубой — 1,25; пурпурной — 1,20; желтой — 1,05. Лириатура воспроизведения — 175 лин./см, разрешающая способность — 2540 dpi.

Проведение реального процесса печатания сопровождается колебаниями режимных параметров, что оказывает дестабилизирующее влияние на основные показатели качества печатной продукции. Это приводит, в первую очередь, к изменениям значений оптической плотности оттисков, а также к проявлению ряда дефектов, в частности растискивания. С целью выявления данных нарушений были определены значения относительных площадей растровых элементов на оттиске, изменение значений которых вызывает нарушение графической и градиционной передачи, что привело к необходимости расчета уточненного значения лириатуры. Это позволит учесть вклад влияния режимных параметров процесса при оценке качества печатной продукции.

Расчет значений эффективной лириатуры был выполнен по формуле [3, 4]

$$L_{\text{эф}} = \frac{L}{1 + 1,13 \left(\sqrt{S_{\text{отт}}^{\text{отн}}} - \sqrt{S^{\text{отн}}} \right)}. \quad (2)$$

В соответствии с этим эффективное значение информационной емкости составило [3]

$$I_{\text{эф}} = L_{\text{эф}}^2 \log_2 \left[\left(\frac{R}{L_{\text{эф}}} \right)^2 + 1 \right]. \quad (3)$$

Таким образом, предел информационной емкости оттисков в заданных условиях печати составил 1 002 259 бит/дюйм². Это предельное значение данной величины, определяемое входными параметрами процесса.

Величина потерь информационной емкости оттисков была рассчитана по формуле

$$\Delta I_{\text{эф}} = I - I_{\text{эф}}. \quad (4)$$

Расчетные значения потерь информационной емкости оттисков при печати на листовой и рулонной печатной машинах для черной краски приведены в табл. 1.

Характер зависимости потерь информационной емкости оттисков в процессе печатания тиража для черной краски представлен на рис. 1.

Таблица 1
Расчетные значения потерь информационной емкости оттисков для черной краски

$L_{эф}$	$I_{эф}$	$\Delta I_{эф}$	$\Delta I, \%$
Листовая печать			
157,9	862 537	139 722	13,9
157,4	858 345	143 913	14,4
157,5	859 563	142 695	14,2
158,2	865 058	137 200	13,7
158,8	869 603	132 656	13,2
159,2	873 058	129 201	12,9
159,2	873 149	129 110	12,9
159,5	875 550	126 709	12,6
158,9	870 090	132 169	13,2
159,0	871 629	130 630	13,0
Рулонная печать			
157,1	855 551	146 708	14,6
157,7	860 708	141 550	14,1
158,7	868 551	133 708	13,3
157,9	862 716	139 542	13,9
159,2	872 724	129 535	12,9
159,7	876 736	125 523	12,5
158,8	870 006	132 253	13,2
159,2	873 269	128 990	12,9
159,5	875 701	126 558	12,6
160,9	886 326	115 932	11,6

Анализируя полученные данные, можно отметить уменьшение значения эффективной лиניатуры. Также наблюдается снижение величины информационной емкости оттисков. При этом характер изменения потерь информационной емкости в процессе печатания тиража будет неравномерным: характеризуется более высокими потерями информации в начале печатания тиража с последующим их снижением. Причем данная закономерность прослеживается как для листовой, так и для рулонной печати. Однако величина потерь для оттисков, полученных на листовых машинах, несколько превышает потери для рулонных машин, что связано с более быстрой стабилизацией условий проведения процесса рулонной печати. Это приводит к сокращению времени вывода машины на стабильный режим работы.

Также необходимо отметить, что для рулонной печати характерен большой разброс потерь информационной емкости оттисков в процессе печатания тиража. Это, с одной стороны, демонстрирует нестабильность проведения печатного процесса, а с другой — позволяет получать минимальные потери при стабилизации условий проведения печати. При этом листовая печать характеризуется небольшим разбросом потерь информационной емкости, что обуславливает минимальные отклонения показателей качества от нормируемых величин.

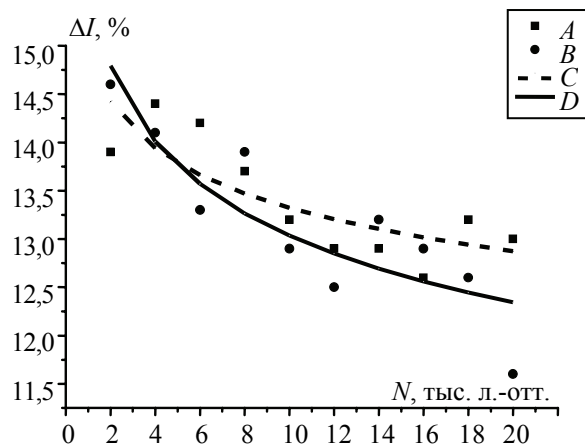


Рис. 1. Зависимость потерь информационной емкости оттисков в процессе печатания тиража для черной краски: *A* — экспериментальные данные для листовой печати; *B* — экспериментальные данные для рулонной печати; *C* — аппроксимирующая функция для листовой печати; *D* — аппроксимирующая функция для рулонной печати

Расчетные значения потерь информационной емкости оттисков при печати на листовой и рулонной печатной машинах для голубой краски приведены в табл. 2.

Таблица 2
Расчетные значения потерь информационной емкости оттисков для голубой краски

$L_{эф}$	$I_{эф}$	$\Delta I_{эф}$	$\Delta I, \%$
Листовая печать			
157,7	860 924	141 335	14,1
157,4	858 673	143 586	14,3
158,6	867 652	134 607	13,4
159,0	871 017	131 241	13,1
158,7	868 965	133 294	13,3
159,6	875 723	126 536	12,6
159,8	877 683	124 576	12,4
159,2	873 265	128 994	12,9
159,1	872 549	129 710	12,9
159,5	875 642	126 617	12,6
Рулонная печать			
156,2	848 869	143 971	15,3
155,5	842 800	154 857	15,9
157,3	857 298	144 961	14,5
158,7	868 545	133 713	13,3
158,5	867 222	135 037	13,5
159,3	873 265	128 994	12,9
158,5	867 454	134 805	13,5
158,9	870 421	131 838	13,2
159,7	876 865	128 467	12,5
160,1	880 490	126 531	12,1

Характер изменения зависимости потерь информационной емкости оттисков в процессе печатания тиража для голубой краски представлен на рис. 2.

Как показывают полученные данные, характер зависимости потерь информационной емкости для голубой краски сохраняется. Это в частности объясняется релаксационными процессами, происходящими в деке. Проведение эксперимента проходило в условиях использования жесткого декеля как для листовой, так и для рулонной машины.

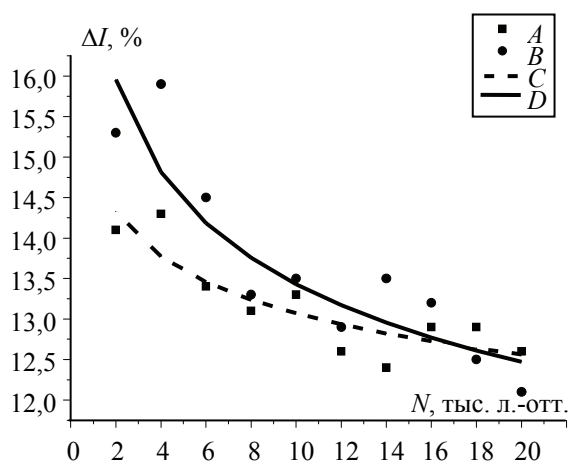


Рис. 2. Зависимость потерь информационной емкости оттисков в процессе печатания тиража для голубой краски:

A — экспериментальные данные для листовой печати; *B* — экспериментальные данные для рулонной печати; *C* — аппроксимирующая функция для листовой печати; *D* — аппроксимирующая функция для рулонной печати

Вследствие релаксации напряжений в деке давление в зоне контакта печатной пары снижается. Это препятствует равномерному переходу краски на оттиск и такому же распределению оптической плотности. При этом развитие релаксационных процессов в деке для листовых и рулонных машин протекает неодинаково. В данном случае это обусловлено влиянием скорости печати на величину давления.

С увеличением скорости работы печатной машины происходит уменьшение ширины полосы контакта и рост давления печати. Одновременно наблюдается сокращение времени печатного контакта, сопровождаемое незначительным снижением перехода краски, который компенсируется ростом давления печати. Это приводит к тому, что в начале печатания тиража на рулонной машине влияние скорости на переход краски вносит существенный вклад при расчете потерь информационной емкости, которые будут

максимальными. Дальнейшее снижение потерь можно объяснить релаксационными явлениями, проявляющимися в росте давления печати, стабилизации переноса печатной краски и снижении потерь информационной емкости оттисков.

Расчетные значения потерь информационной емкости оттисков при печати на листовой и рулонной печатной машинах для пурпурной краски приведены в табл. 3.

Таблица 3

Расчетные значения потерь информационной емкости оттисков для пурпурной краски

$L_{эф}$	$I_{эф}$	$\Delta I_{эф}$	$\Delta I, \%$
Листовая печать			
157,6	859 627	152 344	14,2
158,5	867 547	142 916	13,4
159,2	872 832	129 427	12,9
160,6	884 327	117 932	11,8
159,8	877 730	124 529	12,4
161,4	890 792	111 466	11,1
160,8	885 423	116 836	11,7
159,9	878 435	123 824	12,4
160,5	883 756	118 502	11,8
160,4	882 791	127 866	11,9
Рулонная печать			
156,8	853 215	149 044	14,9
158,0	863 072	139 187	13,9
158,1	863 663	138 596	13,8
159,9	878 353	123 906	12,4
158,9	870 181	132 077	13,2
160,2	880 647	121 612	12,1
160,3	881 381	120 878	12,1
160,1	879 841	122 417	12,2
161,0	886 825	115 434	11,5
160,8	885 423	116 836	11,7

Характер зависимости потерь информационной емкости оттисков в процессе печатания тиража для пурпурной краски представлен на рис. 3.

Анализируя полученные значения для пурпурной краски, можно отметить, что величины потерь информационной емкости оттисков находятся в допустимых пределах в соответствии с изменениями оптической плотности. Печать на листовой и рулонной машинах характеризуется наибольшими потерями в начале печатания тиража с последующим снижением. При этом изменения величин информационной емкости происходят не только под действием релаксационных процессов в деке. Также необходимо учитывать влияние и температурного фактора на величину оптической плотности и качество печатной продукции. Увеличение температуры красочного аппарата при работе печатной машины приводит к изменению реологических свойств печатных красок.

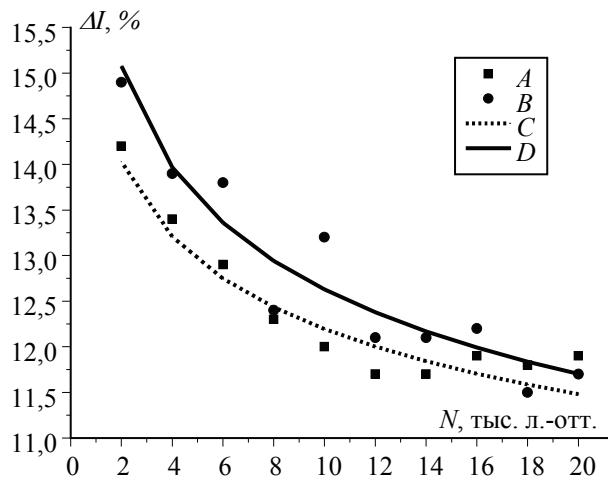


Рис. 3. Зависимость потерь информационной емкости оттисков в процессе печатания тиража для пурпурной краски:
 A — экспериментальные данные для листовой печати; B — экспериментальные данные для рулонной печати; C — аппроксимирующая функция для листовой печати;
 D — аппроксимирующая функция для рулонной печати

Особенно явно данное влияние обнаруживается при работе рулонной печатной машины. При этом начало печатания тиража характеризуется наибольшим приростом температуры, что оказывает дестабилизирующее влияние на реологические свойства красок и их перенос на запечатываемый материал.

Расчетные значения потерь информационной емкости оттисков при печати на листовой и рулонной печатной машинах для желтой краски приведены в табл. 4.

Таблица 4

Расчетные значения потерь информационной емкости оттисков для желтой краски

$L_{эф}$	$I_{эф}$	$\Delta I_{эф}$	$\Delta I, \%$
Листовая печать			
158,8	870 000	132 259	13,2
158,5	867 278	134 981	13,5
159,3	873 840	128 419	12,8
158,9	870 406	131 852	13,2
159,3	873 797	128 462	12,8
160,4	882 238	120 021	12,0
160,4	882 243	120 016	12,0
160,6	884 489	117 770	11,8
159,9	878 353	123 906	12,4
159,4	874 616	127 643	12,7
Рулонная печать			
157,3	857 755	144 504	14,4
158,1	864 343	137 915	13,8
159,6	876 003	126 256	12,6

Окончание табл. 4

$L_{эф}$	$I_{эф}$	$\Delta I_{эф}$	$\Delta I, \%$
158,3	865 493	136 766	13,6
159,7	877 232	125 027	12,5
159,8	877 700	124 559	12,4
159,4	874 765	127 494	12,7
159,5	875 243	127 015	12,7
160,5	883 089	119 170	11,9
160,7	884 723	117 535	11,7

Характер зависимости потерь информационной емкости оттисков в процессе печатания тиража для желтой краски представлен на рис. 4.

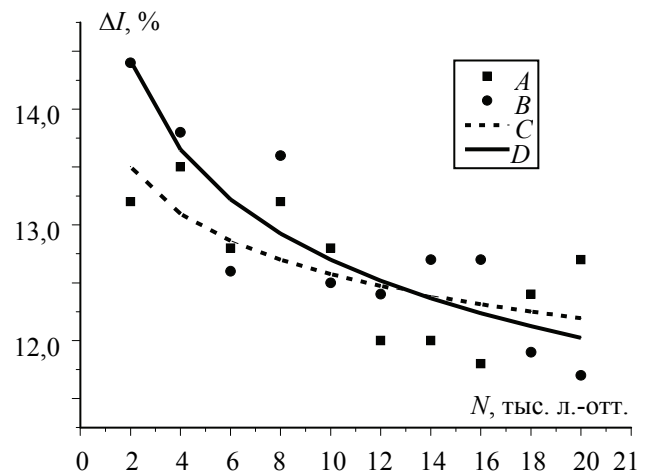


Рис. 4. Зависимость потерь информационной емкости оттисков в процессе печатания тиража для желтой краски:
 A — экспериментальные данные для листовой печати; B — экспериментальные данные для рулонной печати; C — аппроксимирующая функция для листовой печати;
 D — аппроксимирующая функция для рулонной печати

Полученные расчетные значения для желтой краски свидетельствуют об увеличении эффективной линиатуры и информационной емкости оттисков. Также наблюдается снижение потерь информации в процессе печатания тиража. Поддержание стабильного значения информационной емкости оттисков и снижение величины их потерь можно компенсировать регулировкой режимных параметров печатного процесса. В частности регулировка подачи краски поможет скомпенсировать возникающие потери при поддержании неизменных значений оптической плотности оттисков в соответствии с денситометрическими нормами печатания.

Построенные зависимости потерь информационной емкости оттисков в процессе печатания тиража аппроксимируются функциями, представленными в табл. 5.

Таблица 5
Аппроксимирующие функции

Краска	Аппроксимирующая функция	Показатель R^2
Листовая печать		
Черная	$y = 20,998x^{-0,049}$	0,640
Голубая	$y = 22,096x^{-0,057}$	0,776
Пурпурная	$y = 27,176x^{-0,087}$	0,916
Желтая	$y = 18,913x^{-0,044}$	0,502
Рулонная печать		
Черная	$y = 26,908x^{-0,079}$	0,751
Голубая	$y = 35,984x^{-0,107}$	0,815
Пурпурная	$y = 34,784x^{-0,11}$	0,898
Желтая	$y = 26,242x^{-0,079}$	0,778

Повышение стабилизации проведения печатного процесса возможно за счет использования максимальной производительности печатного оборудования. Однако это становится не всегда возможным по причине реализации небольших тиражей в печатном процессе. В этом смысле время печатания тиража оказы-

вается меньше времени выхода печатной машины на стабильный режим работы. Поэтому выбор печатного оборудования в конкретных условиях безусловно должен осуществляться на основе целого комплекса факторов.

Таким образом, максимальная реализация возможностей печатного процесса возможна на основе баланса режимов работы печатного оборудования. Это позволит обеспечить получение оттисков высокого качества с минимальными потерями.

Заключение. Полученные в результате проведения эксперимента данные позволили выполнить сравнительный анализ качества оттисков при печати на листовом и рулонном оборудовании на основе информационного подхода. Расчет величин потерь информации в процессе печатания тиража выявил причины снижения качества печатной продукции. Показатель информационной емкости в данном случае позволил в полной мере дать оценку результата печатного процесса при изменении режимов работы оборудования, что необходимо учитывать при получении продукции высокого качества.

Литература

1. Раскин А. Н., Ромейков И. В., Бирюкова Н. Д. Технология печатных процессов. М.: Книга, 1989. 432 с.
2. Громыко И. Г., Мацуева С. Д. Информационная оценка воспроизведения цифровых и полиграфических оригиналов способом офсетной печати // Труды БГТУ. 2014. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 18–22.
3. Громыко И. Г. Влияние скорости печатного процесса и величину потерь информационной емкости оттисков офсетной печати // Труды БГТУ. 2015. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 7–11.
4. Гуляев С. А., Ромейков И. В., Тихонов В. П. Основы технологии печатных процессов. Технология печатных процессов. М.: Мир книги, 1997. 168 с.

References

1. Raskin A. N., Romeykov I. V., Biryukova N. D. Tekhnologiya pechatnykh protsessov [Printing technologies]. Moscow, Kniga Publ., 1989. 432 p.
2. Gromyko I. G., Matsueva S. D. Information evaluation playback of digital and print original by offset printing. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2014, no. 9: Publishing and Printing, pp. 18–22 (In Russian).
3. Gromyko I. G. Influence of speed printing process on value of losses information capacity of offset printing prints. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2015, no. 9: Publishing and Printing, pp. 7–11 (In Russian).
4. Gulyaev S. A., Romeykov I. V., Tikhonov V. P. *Osnovy tekhnologii pechatnykh protsessov. Tekhnologiya pechatnykh protsessov* [Basics of printing processes technology. The technology of printing processes]. Moscow, Mir knigi Publ., 1997. 168 p.

Информация об авторе

Громыко Ирина Григорьевна — кандидат технических наук, доцент кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: gromyko@belstu.by

Information about the author

Gromyko Irina Grigor'yevna — PhD (Engineering), Assistant Professor, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: gromyko@belstu.by

Поступила 02.05.2016

УДК 655.3.022.3:004.94

О. Л. Благодир, Е. М. ВеличкоИздательско-полиграфический институт
Национального технического университета Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»**ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭНЕРГИИ ПЕЧАТНОЙ ФОРМЫ
И ВЯЗКОСТИ КРАСКИ НА КРАСКОПЕРЕНОС ВО ФЛЕКСОГРАФИИ**

В данном исследовании предложена имитационная модель процесса краскопереноса с ячейки анилоксого вала на гибкую фотополимерную печатную форму. Модель построена на использовании уравнений Навье – Стокса для вязкой несжимаемой жидкости с соответствующими граничными условиями на свободной границе жидкости. Решение этих уравнений осуществлялось посредством метода конечных элементов.

Для учета возможности изменения поверхностной энергии фотополимерной печатной формы вследствие износа или отработки больших тиражей в имитационной модели использовались различные значения краевых углов смачивания печатной формы.

Путем математического моделирования проведено исследование влияния поверхностной энергии печатной формы на коэффициент краскопереноса во флексографической печати. Серия моделирований с различными краевыми углами показала, что свойства смачиваемости печатной формы имеют большое влияние на процесс краскопереноса из ячеек анилоксого вала.

Кроме того, проанализирована динамика течения жидкости из ячейки анилоксого вала на печатную форму при изменении вязкости флексографической краски. Результаты моделирования показали значительное влияние угла смачивания печатной формы и изменение вязкости краски на коэффициент краскопереноса.

Ключевые слова: моделирование, краскоперенос, краевые углы смачивания, анилоксый вал, флексография.

O. L. Blagodir, Ye. M. VelichkoInstitute of Publishing and Printing National Technical University
of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”**THE EFFECT OF THE PRINTING PLATE SURFACE ENERGY AND INK
VISCOSITY ON INK TRANSFER PROCESS IN FLEXOGRAPHIC PRINTING**

In the presented study, simulation model of ink transfer process from anilox roll cell to the printing plate has been developed. This model is based upon Navier – Stokes differential equations with appropriate equations for fluid boundary conditions. The solutions of the Navier – Stokes equations have been obtained using finite element methods.

To record the possible change of the surface energy of the flexographic printing plate due to its wear or working out long runs, different values of the printing plate contact angle have been used in the simulation model.

Research of surface energy influence on the ink transfer ratio in flexographic printing has been conducted by simulation study. A series of simulations with different contact has shown that the wettability properties of the printing plate have a great impact on the ink transfer process from the anilox cells.

In addition the fluid dynamics from the cell of anilox roll on the printing plate has been analysed while changing the viscosity of the flexographic ink. The simulation results have shown a significant effect of the printing plate contact angle and the change in the viscosity on ink transfer ratio.

Key words: simulation, ink transfer, contact angles, anilox roller, flexographic printing.

Введение. Математическое моделирование — мощный инструмент, который интегрирован в проектирование, разработку и контроль эксплуатационных характеристик составляющих любого печатного процесса. Сегодня такой инструмент активно внедряют для исследования движения жидкостей на микроуровне. Его использование позволяет спрогнозировать результаты поведения краски в процессе переноса с анилоксого вала на печатную форму.

Основная часть. Исследованию процесса краскопереноса во флексографской печати уделяется значительное внимание со стороны отечественных и зарубежных ученых. В частности, проблемы краскопереноса в системе анилоксый валик – флексографская форма – запечатываемый материал освещены в работах [1, 2], где авторы анализируют влияние давления и скорости печати на коэффициент краскопереноса.

Значительная часть исследований приходится на краскоперенос в глубокой офсетной печати [3–7]. В частности, это обусловлено использованием данного способа печати при изготовлении печатной электроники. Флексография нашла широкое применение для печати на различных невпитывающих поверхностях и упаковке. Благодаря свойствам фотополимерных печатных форм, флексография также используется для изготовления сенсоров и гибкой электроники, поскольку позволяет печатать на любых поверхностях. Такое широкое использование флексографии приумножает важность моделирования процессов краскопереноса для данного способа печати.

При моделировании краскопереноса можно учесть ключевые параметры влияния на динамику движения краски, а именно: поверхностное натяжение, вязкость краски и краевые углы смачивания поверхностей печатной формы и растрового валика. Для упрощения моделирования во многих исследованиях рассматривается процесс краскопереноса между двумя параллельными плоскостями [3, 8]. Недостатком такой модели является пренебрежение геометрией ячейки анилоксосового вала и, как следствие, неточность прогнозирования количества краски, переносимой на печатную форму. Однако существуют исследования [9, 10] глубокого и глубокого офсетного способов печати, в которых процесс краскопереноса моделируется с ячейкой глубокой печатной формы на поверхность запечатываемого материала или офсетного резинотканевого полотна.

Поскольку анилоксосовый вал по своим свойствам и структуре микрогеометрии можно сравнить с печатной формой глубокой печати, научные подходы, предложенные в математических моделях [5, 9], могут быть использованы при моделировании краскопереноса в зоне контакта анилоксосового вала и флексографской печатной формы.

Анализ научных трудов показал, что процессы краскопереноса во флексографской печати недостаточно исследованы и требуют дальнейшего анализа с учетом характерных параметров и особенностей флексографии.

Таким образом, целью данной работы было разработать компьютерную модель процесса краскопереноса, которая позволит прогнозировать количество перенесенной краски из ячеек вала на печатную форму с учетом характеристик контактирующих поверхностей печатной формы и анилоксосового вала; установить зависимости коэффициента краскопереноса от поверхностной энергии печатной формы и вязкости краски.

В данном исследовании предложена имитационная модель для моделирования краскопереноса из ячеек анилоксосового вала на печатную

форму. Для целей расчета рассматривается перенос краски в пределах упрощенной геометрии по сравнению с реальной флексографской печатью. Предлагается рассматривать сложное вращательное движение поверхностей формного цилиндра и анилоксосового вала как поступательное движение поверхности первого относительно неподвижной поверхности последнего. Такое упрощение обосновано малыми размерами ячеек растрового вала, поскольку радиус анилоксосового вала гораздо больше размеров ячейки.

На рис. 1 изображена схематическая модель краскопереноса между неподвижной трапециевидальной ячейкой и движущейся вверх плоскостью, расположенной относительно нее на фиксированном начальном расстоянии.

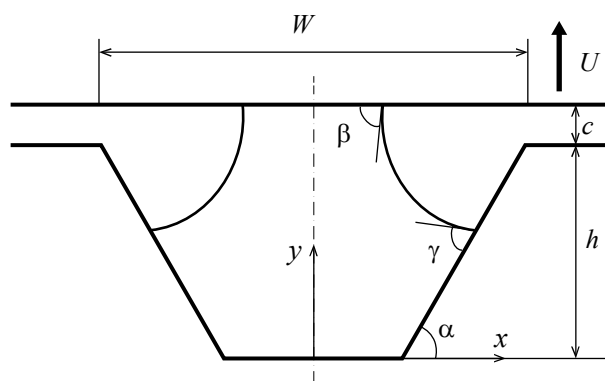


Рис. 1. Схематическая модель процесса краскопереноса между ячейкой анилоксосового вала и печатной формой

Данная модель представляет процесс краскопереноса из ячеек вала на печатную форму. В целях уменьшения количества расчетов моделирование проводилось для осесимметричного варианта данной модели, что позволило вдвое уменьшить количество элементов расчетной сетки. При моделировании учитывалась только нормальная составляющая скорости, поскольку, учитывая малое значение скоростей смещения и вращения, ими можно пренебречь.

Процесс краскопереноса с анилоксосового вала на печатную форму описывается уравнениями Навье – Стокса для вязкой несжимаемой жидкости [11]:

$$\frac{d\mathbf{u}}{dt} = -(\mathbf{u}\nabla)\mathbf{u} + \mu\Delta\mathbf{u} - \frac{1}{\rho}\nabla P + \mathbf{f}, \quad (1)$$

$$\nabla\mathbf{u} = 0,$$

где $\mathbf{u} = (u, v)$ векторное поле скоростей; ∇ — оператор набла; μ — вязкость; Δ — оператор Лапласа; ρ — плотность; P — давление; \mathbf{f} — векторное поле массовых сил.

Для решения этих уравнений используются методы конечно-разностной аппроксимации

для нахождения значений давления и скорости для каждого элемента расчетной сетки.

Моделирование свободных поверхностей является сложной задачей в любой вычислительной среде, поскольку параметры потока жидкости (плотность, вязкость, скорость и давление) дискретные и определяются количеством элементов расчетной сетки. Зона краски представляет собой ньютоновскую жидкость с плотностью ρ , вязкостью μ и поверхностным натяжением σ . Поскольку зона воздуха имеет незначительную плотность и вязкость по отношению к краске, ею можно пренебречь. Этот подход уменьшает количество вычислений, так как в большинстве случаев детали движения газа неважны для движения гораздо более сложной краски. При моделировании в случаях $t = 0$ рассматривается система в состоянии равновесия, тогда свободная поверхность является статическим мениском между ячейкой и формой со статическими краевыми углами смачивания γ и β соответственно. Свободная поверхность становится одной из внешних границ краски. Правильное определение граничных условий на свободной поверхности имеет большое значение для точного отслеживания ее динамики. С этой целью используется метод объема жидкости Volume of Fluid (VOF) [12]. Его основой является дробная функция ϕ — относительный объем жидкости. При $\phi = 1$ область заполнена краской, при $\phi = 0$ — газом. Свободная поверхность — набор точек, в которых $0 < \phi < 1$. Уравнение переноса для функции ϕ

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} + \mathbf{u} \nabla \phi = 0. \quad (2)$$

Сила поверхностного натяжения выражена как

$$\mathbf{f} = \sigma \mathbf{k}_n, \quad (3)$$

где σ — коэффициент поверхностного натяжения; \mathbf{k} — изгиб свободной поверхности; \mathbf{n} — единичный вектор нормали свободной поверхности. Величины \mathbf{n} и \mathbf{k} вычисляются следующим образом:

$$\mathbf{n} = \frac{\nabla \phi}{|\nabla \phi|}, \quad (4)$$

$$\mathbf{k} = -\nabla \mathbf{n}. \quad (5)$$

Граничные условия прилипания применены для печатной формы и ячейки вала. Поскольку модель является симметричной, граничное условие симметрии используется для линии центра ячейки, чтобы уменьшить количество вычислений на 50%. Зона моделирования поделена на квадратные элементы расчетной сетки, в каждом из которых осуществляются расчеты скорости и давления.

Параметры, неизменяемые в данной серии моделирований, представлены в таблице. Моделирование с указанными параметрами соответствует краскопереносу с анилоксогового вала линиатурой 177 лин/см, емкостью 5,27 см³/м² при скорости печати 5 м/с.

Параметры моделирования

Плотность краски, ρ	1000 кг/м ³
Коэффициент поверхностного натяжения, σ	0,03 Н/м
Скорость движения верхней плоскости, U	0,1 м/с
Краевой угол смачивания стенок ячейки, γ	60°
Глубина ячейки, h	15 мкм
Ширина ячейки, w	54 мкм
Начальное расстояние между ячейкой и плоскостью, c	0,5 мкм
Угол наклона стенок ячейки, α	60°
Количество элементов расчетной сетки по горизонтали	70
Количество элементов расчетной сетки по вертикали (в начальный момент времени)	26

Поскольку поверхностная энергия фотополимерных печатных форм может меняться вследствие износа или отработки больших тиражей [13], моделирование было проведено с учетом различной смачиваемости поверхности печатной формы. Для этого значение краевого угла смачивания β изменялось в пределах от 30° (хорошая смачиваемость) до 90° (плохая смачиваемость). Кроме того, исследовано влияние различных вязкостей краски ($\mu_1 = 0,01$ Па·с, $\mu_2 = 0,02$ Па·с, $\mu_3 = 0,03$ Па·с) на коэффициент краскопереноса.

На рис. 2 представлены результаты моделирования в виде зависимостей коэффициента краскопереноса от краевого угла смачивания печатной формы β при различной вязкости краски μ .

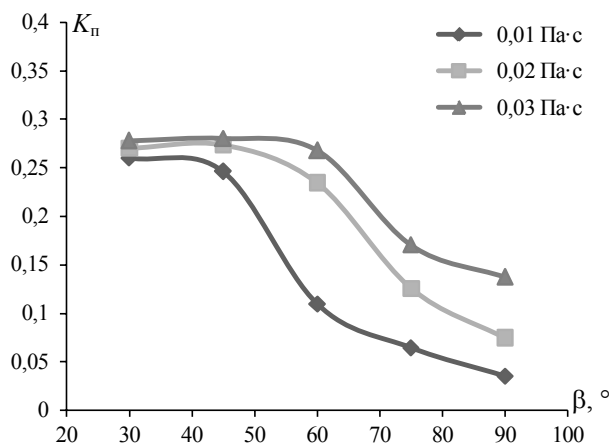


Рис. 2. Зависимость коэффициента краскопереноса от угла смачивания печатной формы

Коэффициент краскопереноса рассчитывается как

$$K_n = \frac{V_k}{V_{\text{общ}}}, \quad (6)$$

где V_k — объем краски, перенесенной на печатную форму; $V_{\text{общ}}$ — общий объем краски в ячейке.

Как видно по рис. 2, с увеличением угла смачивания печатной формы коэффициент краскопереноса уменьшается нелинейно. Наибольший коэффициент краскопереноса ($K_n = 0,27$) получен при угле смачивания печатной формы 30° . Это объясняется высокой смачиваемостью печатной формы и, как следствие, большим участком прилипания краски к ней. В то же время угол 90° соответствует низкой смачиваемости печатной формы, которую можно наблюдать в результате отработки больших тиражей, при этом размер участка смачивания краской уменьшается и наблюдается существенное уменьшение K_n в 2–5 раз по сравнению с K_n при угле 30° . Результаты моделирования показали, что при увеличении вязкости краски коэффициент краскопереноса увеличивается. Это можно объяснить, проанализировав движение жидкости из ячейки на печатную форму. С увеличением

вязкости наблюдается увеличение времени растяжения краски, а зона высокого давления, которая приводит к разрыву краски, находится дальше от верхней плоскости по сравнению с меньшей вязкостью. За счет этого количество краски, перенесенной на форму, увеличивается.

Заключение. Предложенная имитационная модель процесса краскопереноса позволяет спрогнозировать динамику движения краски из ячейки анилоксового вала на печатную форму с учетом параметров контактирующих поверхностей. В данном исследовании установлены зависимости влияния поверхностной энергии печатной формы и вязкости краски на коэффициент краскопереноса во флексографской печати. Результаты моделирования показали, что при увеличении смачиваемости печатной формы и вязкости краски коэффициент краскопереноса растет. Следовательно, для обеспечения стабильной дозировки краски с анилоксового вала на печатную форму можно поддерживать поверхностную энергию печатной формы с помощью обработки ее поверхности специальными средствами, а также настраивать вязкость краски таким образом, чтобы получить необходимое значение коэффициента краскопереноса.

Литература

1. Луцків Н. М., Стемпень К. Моделирование передачи краски в системе растровый цилиндр – флексографская форма – запечатываемый материал // Квалілогія книги. 2009. № 2. С. 101–109.
2. Луцків М., Стемпень К. Моделювання перенесення фарби з флексографічної форми на задрукуваний матеріал // Поліграфія і видавнича справа. 2008. № 2 (48). С. 141–152.
3. Huang W., Lee S., Sung H. J., Lee T. Simulation of liquid transfer between separating walls for modeling micro-gravure-offset printing // International Journal of Heat and Fluid Flow, 2008, no. 29, pp. 1436–1446. DOI: 10.1016/j.ijheatfluidflow. 2008.07.002.
4. Ahmed D. H., Sung H. J., Kim D.-S. Simulation of non-Newtonian ink transfer between two separating plates for gravure-offset printing. International Journal of Heat and Fluid Flow, 2011, vol. 32, no. 1, pp. 298–307. DOI: 10.1016/j.ijheatfluidflow. 2010.06.011.
5. Campana D. M., Carvalho M. S. Numerical simulation of liquid emptying of micro-cavities as a model of gravure printing applications // 22nd International Congress of Mechanical Engineering (COBEM 2013). Ribeirão Preto, 2013, pp. 10159–10170.
6. Ghadiri F., Ahmed D. H., Sung H. J., Shirani E. Non-Newtonian ink transfer in gravure-offset printing // International Journal of Heat and Fluid Flow, 2011, vol. 32, no. 1, pp. 308–317.
7. Sankaran A. K., Rothstein J. P. Effect of viscoelasticity on liquid transfer during gravure printing // Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics, 2012, vol. 175–176, pp. 64–75.
8. Hizir F. E., Hardt D. E. Effect of Substrate Contact Angle on Ink Transfer in Flexographic Printing // Comsol Conference. Boston, 2014.
9. Ahmed D. H., Kang H. W., Sung H. J. Non-Newtonian effect on ink transfer for gravure-offset printing // IEEE International Symposium on Assembly and Manufacturing. Suwon, 2009, pp. 165–166.
10. Campana D. M., Carvalho M. S. Liquid transfer from single cavities to rotating rolls // Journal of Fluid Mechanics, 2014, vol. 747, pp. 545–571. DOI: 10.1017/jfm. 2014.175.
11. Acheson D. J. *Elementary fluid dynamics*. Oxford: Clarendon Press, 1990. 408 p.
12. Hirt C., Nichols B. Volume of fluid (VOF) method for the dynamics of free boundaries // Journal of Computational Physics, 1981, vol. 39, no. 1, pp. 201–225. DOI: 10.1016/0021-9991(81)90145-5.
13. Зоренко О. В., Розум О. Ф. Декелі в офсетному друкарському процесі. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2008. 168 с.

References

1. Lutskiv N. M., Stempen' K. Simulation of ink transfer in the system of raster cylinder – flexographic plate – printed substrate. *Kvalilogiya knigi* [Book kvalilology], 2009, no. 2, pp. 101–109 (In Russian).
2. Lutskiv N. M., Stempen' K. Simulation of ink transfer from the flexographic plate to the substrate. *Poligrafija i vidavnicna sprava* [Printing & Publishing], 2008, vol. 48, no. 2, pp. 141–152 (In Ukraine).
3. Huang W., Lee S., Sung H. J., Lee T. Simulation of liquid transfer between separating walls for modeling micro-gravure-offset printing. *International Journal of Heat and Fluid Flow*, 2008, no. 29, pp. 1436–1446. DOI: 10.1016/j.ijheatfluidflow. 2008.07.002.
4. Ahmed D. H., Sung H. J., Kim D.-S. Simulation of non-Newtonian ink transfer between two separating plates for gravure-offset printing. *International Journal of Heat and Fluid Flow*, 2011, vol. 32, no. 1, pp. 298–307. DOI: 10.1016/j.ijheatfluidflow. 2010.06.011.
5. Campana D. M., Carvalho M. S. Numerical simulation of liquid emptying of micro-cavities as a model of gravure printing applications. *22nd International Congress of Mechanical Engineering (COBEM 2013)*. Ribeirão Preto, 2013, pp. 10159–10170.
6. Ghadiri F., Ahmed D. H., Sung H. J., Shirani E. Non-Newtonian ink transfer in gravure-offset printing. *International Journal of Heat and Fluid Flow*, 2011, vol. 32, no. 1, pp. 308–317 (In English).
7. Sankaran A. K., Rothstein J. P. Effect of viscoelasticity on liquid transfer during gravure printing. *Journal of Non-Newtonian Fluid Mechanics*, 2012, vol. 175–176, pp. 64–75 (In English).
8. Hizir F. E, Hardt D. E. Effect of Substrate Contact Angle on Ink Transfer in Flexographic Printing. *Comsol Conference*. Boston, 2014.
9. Ahmed D. H., Kang H. W., Sung H. J. Non-Newtonian effect on ink transfer for gravure-offset printing. *IEEE International Symposium on Assembly and Manufacturing*. Suwon, 2009, pp. 165–166.
10. Campana D. M., Carvalho M. S. Liquid transfer from single cavities to rotating rolls. *Journal of Fluid Mechanics*, 2014, vol. 747, pp. 545–571. DOI: 10.1017/jfm. 2014.175.
11. Acheson D. J. *Elementary fluid dynamics*. Oxford, Clarendon Press Publ., 1990. 408 p.
12. Hirt C., Nichols B. Volume of fluid (VOF) method for the dynamics of free boundaries. *Journal of Computational Physics*, 1981, vol. 39, no. 1, pp. 201–225. DOI: 10.1016/0021-9991(81)90145-5.
13. Zorenko O. V., Rozum O. F. *Dekeli v ofsetnomu drukars'komu protsesi* [Dekels in the offset printing process]. Kyiv, VPTs “Kievskiy universitet” Publ., 2008. 168 p.

Информация об авторах

Благодир Ольга Леонидовна — аспирантка кафедры репрографии. Издательско-полиграфический институт Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикирского» (03056, г. Киев, ул. Янгеля, 1/37, Украина). E-mail: olha.blagodir@gmail.com

Величко Елена Михайловна — доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой репрографии. Издательско-полиграфический институт Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикирского» (03056, г. Киев, ул. Янгеля 1/37, Украина). E-mail: reprografy15@gmail.com

Information about the authors

Blagodir Ol'ga Leonidovna — PhD student, 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: olha.blagodir@gmail.com

Velichko Yelena Mikhaylovna — DSc (Engineering), Professor, Head of 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: reprografy15@gmail.com

Поступила 02.03.2016

УДК 655.3.066.364

Т. Ю. Киричек, Е. В. КоротенкоИздательско-полиграфический институт
Национального технического университета Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОНТАКТНОЙ И БЕСКОНТАКТНОЙ
ПРОФИЛОМЕТРИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ОТТИСКОВ
МЕТАЛЛОГРАФСКОЙ ПЕЧАТИ**

Исследованы возможности применения двух различных профилометрических методов для изучения влияния технологических параметров металлографской печати на качество воспроизводимых штрихов путем измерения основных параметров рельефа поверхности образцов. В бесконтактном методе для получения трехмерной цифровой модели поверхности использовали бесконтактный интерференционный 3D-профилометр Micron-alpha. Контактная профилометрия проводилась с применением модуля для измерения фасонных профилей, собраного на основе профилометра модели 296. Результатом исследования стал анализ факторов влияния на толщину красочного слоя в металлографской печати.

Ключевые слова: профилометрия, интерференционная профилометрия, металлографская печать, толщина красочного слоя.

T. Yu. Kirichek, Ye. V. KorotenkoInstitute of Publishing and Printing National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”**USAGE OF CONTACT AND NONCONTACT PROFILOMETRICAL
METHODS FOR INVESTIGATION OF INTAGLIO PRINTING SURFACES**

The potentials of two different profilometrical methods for investigation of the influence of intaglio printing process parameters on the quality of strokes reproduced by measuring basic sample topography parameters are studied. In the noncontact profilometrical method for 3D modelling a noncontact 3D interference profilometer Micron-alpha was used. Contact profilometry was carried out with the module for measurement of shaped structures compiled on the basis of mod. 296 profilometer. The result of the study is the analysis of the factors influencing on the thickness of the ink layer for intaglio printing.

Key words: profilometry, interfere profilometry, intaglio printing, ink layer thickness.

Введение. Металлографская печать (интаглиопечать) используется главным образом в защищенной полиграфии и является одним из обязательных методов защиты банкнот во многих странах мира [1, с. 70–71]. Процесс металлографской печати включает этапы: 1) краска вязкостью 0,1–10,0 Па·с при температуре 25°C и скорости сдвига 1000 с⁻¹ [2] с красочного ящика, в котором поддерживается температура 17–21°C, с помощью накатных и раскатных валиков переносится на шаблонные валы; 2) с шаблонных валов, разогретых до температуры примерно 34°C, краска через сборный цилиндр с температурой 36°C передается на формный цилиндр, разогретый до 80–82°C, содержащий одну или более гравированных пластин; 3) избыток краски с пробельных элементов формы удаляется с помощью стирального цилиндра; 4) под действием высокого давления между формным и печатными цилиндрами (линейное давление составляет примерно 1000 кН/м) краска переносится с гравированных штрихов печатной формы на основу (субстрат); 5) происходит закрепление красочного слоя (окислительная полимеризация), зачас-

тую без использования дополнительной сушки [3, с. 173–175]. Характерной особенностью металлографской печати является формирование рельефного изображения, которое воспринимается не только визуально, но и тактильно. Данное свойство обеспечивает идентификацию подлинности ценных бумаг в условиях неконтролируемого общества, в том числе идентификацию номинала банкнот людьми с плохим зрением.

Так как тактильность бумаг передается посредством формирования больших толщин красочного слоя на оттисках, существует необходимость исследования влияния технологических факторов на это процесс. Но из-за того, что металлографская печать используется для печати гравюр и других штриховых элементов с применением заранее приготовленных красок, исключается возможность традиционной оценки толщины слоя краски методом измерения зональной оптической плотности однокрасочных 100% запечатанных полей. Таким образом, существует необходимость разработки методологии измерения толщины слоя краски металлографской печати.

Основная часть. Исследовано девять групп образцов (рис. 1) по 20 шт. каждая, изготовленных по технологии металлографской печати.

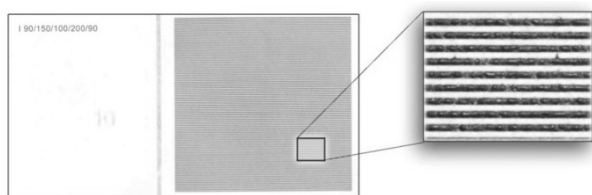


Рис. 1. Внешний вид образца

При печати образцов использована разработанная и изготовленная по технологии прямой лазерной гравировки модельная печатная форма с разными геометрическими параметрами печатных элементов (таблица): различным видом профиля (прямоугольный с углом наклона боковых стенок гравированных штрихов 90° , трапециевидный с углом наклона боковых стенок 60 и 75° , треугольный с углом наклона боковых стенок 53° (рис. 2а)); и разной глубиной ячеек (30 , 60 и 100 мкм (рис. 2б)).

Характеристика исследуемых образцов

Группы образцов	Геометрические параметры печатных элементов печатной формы			Параметры печати	
	ширина, мкм	глубина, мкм	угол наклона боковых стенок	скорость, тыс. отт./ч	давление в печатном контакте
1	150	30	90	8	$P_{\text{ср}}$
2	150	60	90	8	$P_{\text{ср}}$
3	150	100	90	8	$P_{\text{ср}}$
4	150	100	60	8	$P_{\text{ср}}$
5	150	100	75	8	$P_{\text{ср}}$
6	150	100	51	8	$P_{\text{ср}}$
7	150	100	90	8	$P_{\text{мин}}$
8	150	100	90	8	$P_{\text{макс}}$
9	150	100	90	5	$P_{\text{ср}}$

Металлографская печать осуществлена с помощью 4-красочной листовой печатной машины De La Rue Giori S. A. Super-Orlof-Intaglio. Группы образцов отличались параметрами печати — давлением в печатном контакте и скоростью печати. Давление в печатном контакте представлено в относительных оценках (без размерности) и обозначено как минимальное ($P_{\text{мин}}$), среднее ($P_{\text{ср}}$) и максимальное ($P_{\text{макс}}$), поскольку во время металлографской печати регулировалось увеличением / уменьшением расстояния между печатным и формным цилиндром относительно оптимального значения

(обозначено как «среднее»), установленного для печати тиражной продукции. Использована скорость печати 8 тыс. отт./ч и 5 тыс. отт./ч.

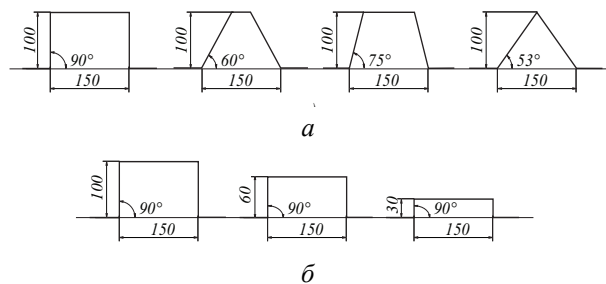


Рис. 2. Поперечное сечение ячеек модельной печатной формы:
а — при исследовании влияния профиля ячеек на качество штрихов;
б — при исследовании влияния глубины ячеек на качество штрихов

Разработанная методология базируется на профилометрическом анализе оттисков с применением двух разных методов — бесконтактного и контактного.

В бесконтактном методе для получения трехмерной цифровой модели поверхности использовали бесконтактный интерференционный 3D-профилометр Micron-alpha [4], основой которого являются оптико-электронный блок и система микрзеркал. Этот метод использует принцип интерференции двух пучков света, которые создают интерференционную картину, что совпадает с разницей их хода. Полученные двумерные изображения позволяют провести трехмерную реконструкцию поверхности благодаря специальному программному обеспечению Micron-alpha V21SN0710 (рис. 3а).

Контактная профилометрия проводилась с помощью модуля для исследования фасонных профилей на основе профилометра модели 296 [5], принцип работы которого основан на скольжении по исследуемой поверхности алмазной головки щупа с малым радиусом закругления и преобразовании возникающих при этом механических колебаний щупа в электрический сигнал, который интерпретируется как профиль поверхности (рис. 3б).

Для изготовления образцов использована двухслойная банкнотная бумага толщиной 108 ± 6 мкм, массой 85 ± 4 г/м², шероховатостью поверхности (по Бендстену) 200–500 мл/мин, гладкостью 15 с и жесткостью (по Таберу) 1,1 г·см.

На основе данных контактной и бесконтактной профилометрии поверхности образцов нами предложена методика определения толщины красочного слоя металлографской печати R^{int} , которая заключается в определении разности между средним арифметическим значением

высот неровностей профиля пиков запечатанных штрихов R_{\max}^{ink} и средним арифметическим значением высот неровностей профиля пробельных элементов R_{\max}^{space} :

$$R^{int} = \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n \sum_{l=1}^m (\overline{R}_{\max}^{ink} - \overline{R}_{\max}^{space})}{knm},$$

где i — номер исследуемого образца группы ($i = 1 \dots k$); j — номер зоны контроля на i -том исследуемом образце ($j = 1 \dots n$); l — номер штриха / пробельного элемента в j -той зоне контроля ($l = 1 \dots m$).

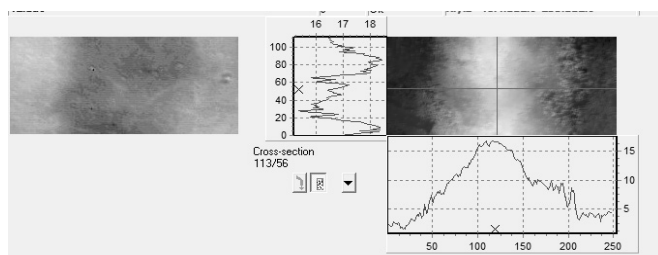
Проведена сравнительная оценка применения бесконтактного и контактного профилометрических методов, определены их основные преимущества и недостатки.

При исследовании метода оптической бесконтактной профилометрии исходное изображение поверхности можно получить путем многократного сканирования поверхности образца, в результате которого получается цифровая модель, содержащая исходные данные для дальнейшего анализа, выполняемого с помощью специального программного обеспечения. Возможность построения отдельного профиля (сечения) штриха из полученного изображения поверхности осуществляется с помощью встроенной функции программного обеспечения, которая позволяет провести воображаемую линию (серию линий), профиль которой подлежит детальному анализу. Трехмерную модель поверхности штрихов можно представить в различных формах: с цветным распределением высот или в серой шкале. Также есть возможность инвертирования полученной модели, когда высоты

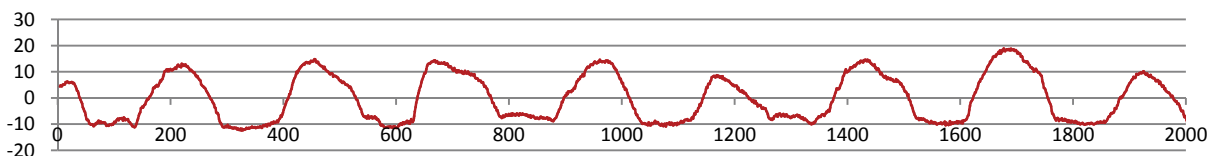
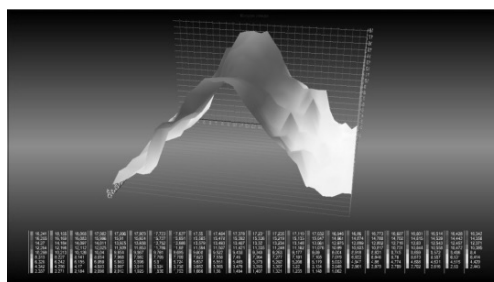
представляются как впадины и наоборот, что, в свою очередь, повышает наглядность результатов. Данный метод позволяет вычислять параметры шероховатости поверхности и геометрические параметры рельефа, зарегистрированные в виде компьютерного изображения.

Недостатком этого метода являются достаточно высокие требования к качеству рассматриваемой поверхности, в частности его ограниченность при анализе затемненных поверхностей из-за тяжести распознавания объектов, находящихся на поверхности. В случае исследования образцов, изготовленных на бумажной основе, возникает проблема прохождения луча сквозь исследуемый объект и невозможность регистрации топографии его поверхности. Также весомым недостатком метода является большое время обработки данных, вызванное малым размером поверхности, которую устройство способно зафиксировать за один цикл.

Метод контактной профилометрии имеет также ограничения, связанные с разрешением метода, ограниченными геометрическими размерами иглы профилографа (радиус закругления 10 мкм). Эти ограничения могут привести к значительным погрешностям в расчетах, особенно при статистической обработке данных измерения. Также существует необходимость перевода секунд, отложенных вдоль оси абсцисс, в миллиметры и кодов, отложенных вдоль оси ординат, в линейные величины с помощью тарифовочных графиков, что увеличивает время обработки полученного результата. К недостаткам этого метода можно также отнести возможность разрушения поверхности образцов иглой профилометра.



а



б

Рис. 3. Профилографирование поверхности исследуемых образцов:
а — бесконтактным интерференционным 3D-профилометр Micron-alpha;
б — контактным игольным профилометром модели 296 № Э-230

Преимуществом метода контактной профилометрии является возможность исследования поверхностей на относительно больших отрезках. Также контактная профилометрия не имеет ограничений по структуре анализируемых поверхностей.

Профилографирование штрихов металлографской печати позволяет оценить рельеф воспроизводимых штрихов, сопоставить его с параметрами гравированных штрихов модельной печатной формы, с использованием которой был осуществлен процесс печати, на основании чего могут быть даны рекомендации по подбору технологических параметров печати.

Результаты исследования показали, что одним из эффективных методов обеспечения необходимой толщины красочного слоя на оттиске при металлографской печати является геометрия гравированных элементов печатной формы, прежде всего, их глубина. На рис. 4 показаны толщины красочного слоя исследуемых образцов, изготовленных с помощью модельной печатной формы с одинаковой шириной 150 мкм и углом наклона боковых стенок гравированных элементов формы (90°), но разной глубиной гравированных штрихов (30, 60 и 100 мкм) при нормальном давлении в печатном контакте и скорости 8 тыс. отт./ч.

Диаграмма, представленная на рис. 4, показывает, что наибольшей высоты, которая равна приблизительно 29 мкм, напечатанные штриховые элементы достигают при использовании печатной формы с наибольшей глубиной гравированных штрихов — 100 мкм.

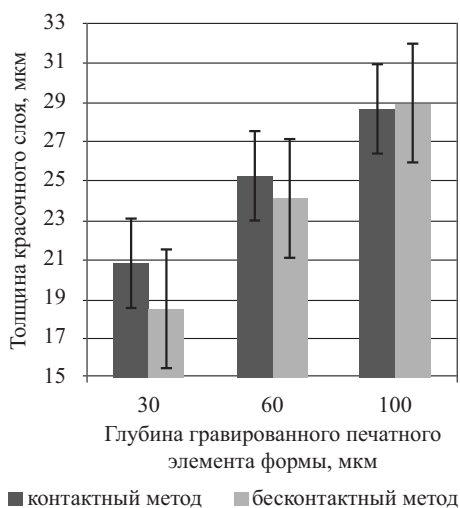


Рис. 4. Толщина слоя краски на оттисках металлографской печати в зависимости от глубины гравированных элементов печатной формы

Видно, что средняя высота штрихов образцов, отпечатанных печатной формой с глуби-

ной гравирования 100 мкм, незначительно превышает среднюю высоту штрихов образцов банкнот, отпечатанных печатной формой с глубиной гравировки 60 мкм — разница составляет около 3 мкм, что может открывать возможности повышения энергоэффективности технологии прямого лазерного гравирования.

Существенная разница между глубиной гравированного элемента формы и толщиной красочного слоя полученного оттиска может быть вызвана двумя причинами: частичным заполнением краской печатных элементов формы или частичным переносом краски с гравированных штрихов формы на запечатываемый материал. Первая причина может быть связана с применением высокой скорости при печати, несоответствующих свойств красок или низкими коэффициентами краскоприема и краскоотдачи. Вторая причина может быть обусловлена несоответствующим давлением в печатном контакте или возникновением капиллярного эффекта внутри ячеек формы. Последнее заключается в том, что при приблизительно равности ширины штрихового элемента формы с его высотой печатный элемент можно рассматривать как капилляр, и чем он больше, тем больше в нем остается краски, и, соответственно, меньше ее переходит на отпечаток. Все это указывает на необходимость четкой корреляции глубины с шириной печатного элемента формы, свойств красок со свойствами печатной формы и подбором скорости печати и давления в печатном контакте.

Коэффициенты краскоприема и краскоотдачи при металлографской печати зависят от угла наклона боковых стенок гравированных штрихов. На рис. 5 представлены толщины красочного слоя оттисков, изготовленных с помощью печатной формы с разным углом наклона боковых стенок гравированных элементов (90° , 75° , 60° и 53°) одинаковой толщины (150 мкм) и глубины (100 мкм) при нормальном давлении в печатном контакте и скорости печати 8 тыс. отт./ч. При угле наклона боковых граней гравированных штрихов печатной формы 90° среднее значение толщины красочного слоя достигает примерно 29 мкм, тогда как при угле 53° данное значение составляет около 21 мкм (рис. 5). Это свидетельствует о том, что увеличение угла наклона боковых граней гравированных штрихов печатной формы приводит к получению больших значений высоты штрихов. Данные зависимости могут быть объяснены направлением действия сил, которые создают боковые грани печатных элементов, на краску в гравированных штрихах печатной формы и запечатываемый материал в момент печатного контакта.

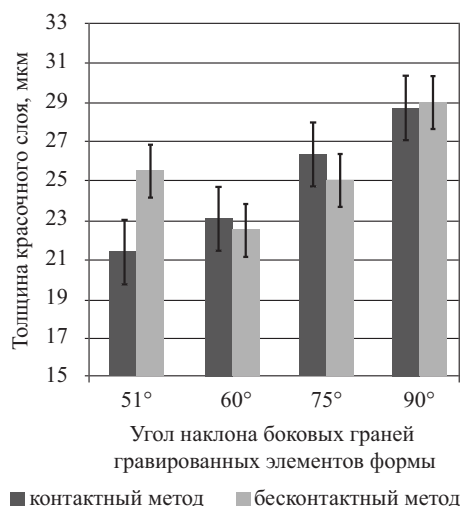


Рис. 5. Толщина красочного слоя на оттисках металлографской печати в зависимости от угла наклона боковых граней гравированных штрихов печатной формы

В ходе исследования наибольших значений толщины красочного слоя на оттисках удалось достигнуть при использовании печатной формы с гравированными элементами прямоугольного профиля шириной 150 мкм, глубиной 100 мкм при скорости 8 тыс. отт./ч при максимальном давлении около 31 мкм (рис. 6).

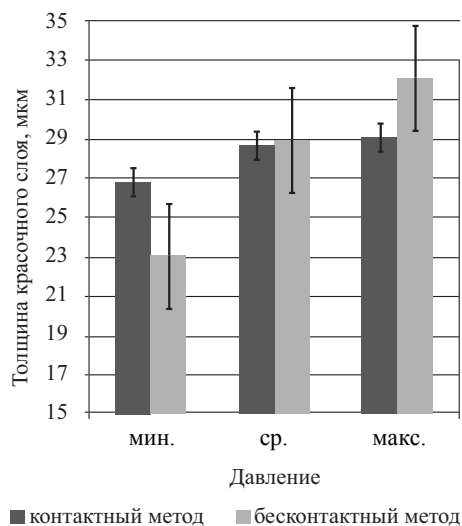


Рис. 6. Толщина красочного слоя на оттисках металлографской печати в зависимости от значения давления в печатном контакте

Таким образом, видно, что увеличение давления между формным и печатным цилиндрами приводит к выглаживанию поверхности запечатываемого материала и большей краскоотдаче печатной формы, тем самым к большей толщине слоя краски. Однако следует обратить внимание, что чрезмерное увеличение давления имеет не-

гативные последствия, такие как тиснение обратной стороны запечатываемого материала и износ печатной формы, что в конечном итоге приводит к снижению качества оттиска.

Важным фактором формирования нужной толщины на оттиске при металлографии является скорость печати. Уменьшение скорости печати и, соответственно, увеличение времени контакта печатной формы с запечатываемым материалом приводит к снижению краскоотдачи печатных элементов формы, тем самым уменьшая толщину красочной пленки на оттисках (рис. 7).

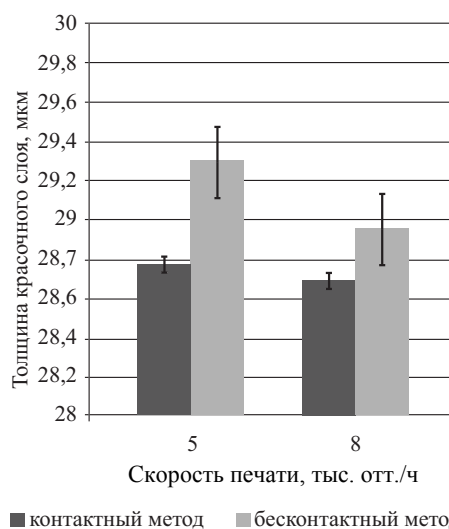


Рис. 7. Толщина красочного слоя на оттисках металлографской печати в зависимости от скорости печати

Закключение. В работе доказана возможность применения как контактной, так и бесконтактной профилометрии при изучении влияния технологических параметров металлографской печати на качество воспроизводимых штрихов. Применение контактного игольного профилометра позволяет получить значения геометрических параметров штрихов, в то время оптический профилометр является более точным в отражении микронеровностей поверхностей образца, а также позволяет автоматически определять параметры шероховатости и отображать 3D-модель исследуемой поверхности.

Исследования показали, что большей толщины красочного слоя можно достичь путем повышения давления в печатном контакте, уменьшением скорости, увеличением угла наклона боковых стенок и глубины гравированных штрихов печатной формы. Последнее требует дополнительных исследований с точки зрения энергоэффективности применяемой технологии.

Основываясь на результатах эксперимента и соответствующих расчетов, можно решить целевую задачу — выбор соответствующих пара-

метров печати с тем, чтобы получать необходимые толщины красочного слоя на оттисках металлографской печати.

Литература

1. Киричок П. О., Коростіль Ю. М., Шевчук А. В. Захист цінних паперів та документів суворого обліку. Київ: НТУУ «КПІ», 2008. 368 с.
2. Pat. US 20160009075, МПК В41F 11/02 20060101 В41F011/02; В42D 25/36 20060101 В42D025/36; В41F 9/00. Intaglio printing / Lefebvre Olivier (Montagny-pres-Yverdon, CH); Degott Pierre (Crissier, CH); Magnin Patrick (Maxilly-sur-Leman, FR); Schaller Christophe (Ollon, CH). 14/771603; заявл. 13.12.2013; опубл. 14.01.2016.
3. Киричок Т. Ю. Зносостійкість банкотної продукції. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. С. 196–198.
4. Интерференционный профилометр для контроля топографии поверхности материалов с нанометровым разрешением / С. Р. Игнатович [и др.]: праці Міжнародної НТК «Пошкодження матеріалів під час експлуатації, методи його діагностування і прогнозування». Київ, 2009. С. 175–179.
5. Майданюк С. В., Плівак О. А., Бекмуратов Р. А. Модуль для вимірювання фасонних профілів // Вісник ЖДТУ. 2007. № 2 (41). С. 1–4.

References

1. Kirichok P. O., Korostil' Yu. M., Shevchuk A. V. *Zakhist tsinnykh paperiv ta dokumentiv suvorogo obliku* [Protection of security paper and strict accounting documents]. Kyiv, NTUU “KPI” Publ., 2008, pp. 70–72.
2. Lefebvre O., Degott P., Magnin P., Schaller C. *Intaglio printing*. Patent US, no. 2016009075, 2016.
3. Kirichok T. Yu. *Znosostiykist' banknotnoy produktsii* [Durability of banknotes]. Kyiv, NTUU “KPI” Publ., 2014, pp. 196–198.
4. Ignatovich S. R., Zakiev I. M., Yutskevich S. S., Zakiev V. I. [The interference profilometer for the control the surface the topography materials with nanometer resolution]. *Pratsi Mizhnarodnoy NTK («Poshkodzhennya materialiv pid chas ekspluatatsii, metody yogo diagnostuvannya i prognosuvannya»)* [Materials of International STK (“Damage of Materials, its Diagnostics and Forecasting”)]. Kyiv, 2009, pp. 175–179 (In Ukraine).
5. Maydanyuk S. V., Plyvak A. A., Bekmuradov R. A. The module for measurement of shaped structures. *Visnik ZhDTU* [Bulletin of the Zhytomir Technical University], 2007, no. 2 (41), pp. 1–4 (In Ukraine).

Информация об авторах

Киричек Татьяна Юрьевна — доктор технических наук, профессор кафедры технологии полиграфического производства. Издательско-полиграфический институт Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (03056, г. Киев, ул. Янгеля, 1/37, Украина). E-mail: t_kyrychok@ukr.net

Коротенко Елена Владимировна — аспирант кафедры технологии полиграфического производства. Издательско-полиграфический институт Национального технического университета Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского» (03056, г. Киев, ул. Янгеля, 1/37, Украина). E-mail: gushcha_olena@ukr.net

Information about the authors

Kirichok Tat'yana Yur'yevna — DSc (Engineering), Professor, the Department of Printing Production Technology. Institute of Publishing and Printing National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” (1/37, Yangelya str., 03056, Kiev, Ukraine). E-mail: t_kyrychok@ukr.net

Korotenko Yelena Vladimirovna — PhD student, the Department of Printing Production Technology. Institute of Publishing and Printing National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute” (1/37, Yangelya str., 03056, Kiev, Ukraine). E-mail: gushcha_olena@ukr.net

Поступила 24.03.2016

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. ChurkinInstitute 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 листопередающие 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 листопередающей 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 листопередающей 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 листопередающей 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 (τ_{izm} и τ_{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 χ^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].

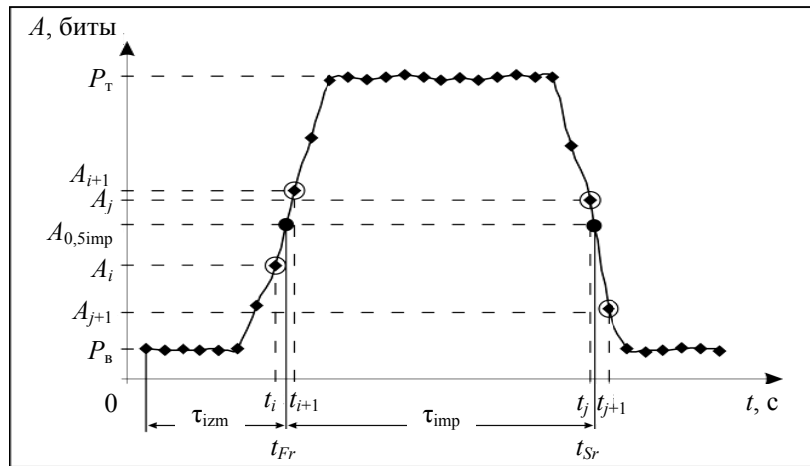


Рис. 1. Цифровая форма импульсного сигнала для определения параметров моделирования совмещения красок в листовых печатных машинах:

- 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; τ_{izm} — время до формирования импульса; τ_{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:

$$A_{imp} = |P_T - P_B|. \tag{1}$$

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:

$$A_{0,5imp} = 0,5 A_{imp} + P_B; \tag{2}$$

$$t_{Fr} = k_{Fr} \Delta t; \tag{3}$$

$$t_{Sr} = k_{Sr} \Delta t, \tag{4}$$

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

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

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

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

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

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 τ_{izm} и τ_{imp} для левой и правой меток по следующим формулам:

$$\tau_{izm} = t_{Fr} - t_n; \tag{8}$$

$$\tau_{imp} = t_{Sr} - t_{Fr}. \tag{9}$$

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

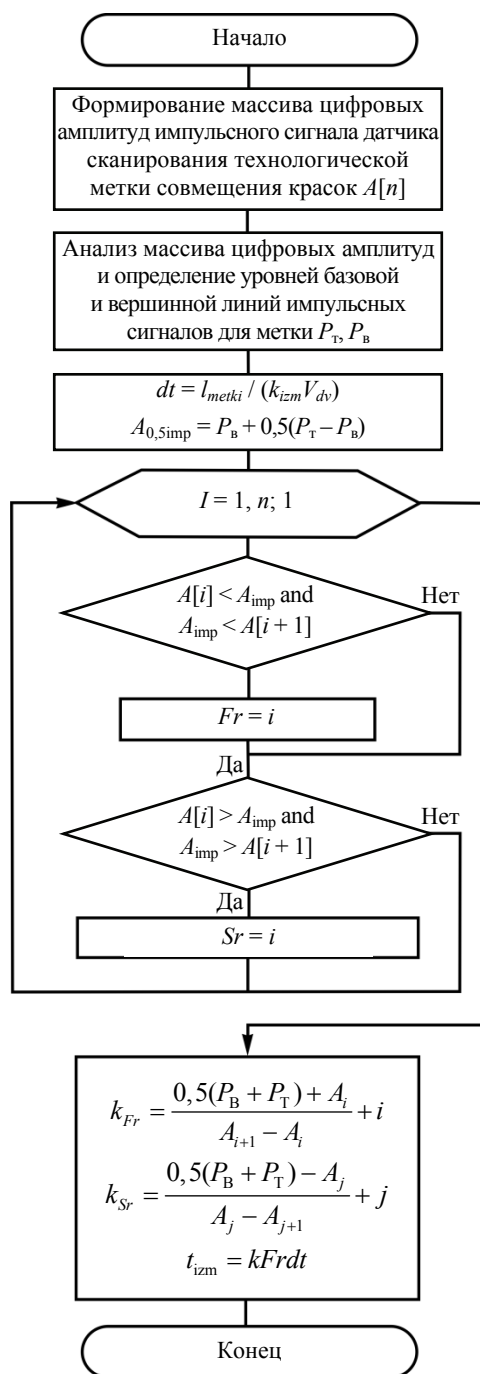


Рис. 2. Алгоритм определения параметров моделирования совмещения красок в листопередающей системе печатных машин

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 (τ_{izm} , τ_{imp}) для каждой из специальных технологических меток проводится их анализ для определения направления (diag, rorer, pozd) и параметров (α , 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 sprava: 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 drukarstva: 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 Сикирского» (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 Сикирского» (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 Сикирского» (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

УДК 655.3

М. И. Кулак, Д. М. Медяк, Г. П. Терешко
Белорусский государственный технологический университет
**ОПТИЧЕСКИЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА РЕЗА
ПРИ ОБРЕЗКЕ КНИГ И КНИЖНЫХ БЛОКОВ**

В статье представлен оптический способ контроля качества реза при обрезке книг и книжных блоков. Целью работы является определение объективного показателя качества реза оптическим методом, получение результата в форме, пригодной для последующих расчетов, и возможности дальнейшего использования в системах управления оборудованием для трехсторонней обрезки книг и книжных блоков. Предложенный способ позволяет проводить контроль качества реза, включая измерение оптической плотности бумаги, из которой изготовлен книжный блок, и оптической плотности обреза книги в обложке или книжного блока, предназначенного для изготовления книги в переплетной крышке.

В работе проанализированы существующие способы оценки качества реза и их недостатки, а также суть и отличие их от предлагаемого способа. В процессе разработки способа, который более точно характеризует структуру микроповерхности обреза, была проведена экспертная оценка и рассчитаны показатели шероховатости кромок обреза листов образцов книг. Результаты обработки подтвердили субъективный характер визуальной оценки качества, а также длительность и трудоемкость проведения работ.

Оценка качества образцов оптическим способом производилась при помощи денситометра, который имеет четыре канала измерения. Далее выполнялся расчет разности измеренных оптических плотностей и сопоставление ее с допустимым граничным значением. Анализ результатов исследования показал, что предлагаемый способ обеспечивает объективный и одинаковый уровень требований к качеству обрезки книг и книжных блоков.

Ключевые слова: книга, книжный блок, качество реза, показатели шероховатости, экспертная оценка, оптическая плотность, бумагорезальная машина.

M. I. Kulak, D. M. Medyak, G. P. Tereshko
Belarusian State Technological University
**OPTICAL METHOD OF QUALITY CONTROL OF THE CUT
WHEN CROPPING BOOKS AND BOOK UNITS**

The article deals with the optical method of quality control of a cut when cropping books and book units. The purpose of operation is determination of an objective factor of a cut quality by an optical method as well as receiving the result in the form suitable for the subsequent calculations and a possibility of further use in management systems of the equipment for three-sided cropping of books and book units.

The offered method allows to carry out the quality control of a cut, including measurement of optical density of paper used for making the book unit and control the optical density of a book cutoff in a cover or the book unit intended for manufacture of the book in a binding cover.

The article analyses the existing methods of an assessment quality of a cut and their shortcomings as well as their essence and their difference from the offered method. The expert assessment was carried out as well as the roughness indices of cropping edges of sheets of sample books were calculated while the development of the method that characterizes the structure of a microsurface of a book cutoff more precisely. Results of processing confirmed the subjective character of a visual assessment of quality, and also duration and labor input of work.

The assessment of quality of samples by an optical method was made by means of the densitometer having four channels of measurement. Further calculation of a difference of the measured optical density and its comparison to admissible boundary value was executed. The analysis of results of research showed that the offered method provides the objective and identical level of requirements to quality of cropping of books and book units.

Key words: book, book unit, quality of a cut, roughness indices, expert assessment, optical density, cutting machine.

Введение. В соответствии с требованиями технологической инструкции на брошюровочно-переплетные процессы плоскость обреза

книг должна быть чистой и гладкой, без шероховатостей, полос, волнистости и слипания обрезных кромок. Качество реза, отсутствие

надрывов, неровностей на срезе контролируют визуально [1, 2].

Недостаток этого способа заключается в его субъективности. Достоверность и надежность контроля существенно зависит от квалификации, опыта работы машинистов одно- и трехножевых резальных машин, мастеров, сотрудников отдела технического контроля. Цеховые условия, в которых проводится контроль, также влияют на его результаты.

Целью данной работы является разработка объективного показателя качества реза оптическим методом, получение результата в форме, пригодной для последующих расчетов, и возможности дальнейшего использования в системах управления оборудования для трехсторонней обрезки книг и книжных блоков.

Основная часть. Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является рассматриваемый в [3] способ контроля кромок среза бумаги путем определения показателей шероховатости [4]. Для этого предлагается сфотографировать кромку обрезанной бумаги сбоку с увеличением $\times 200$. Далее, рассматривая на фотографии обрез как случайную волнистую линию, определяют стандартные показатели шероховатости R_a , R_z , R_{max} .

Недостатком этого способа является его чрезвычайно высокая трудоемкость. Поэтому он применяется для контроля качества разрезки бумажного полотна в продольном или поперечном направлении только в лабораторных условиях. Способ не поддается автоматизации, что не позволяет его использовать в современном высокопроизводительном оборудовании для трехсторонней обрезки книжных блоков.

Для решения поставленной задачи предлагается использовать способ контроля качества реза с помощью денситометра, включающий измерение оптической плотности бумаги, из которой изготовлен книжный блок, и оптической плотности среза книги в обложке или книжного блока, предназначенного для изготовления книги в переплетной крышке, расчета разности измеренных оптических плотностей и сопоставления ее с допустимым граничным значением.

Отличие предлагаемого способа заключается в том, что в результате исследования плоскости среза книг определяется не система показателей, а единичный показатель, отражающий характер микрогеометрии поверхности среза. Предлагаемый способ позволяет учесть влияние пространственной развитости поверхности, что дает возможность более точно охарактеризовать поверхностно-пространственную структуру среза. Учитывая высокую точность и оперативность способа, он может быть использован в системах управления оборудования

для трехсторонней обрезки книг и книжных блоков, которое в настоящее время не имеет функции приборного контроля качества реза.

Результаты экспериментальных исследований. Указанным способом проводился контроль качества обрезки четырех образцов книг. Чтобы выяснить, какой из способов (предлагаемый или известные) позволяет более точно охарактеризовать структуру микрогеометрии поверхности среза, контроль проводился визуально с привлечением пяти экспертов по методике [1], а также были осуществлены измерение и расчет показателей шероховатости кромок среза листов этих книг R_a , R_z , R_{max} по методике [3].

Результаты экспертной оценки качества реза приведены в табл. 1. Независимые эксперты в области полиграфической технологии оценивали качество обрезки образцов книг визуально по пятибалльной шкале в соответствии с методикой [1].

Таблица 1

Результаты экспертной оценки качества реза

Образец книги	Оценка качества реза в баллах экспертами					Средняя оценка
	1	2	3	4	5	
1	1	1	2	1	1	1,2
2	2	2	3	3	2	2,4
3	3	3	3	4	4	3,4
4	4	4	4	5	4	4,2

Как видно в табл. 1, полученные результаты экспертной оценки подтверждают ее субъективный характер. Ни для одного образца книг оценка не получилась однозначной. Мнение экспертов в наибольшей степени близко друг к другу в крайних ситуациях, когда качество среза практически очевидно является неудовлетворительным, или, наоборот, достаточно хорошим. В пограничных ситуациях, на грани удовлетворительно — неудовлетворительно, мнение экспертов начинает расходиться, что затрудняет получение однозначной оценки качества среза в целом.

Результаты измерения и расчета показателей шероховатости R_a , R_z , R_{max} кромок среза листов образцов книг по методике [3] приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты измерения и расчета показателей шероховатости

Образец книги, номер	R_a , мкм	R_z , мкм	R_{max} , мкм
1	10,35	40,357	54,846
2	7,361	30,031	42,792
3	5,601	24,446	30,505
4	5,031	20,620	24,968

Для проведения измерений из каждого образца книги отделялся лист, который затем просматривался на микроскопе марки POLAR с увеличением $\times 500$.

Просматривалась кромка листа, отстоящая от корешковой зоны в переплете книги на расстоянии 20 мм. Изображение кромки фотографировалось цифровой фотокамерой, встроенной в микроскоп. Всего для одного листа получали три фотографии в цифровом формате TIFF. Далее, с целью повышения резкости, четкости изображение обрабатывалось на компьютере в программном пакете растровой графики PhotoShop и переносилось в пакет CorelDraw, где оцифровывалась случайная линия, представляющая изображение кромки обреза. Расчет параметров шероховатости проводился в математическом пакете MathCAD. Для каждого образца книг получали среднее значение параметров шероховатости, которые и приведены в табл. 2.

Результаты расчета параметров свидетельствуют, что образцы книг, получившие наиболее высокие оценки экспертов, имеют и меньшие значения шероховатости. Соответственно, книги, получившие неудовлетворительные оценки качества обреза, имеют в среднем значения параметров шероховатости в 1,6–1,8 раза больше. Однако ввиду длительности и трудоемкости проведения работ измерение значений показателей шероховатости обреза в производственных условиях не практикуется. Недостатком данного способа является также и необходимость разрушения переплета образца книги для извлечения листа, который будет анализироваться.

В табл. 3 приведены результаты измерения и расчета разности показателей оптической плотности ΔD кромок обреза образцов книг по предлагаемому способу: основного показателя оптической плотности (ΔD_V) и для цветовой модели CMY (ΔD_C , ΔD_M , ΔD_Y). Использовался денситометр X-Rite-508, который имеет четыре канала измерения: V, C, M, Y.

Первоначально измеряется оптическая плотность чистой незапечатанной бумаги, из которой изготовлена книга $D_{б.л.}$. Зоны для такого измерения могут быть найдены на титульном листе или на полях книги.

Затем измеряется оптическая плотность на обрезе книги в обложке или книжного блока, предназначенного для изготовления книги в переплетной крышке $D_{об.}$. Зона для измерения должна находиться на расстоянии 10–20 мм от корешка книги или блока. Листы при измерении должны быть в сомкнутом состоянии.

Далее находится разность показаний:

$$\Delta D = D_{об.} - D_{б.л.} \quad (1)$$

Всего проводится по три измерения на верхнем и нижнем обрезе книги. По результатам всех измерений находится среднее значение ΔD для конкретного канала.

Таблица 3
Результаты измерения и расчета показателей ΔD

Образец	ΔD_V	ΔD_C	ΔD_M	ΔD_Y	Среднее по VCM	Среднее по VCMY
1	0,036	0,034	0,036	0,048	0,035	0,039
2	0,032	0,029	0,033	0,045	0,031	0,035
3	0,023	0,022	0,020	0,028	0,022	0,023
4	0,015	0,016	0,015	0,016	0,015	0,016

Измерение в каналах CMY, т. е. через светофильтры (голубой — C, пурпурный — M, желтый — Y), которые встроены в современные спектроденситометры, проводится для того, чтобы исключить искажения при определении оптической плотности. Источники таких искажений могут быть следующими.

В некоторых видах бумаги используется оптическое отбеливание, т. е. в ее поверхностные слои вводятся люминофоры. Поэтому при измерении оптической плотности поверхности бумаги свечение люминофоров будет давать вклад в отраженную составляющую света. При измерении оптической плотности обреза, т. е. на торцах листов, вклад этой составляющей будет меньше.

Анализ данных в табл. 3 показывает, что для каналов C и M отклонение значений ΔD от данных, полученных в канале V для одного образца книги (т. е. в строке табл. 3), находится в диапазоне 0,0–13,0%. В то время как для образцов книг по отношению к книге № 4 (т. е. в столбце табл. 3) отличие ΔD находится в диапазоне 33,3–200,0%. Таким образом, основной показатель, по которому оценивается качество реза, четко дифференцирован по отношению к различиям измерения оптической плотности в каналах V, C и M.

Ситуация с измерением в канале Y иная. Для книги № 4 отклонение значения ΔD от данных, полученных в канале V, составляет 6,7%. Таким образом, для этой книги измерение во всех каналах дает близкие результаты. Для образца книги № 3 отклонение значения ΔD от данных в канале V — 21,7% и для образцов № 2 и 1 — 40,6 и 33,3% соответственно. Объясняется это тем, что бумага, из которой изготовлены данные книги, имеет желтый оттенок и соответственно измерение в канале Y дает большие абсолютные значения оптической плотности.

Одним из видов брака при обрезке книг и книжных блоков является изменение цвета

бумаги на срезах [1]. Основная причина этого брака — затупление ножей бумагорезальных машин или неправильный выбор их параметров (углов и радиуса заточки). В результате при разрезке лезвие ножа разогревается до температур, превышающих допустимые, и происходит тепловая деструкция бумаги в зоне реза. Измерение через разные светофильтры позволяет обнаружить эти ситуации. Рассмотренные в качестве примера четыре образца книг такого явного брака не имели.

В простых моделях денситометров измерение оптической плотности осуществляется только в одном канале V . В этом случае изменение цвета реза необходимо контролировать визуально.

Измерение ΔD в различных каналах и последующий его анализ может проводиться в системах управления оборудования для трехсторонней обрезки книг и книжных блоков, а также бумагорезальных машин. Если ΔD в каком-либо канале отличается от значения в канале V более чем на 15%, то оно не должно учитываться при контроле качества по всем остальным каналам. Причина такого отклонения должна анализироваться дополнительно после остановки оборудования.

Дополнительный анализ ΔD в различных каналах не изменяет сущность предлагаемого способа контроля качества реза, но расширяет его возможности при использовании в системах управления автоматизированного оборудования. При измерении вручную достаточно ограничиться измерением в канале V . И только в случаях, требующих более тщательного контроля, например при возникновении разночтений по оценке качества, использовать и остальные каналы.

Для принятия решения о том, что рез удовлетворяет требованиям качества, результаты измерения и расчета ΔD должны быть сравнены с допустимым граничным значением ΔD_L . В общем случае для измерения в каждом канале денситометра должно выполняться условие

$$0 < \Delta D \leq \Delta D_L. \quad (2)$$

Равенство нулю ΔD означает, что шероховатость реза равна шероховатости бумаги. Такое требование может оказаться излишне «жестким» по техническим и экономическим причинам.

Если окажется, что $\Delta D < 0$, то это будет свидетельствовать о получении брака при обрезке. Такое значение может получиться, например, при слипании листов, что недопустимо по технологической инструкции [1].

Выбор конкретного значения ΔD_L зависит от целого комплекса технических, экономических

и организационных факторов. В условиях конкретного полиграфического предприятия эта задача может решаться по-разному. В первую очередь, ее решение зависит от вида и читательского адреса книжной продукции. В простых случаях можно использовать экспертный опрос. В тех случаях, когда к качеству предъявляются более жесткие требования, может быть использована методика [3].

Необходимо учитывать, что после того как ΔD_L установлено, предлагаемый способ обеспечивает одинаковый уровень требований к качеству всей продукции, которая будет подвергаться контролю.

Анализ данных в табл. 3 позволяет заключить, что для рассматриваемых в данном примере образцов книг допустимое значение разности оптических плотностей может быть принято равным $\Delta D_L = 0,025$.

Возможность использования полученного показателя качества реза для последующих расчетов продемонстрируем на примере определения стандартных показателей шероховатости реза R_a , R_z , R_{max} . Значения этих показателей в микрометрах можно вычислить по следующей формуле:

$$R = a \exp(b \Delta D). \quad (3)$$

Параметры a и b для каждого показателя приведены в табл. 4. Их значения получены с помощью метода наименьших квадратов по данным табл. 2 и среднего значения по каналам VCM в табл. 3.

Показатели шероховатости R_a , R_z , R_{max} могут быть использованы, в свою очередь, для расчета краскостойкости реза, если в дальнейшем предусмотрена операция его закраски [2]. Также их можно применять для прогнозирования стойкости бумагорезальных ножей [3].

Таблица 4

Параметры модели для показателей шероховатости

Значения параметров	R_a	R_z	R_{max}
a , мкм	2,832	12,555	13,533
b	34,061	31,089	38,544

Возможность использования предлагаемого способа контроля качества реза в системах управления оборудования для трехсторонней обрезки книг и книжных блоков, а также бумагорезальных машин связана с установкой на этом оборудовании денситометрических контрольно-измерительных устройств. Приборный контроль качества реза позволит ускорить настройку оборудования, обеспечить объективный контроль не только получаемой продукции, но и состояния режущего инструмента.

Заключение. Представленный в статье способ обеспечивает объективный приборный контроль качества реза при трехсторонней обрезке книг и книжных блоков. Учитывая высокую точность и оперативность способа, он является пригодным для современного высоко-

производительного бумагорезального оборудования. Рассчитанные показатели шероховатости могут быть использованы для расчета краскостойкости обреза в случае его окраски, а также для прогнозирования стойкости бумагорезальных ножей.

Литература

1. Чернышова Н. А. Брошюровочно-переплетные процессы. Технологические инструкции. М.: Книга, 1982. 441 с.
2. Воробьев Д. В. Технология послепечатных процессов. М.: Из-во МГУП, 2000. 393 с.
3. Киселев С. С. Стойкость бумагорезательных ножей. М.: Лесная пром-сть, 1971. 105 с.
4. ГОСТ 2789–73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики. М.: Стандартиформ, 2006. 6 с.
5. Кулак М. И., Медяк Д. М. Способ контроля качества обреза книги или предназначенного для ее изготовления книжного блока. Патент РБ, № 20336, 2016.

References

1. Chernyshova N. A. *Broshyurovochno-perepletnye protsessy. Tekhnologicheskie instruksii* [Stitching and binding processes. Technological instructions]. Moscow, Kniga Publ., 1982. 441 p.
2. Vorob'yev D. V. *Tekhnologiya poslepechatnykh protsessov* [Technology of postprinting processes]. Moscow, Izd-vo MGUP Publ., 2000. 393 p.
3. Kiselev S. S. *Stoykost' bumagorezatel'nykh nozhey* [Firmness of knives for paper cutting]. Moscow, Lesnaya prom-st' Publ., 1971. 105 p.
4. GOST 2789–73. Surface roughness. Parameters and characteristics. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 6 p. (In Russian).
5. Kulak D. M., Medyak D. M. *Sposob kontrolya kachestva obreza knigi ili prednaznachennogo dlya ee izgotovleniya knizhnoy bloka* [Method of quality control of a sawn-off shotgun of the book or the book block intended for its production]. Patent BY, no. 20336, 2016.

Информация об авторах

Кулак Михаил Иосифович — доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: kulak@belstu.by

Медяк Диана Михайловна — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: medyak@belstu.by

Терешко Галина Петровна — магистрант кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: tereshko@belstu.by

Information about the authors

Kulak Mikhail Iosifovich — DSc (Physics and Mathematics), Professor, Head of the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kulak@belstu.by

Medyak Diana Mikhaylovna — PhD (Engineering), Assistant Professor, Assistant Professor of the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: medyak@belstu.by

Tereshko Galina Petrovna — Master's degree student, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tereshko@belstu.by

Поступила 11.08.2016

УДК 655.3

М. И. Кулак¹, Г. П. Терешко¹, Д. М. Медяк¹, Р. С. Олейник²¹Белорусский государственный технологический университет²«Издательство “Белорусский Дом Печати”»**ВЗАИМОСВЯЗЬ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК БУМАГИ И ПРОЧНОСТИ КЛЕЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ
ПРИ ЛАМИНИРОВАНИИ ОТТИСКОВ**

В статье рассмотрена взаимосвязь структурно-механических характеристик бумаги и прочности клеевого соединения при ламинировании оттисков. Целью работы является построение математической модели, позволяющей установить связь структурно-механических характеристик бумаги, пленки, а также клея и прочности клеевого соединения. Поставленная в работе задача решалась путем структурного расчета зависимости упрочнения бумаги при ламинировании пленки от режимных параметров: силы прижима, температуры каландра и скорости припрессовки.

При исследовании зависимости коэффициента упрочнения от силы прижима было определено усилие прижима и приведены результаты расчета коэффициента упрочнения по экспериментальным данным. Поскольку бумага (оттиск) является пористым материалом, то при исследовании влияния температуры и скорости на коэффициент упрочнения ламинированного материала использовалась теория перколяции. Коэффициент упрочнения бумаги (оттиска) рассчитывался с использованием глубины капиллярного впитывания клея. Для определения коэффициентов уравнения использовался метод наименьших квадратов. По полученным данным были построены графики зависимостей коэффициента упрочнения от температуры и скорости припрессовки.

Предлагаемая математическая модель позволяет установить связь структурно-механических характеристик бумаги, пленки, а также клея и прочности клеевого соединения. Она может быть использована для исследования процесса ламинирования с целью установления оптимальных значений его параметров.

Ключевые слова: ламинированный материал, коэффициент упрочнения, сила прижима, температура, скорость, капиллярное впитывание.

M. I. Kulak¹, G. P. Tereshko¹, D. M. Medyak¹, R. S. Oleynik²¹Belarusian State Technological University²“Publishing house “Belorusskiy Dom Pechati””**INTERRELATION OF STRUCTURAL AND MECHANICAL
CHARACTERISTICS OF PAPER AND DURABILITY
OF GLUE CONNECTION AT LAMINATION OF PRINTS**

The interrelation of structural and mechanical characteristics of paper and durability of glue connection in case of lamination of prints is under consideration. The purpose of work is creation of the mathematical model allowing to establish connection of structural and mechanical characteristics of paper, a film as well as glue and durability of glue connection. The problem set in work was solved by structural calculation of dependence of paper hardening in case of lamination of a film at regime parameters: forces of a clip, temperature of a calender and speed of an adpressing.

The interrelation of hardening coefficient and pressing force has been investigated and the pressing force as well as the results of calculation of coefficient of hardening in accordance with the experimental data are given. As paper (print) is a porous material, the theory of a percolation was used at a research of influence of temperature and speed on coefficient of hardening of the laminated material. The coefficient of hardening of paper (print) was calculated with use of depth of capillary absorption of glue. To determine the equation coefficients the technique of least squares was used. According to the obtained data diagrams of dependences of coefficient of hardening on temperature and speed of a lamination have been constructed.

The offered mathematical model allows to establish the connection of structural and mechanical characteristics of paper, a film as well as glue and durability of glue connection. It can be used for a research process of lamination for the purpose of establishment of optimum values of its parameters.

Key words: the laminated material, hardening coefficient, clip force, temperature, speed, capillary absorption.

Введение. На качество продукции с припрессованной пленкой влияют режимы припрессовки: сила прижима, температура каландра, скорость

припрессовки, а также технологические факторы: толщина, гладкость, объемная масса бумаги, наличие красочного слоя и вид печати [1].

Целью данной работы является получение математической модели, позволяющей установить связь структурно-механических характеристик бумаги, пленки, а также клея и прочности клеевого соединения при ламинировании оттисков.

Основная часть. Поставленная в работе задача решалась путем структурного расчета зависимости упрочнения бумаги при ламинировании пленки от указанных режимных и технологических параметров процесса. Коэффициент упрочнения K_y ламинированного материала определяется по формуле

$$K_y = \left(\frac{\sigma_{л} - \sigma_{п}}{\sigma_{б}} - 1 \right) 100\%, \quad (1)$$

где $\sigma_{л}$ — предел прочности для ламинированного материала, МПа; $\sigma_{п}$ — предел прочности для пленки, МПа; $\sigma_{б}$ — предел прочности для бумажного оттиска, МПа.

Разрушающее усилие ламинированного материала определяется прочностью бумаги, пленки и клеевого соединения:

$$\sigma_{л} = h_{об}\sigma_{б} + h_{оп}\sigma_{п} + h_{ок}\sigma_{к}, \quad (2)$$

где $h_{об}$, $h_{оп}$, $h_{ок}$ — относительные толщины бумаги, пленки и композита (клеевого соединения) соответственно; $\sigma_{к}$ — прочность композита, МПа.

Для композиционных материалов с дисперсными наполнителями и полимерной матрицей развитие математических моделей идет в направлении поиска приемлемых аппроксимирующих выражений для зависимости прочности от степени наполнения. Общими свойствами обладает математическая модель, построенная на основе правила смесей для композиционных материалов, армированных волокнами. Роль матрицы в рассматриваемой задаче играет клей. По объему клеевого слоя распределяются волокна бумаги. Чем глубже клеевой слой вдавливаются в поверхностный слой бумаги, тем больше он становится насыщенным волокнами. Когда прочность определяется матрицей, формула для расчета прочности композита имеет следующий вид [2]:

$$\sigma_{к} = \sigma_{м} \left(n_{м} + n_{ф} \frac{E_{ф}}{E_{м}} \right), \quad (3)$$

где $\sigma_{м}$ — прочность матрицы, МПа; $n_{м}$, $n_{ф}$ — объемная доля матрицы и волокон бумаги; $E_{м}$, $E_{ф}$ — модули упругости матрицы и волокон.

Положительной стороной соотношений (3) является то, что при их выводе использовались простые и естественные физические предположения: компоненты несут нагрузку, пропор-

циональную их жесткости; слой материала в среднем деформируется однородно.

Объем волокон бумаги V_f в некотором ее слое V_p зависит от расстояния этого слоя R до поверхности бумаги. Чем ближе к поверхности бумаги, тем менее она насыщена волокнами.

Объемная доля волокна n_f находится по формуле

$$n_f = \frac{V_f}{V_p}. \quad (4)$$

Зависимость объема волокон бумаги V_f от R выражается формулой [2]

$$V_f(R) = R^D, \quad (5)$$

где D — фрактальная размерность поверхности бумаги.

Для того чтобы перейти к вычислению усилия прижима валов ламинатора F , необходимо найти напряжение σ_n , возникающее в бумаге при ее сжатии. Поэтому следующим шагом в вычислениях было определение модулей упругости E . В работе [2] построено распределение относительных модулей упругости E_0 в поверхностных слоях для различных видов бумаги.

Абсолютный модуль упругости E рассчитывается по следующей формуле:

$$E = E_0 E_f. \quad (6)$$

Напряжение находится по следующему выражению:

$$\sigma_n = E \varepsilon_f, \quad (7)$$

где ε_f — деформация слоя бумаги.

Усилие прижима F в единицах длины вала ламинатора будет зависеть от ширины полосы контакта b валов:

$$F = \sigma_n b. \quad (8)$$

График зависимости K_y от усилия прижима приведен на рис. 1. На рисунке также отображены результаты расчета коэффициента упрочнения по экспериментальным данным для чистой бумаги Union Art и оттисков на этой бумаге по формуле (1).

Расчеты K_y от усилия прижима проводились для следующих данных. Ширина полосы контакта $b = 20$ мм. Исследовались оттиски на мелованной глянцевой бумаге Union Art толщиной 78 мкм [3], прочностью 28,227 МПа. У данной бумаги по профилограмме поверхности установлена толщина поверхностного слоя $R = 12$ мкм. Фрактальная размерность структуры поверхности бумаги D составила 2,485 [3].

Толщина пленки — 20 мкм, ее прочность — 25,801 МПа. Толщина клеевого слоя составляет

5 мкм, прочность — 40 МПа, модуль упругости — 80 МПа [4]. Модуль упругости волокон бумаги — 27 000 МПа [5].

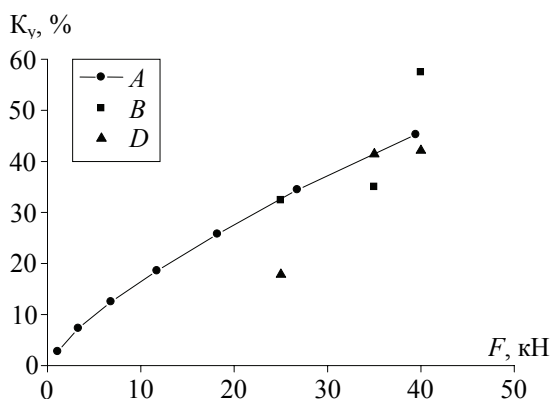


Рис. 1. Зависимость коэффициента упрочнения от усилия прижима при ламинировании: A — теория; B — эксперимент (бумага); D — эксперимент (оттиск)

Настройки ламинатора изменялись в следующих пределах: температура — 100, 105, 110°C; скорость — 12,00; 14,12; 18,46 м/мин; усилие прижима валов — 25 кН [6].

Как показано на рис. 2, для различных видов бумаги характер зависимости коэффициента упрочнения от усилия прижима сохраняется.

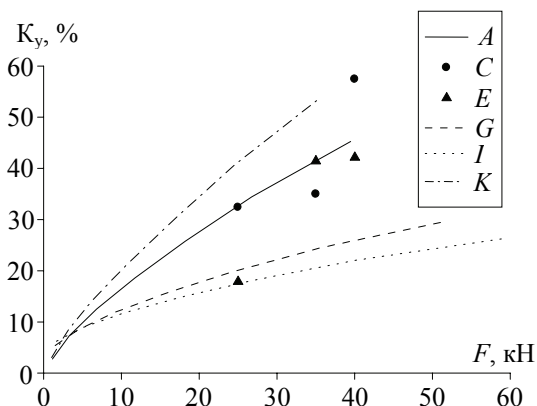


Рис. 2. Зависимость K_y от усилия прижима для различных видов бумаги: A — Union Art; C — эксперимент (бумага); E — эксперимент (оттиск); G — Lumi Silk; I — офсетная № 2; K — Union Silk

Далее перейдем к рассмотрению зависимости упрочнения бумаги, а также оттиска от температуры и скорости припрессовки. Ранее аналогичное исследование проводилось в [6]. Качество припрессовки оценивалось методом экспертного опроса. Однако такая методика ненадежна по причине субъективности экспертов. Для обработки результатов экспериментальных исследований коэффициента упрочнения бумаги и оттиска, который характеризует

прочность адгезионного соединения при ламинировании, использовался метод регрессионного анализа. В данной работе поставлена задача построить структурную теорию.

Поскольку бумага (оттиск) является пористым материалом, предлагается исследовать влияние температуры и скорости на коэффициент упрочнения ламинированного материала с использованием теории перколяции [7].

В процессе ламинирования клеевой слой пленки вдавливается в поверхность бумаги, насыщается бумажными волокнами и частично проникает в ее поровое пространство. Поскольку наибольшее воздействие температура оказывает на изменение вязкости клея, можно предположить, что в наибольшей степени температура будет влиять на капиллярное впитывание клея через коэффициент вязкости. Следовательно, с увеличением температуры вязкость будет значительно уменьшаться, а глубина проникновения клея в бумагу будет расти.

На капиллярное впитывание клея также влияет неоднородность порового пространства ламинируемой бумаги. Глубина проникновения клея связана с длиной и коэффициентом извилистости капилляров в соответствии с равенством [7]:

$$h_{кв} = \frac{l_k}{\beta}, \tag{9}$$

где $h_{кв}$ — глубина проникновения клея, м; l_k — расстояние, пройденное частицами клея при капиллярном впитывании, м; β — коэффициент извилистости капилляров.

Для определения расстояния, пройденного частицами клея при его капиллярном впитывании, воспользуемся уравнением Уошборна [7]:

$$l_k = \sqrt{\frac{\sigma_{кл} r t \cos \theta}{2\eta}}, \tag{10}$$

где $\sigma_{кл}$ — поверхностное натяжение клея, Н/м; θ — краевой угол смачивания, град; r — радиус капилляра, м; t — время впитывания, с; η — вязкость клея, П·с.

От температуры зависят такие параметры, как $\sigma_{кл}$, η , а также угол θ . Зависимость вязкости от температуры описывается уравнением Френкеля – Андраде:

$$\eta = \eta_0 e^{\frac{W}{kT}}, \tag{11}$$

где η_0 — начальная вязкость, П·с; W — энергия активации процесса течения, Дж; k — константа Больцмана, Дж/К; T — температура, °С.

Поверхностное натяжение клея определяется по формуле

$$\sigma_{кл} = \sigma_{кл0} + B_1(T - T_0), \quad (12)$$

где $\sigma_{кл0}$ — исходное поверхностное натяжение, Н/м; B_1 — постоянная задачи.

Скорость капиллярного впитывания клея

$$v = \frac{s}{t}, \quad (13)$$

где s — ширина полосы контакта валов ламинатора, м.

Время впитывания, соответственно, определяется по формуле

$$t = \frac{s}{v}. \quad (14)$$

Зависимость косинуса краевого угла смачивания от температуры имеет параболический вид и определяется уравнением [7]

$$\cos\theta(T) = AT^2 + BT + C, \quad (15)$$

где A, B, C — неизвестные коэффициенты.

Путем подстановки выражений (12)–(15) преобразуем уравнение Уошборна к следующему виду:

$$l_k = \left\{ \frac{rs[\sigma_{кл0} + B_1(T - T_0)]}{2v\eta_0 e^{\frac{W}{kT}}} \times (AT^2 + BT + C) \right\}^{1/2}. \quad (16)$$

Суммарное значение толщины заламинированного материала

$$h_s = h_6 + h_{п} + h_k + h_{кв}, \quad (17)$$

где $h_6, h_{п}, h_k$ — толщины бумаги, пленки и композита (клеевого соединения), м. Поскольку $h_{кв}$ составляет доли процента от суммарной толщины остальных материалов, то $h_{кв}$ в формуле (17) можно пренебречь.

Используя (2), выражение для определения разрушающего усилия ламинированного материала преобразуется к следующему виду:

$$\sigma_{л} = \frac{1}{h_s} [h_6\sigma_6 + h_{п}\sigma_{п} + (h_k + h_{кв})\sigma_k]. \quad (18)$$

Таким образом, выражение для глубины капиллярного впитывания клея

$$h_{кв} = \frac{1}{\beta} \left\{ \frac{rs[\sigma_{кл0} + B_1(T - T_0)]}{2v\eta_0 e^{\frac{W}{kT}}} \times (AT^2 + BT + C) \right\}^{1/2}. \quad (19)$$

Используем обозначения:

$$\begin{cases} x_1 = \sigma_{кл0}, \\ x_2 = B_1, \\ x_3 = \eta_0, \\ x_4 = \frac{W}{k}; \end{cases} \quad (20)$$

$$C_2 = \frac{rs}{2v}. \quad (21)$$

Тогда уравнение (19) принимает вид

$$h_{кв} = \frac{1}{\beta} \sqrt{\frac{C_2 f_2(T)}{x_3 e^{x_4 f_3(T)}} [x_1 + x_2 f_1(T)]}. \quad (22)$$

Путем подстановки уравнения (22) и введения обозначений

$$\begin{cases} f_1(T) = T - T_0, \\ f_2(T) = AT^2 + BT + C, \\ f_3(T) = \frac{1}{T}, \\ f_4(T) = C_2 f_2(T); \\ C_3 = h_6\sigma_6 + h_{п}\sigma_{п}, \\ C_4 = h_k\sigma_k, \\ C_5 = \sigma_{п} + \sigma_6, \\ C_6 = (C_3 + C_4 - C_5 h_s) \frac{1}{\sigma_6 h_s}, \\ C_7 = \frac{\sigma_k}{\sigma_6 h_s}, \\ C_8 = \frac{C_7}{\beta} \end{cases} \quad (23)$$

формула для определения коэффициента упрочнения (1) преобразуется к следующему виду:

$$K_y = C_6 + C_8 \sqrt{\frac{f_4(T)}{x_3 e^{x_4 f_3(T)}} [x_1 + x_2 f_1(T)]}. \quad (25)$$

Для определения коэффициентов уравнения x_1, x_2, x_3, x_4 применялся метод наименьших квадратов.

График зависимости K_y от температуры приведен на рис. 3. Теоретическая зависимость хорошо соответствует экспериментальным данным и подтверждает, что при увеличении температуры прочность ламината возрастает.

При исследовании зависимости коэффициента упрочнения бумаги (оттиска) от скорости установлено, что необходимо подставлять в (25) явную зависимость температуры от скорости [6].

В этом находит выражение тот факт, что температура должна меняться при изменении скорости в настройках ламинатора.

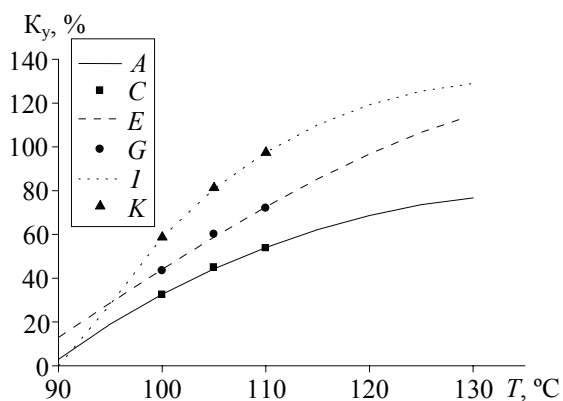


Рис. 3. Зависимость коэффициента упрочнения от температуры при ламинировании: A, E, I — теоретические функции; C — эксперимент при $v = 12,00$ м/мин; G — эксперимент при $v = 14,12$ м/мин; K — эксперимент при $v = 18,46$ м/мин

Уравнение, связывающее температуру и скорость припрессовки [6]

$$T(v) = \exp\left[\frac{a_{1v} + a_{2v}v + a_{3v}v^2 - a_{1F}}{a_{2F}}\right]. \quad (26)$$

Используем замену:

$$C_9 = \frac{rs}{2}. \quad (27)$$

Путем подстановки замены получаем уравнение для коэффициента упрочнения:

$$K_y = C_6 + C_8 \sqrt{\frac{C_9 f_2(T)}{v x_3 e^{x_4 f_3(T)}} [x_1 + x_2 f_1(T)]}. \quad (28)$$

Введем обозначения

$$f_5 = C_9 f_2(T). \quad (29)$$

Таким образом, уравнение (28) приобретает следующий вид:

$$K_y = C_6 + C_8 \sqrt{\frac{f_5(T)}{v x_3 e^{x_4 f_3(T)}} [x_1 + x_2 f_1(T)]}. \quad (30)$$

Аналогично, как и при исследовании температурной зависимости, коэффициенты x_1, x_2, x_3, x_4 определялись по методу наименьших квадратов.

График зависимости K_y от скорости ламинирования при $T = 100^\circ\text{C}$ приведен на рис. 4.

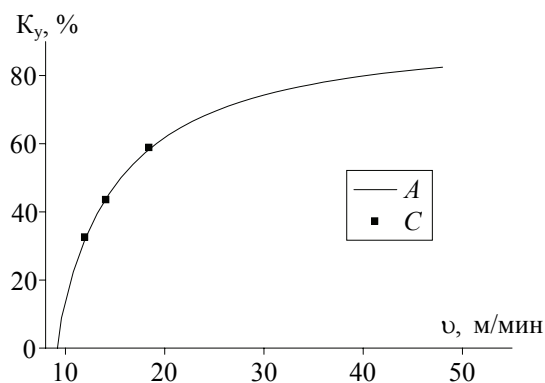


Рис. 4. Зависимость коэффициента упрочнения от скорости при ламинировании: A — теоретическая функция; C — эксперимент при $T = 100^\circ\text{C}$

На рис. 4 видно, что K_y чувствителен к изменению скорости в диапазоне 10–25 м/мин. При ее дальнейшем увеличении существенного возрастания K_y не происходит.

Заключение. В целом, как теоретические расчеты, так и экспериментальные данные указывают на то, что при повышении усилия прижима, температуры и скорости прочность ламинированного материала возрастает. Предлагаемая математическая модель позволяет установить связь структурно-механических характеристик бумаги, пленки, а также клея и прочности клеевого соединения при ламинировании оттисков. Данная модель может быть использована для исследования процесса ламинирования с целью установления оптимальных значений его параметров.

Литература

1. Воробьев Д. В. Технология послепечатных процессов. М.: Из-во МГУП, 2000. 393 с.
2. Кулак М. И. Фрактальная механика материалов. Минск: Выш. шк., 2002. 304 с.
3. Кулак М. И., Ничипорович С. А., Медяк Д. М. Методы теории фракталов в технологической механике и процессах управления: полиграфические материалы и процессы. Минск: Белорусская наука, 2007. 419 с.
4. Кардашов Д. А. Синтетические клеи. М.: Химия, 1976. 244 с.
5. Фенгел Д., Вегенер Г. Древесина (химия, ультраструктура, реакции). М.: Лесная пром-сть, 1988. 512 с.
6. Козлова А. А., Кулак М. И., Олейник Р. С. Взаимосвязь и влияние параметров технологического процесса на упрочнение бумаги при ламинировании // Труды БГТУ. 2015. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 24–28.

7. Кулак М. И., Старченко О. П., Медяк Д. М. Влияние температуры и неоднородности структуры порового пространства бумаги на капиллярное впитывание печатной краски // Весці НАН Беларусі. Серыя фізіка-тэхнічных навук. 2010. № 2. С. 69–77.

References

1. Vorob'yev D. V. *Tekhnologiya poslepechatnykh protsessov* [Technology of postprinting processes]. Moscow, Izd-vo MGUP Publ., 2000. 393 p.
2. Kulak M. I. *Fraktal'naya mekhanika materialov* [Fractal mechanics of materials]. Minsk, Vysh. shk. Publ., 2002. 304 p.
3. Kulak M. I., Nichiporovich S. A., Medyak D. M. *Metody teorii fraktalov v tekhnologicheskoy mekhanike i protsessakh upravleniya: poligraficheskie materialy i protsessy* [Methods of the theory of fractals in technological mechanics and management processes: printing materials and processes]. Minsk, Belorusskaya nauka Publ., 2007. 419 p.
4. Kardashov D. A. *Sinteticheskie klei* [Synthetic glues]. Moscow, Khimiya Publ., 1976. 244 p.
5. Fengel D., Vegener G. *Drevesina (khimiya, ul'trastruktura, reaktsii)* [Wood (chemistry, ultrastructure, reactions)]. Moscow, Lesnaya prom-st' Publ., 1988. 512 p.
6. Kozlova A. A., Kulak M. I., Oleynik R. S. Interrelation and influence of parameters of technological process on hardening of paper at lamination. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2015, no. 9: Publishing and Printing, pp. 24–28 (In Russian).
7. Kulak M. I., Starchenko O. P., Medyak D. M. Influence of temperature and heterogeneity of structure of pore space of paper on capillary absorption of printing paint. *Vestsi NAN Belarusi. Seriya fizika-tekhnichnykh navuk* [Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Physico-technical series], 2010, no. 2, pp. 69–77 (In Russian).

Информация об авторах

Кулак Михаил Иосифович — доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: kulak@belstu.by

Терешко Галина Петровна — магистрант кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: tereshko@belstu.by

Медяк Диана Михайловна — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: medyak@belstu.by

Олейник Роман Степанович — генеральный директор РУП «Издательство “Белорусский Дом Печати”». E-mail: kulak@belstu.by

Information about the authors

Kulak Mikhail Iosifovich — DSc (Physics and Mathematics), Professor, Head of the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kulak@belstu.by

Tereshko Galina Petrovna — Master's degree student, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: tereshko@belstu.by

Medyak Diana Mikhaylovna — PhD (Engineering), Assistant Professor, Assistant Professor, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: medyak@belstu.by

Oleynik Roman Stepanovich — Director General of the RUE “Publishing house “Belorusskiy Dom pechati””. E-mail: kulak@belstu.by

Поступила 11.08.2016

УДК 655.326.3

В. З. Маик, Т. Г. Дудок
Украинская академия печати

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАНЕСЕНИЯ ШРИФТА БРАЙЛЯ МЕТОДОМ ВАКУУМНОГО ФОРМИРОВАНИЯ

Усовершенствование полиграфической техники и технологии раскрывает новые возможности для воспроизведения информации шрифтом Брайля. Благодаря рельефно-точечному письму незрячие могут повышать свой уровень коммуникации в обществе, получать образование, расширять информационное пространство. В настоящее время шрифт Брайля воспроизводится офсетным, цифровым, трафаретным способами печати, тиснением специальными иглами или пуансонами на бумаге, картоне или полимерной основе, а также путем термической обработки специальных материалов, способных изменять структуру.

В статье описан усовершенствованный технологический процесс нанесения рельефно-точечных изображений методом вакуумного формирования с использованием картонной матрицы, изготовленной лазерным гравированием. Приведены результаты экспериментальных исследований качества воспроизведения шрифта Брайля при использовании усовершенствованной технологии с использованием ПЭТ-пленки.

Результаты исследования позволяют определить оптимальные технологические параметры изготовления продукции: достаточную форму (диаметр отверстия), которая будет служить матрицей, и необходимую температуру, а также, наоборот, ориентируясь на планируемую температуру можно задавать диаметры отверстий при изготовлении формы (матрицы) для вакуумного формирования. При проведении эксперимента установлено, что время для изготовления одного листа формата А4 составляет менее одной минуты при использовании простого оборудования для вакуумного формирования.

Ключевые слова: шрифт Брайля, лазерное гравирование, матрица, вакуумное формирование, ПЭТ-пленка.

V. Z. Maik, T. G. Dudok
Ukrainian Academy of Printing

RESEARCH OF PROCESS OF DRAWING OF FONT BRAILLE'S BY VACUUM FORMATION

Improvement of printing technique and technology opens new opportunities for procreation of information with the Braille's font. Due to relief point wise letter blind people can increase the level of communication in society, get education, and expand information space. Now Braille's font is reproduced by offset, digital, and pattern ways of printing; stamping by express needles or punches on paper, cardboard or polymeric basis; and also by heat treatment of the express materials capable to change structure.

The article presents an advanced technological process of drawing relief and dot images by vacuum formation with the use of cardboard matrix made by laser engraving we preset. Results of the pilot studies of procreation quality of Braille's font when using improved PET-film technique.

Results of our research allow to determine optimum technological parameters of production manufacture: a sufficient form (diameter of an opening) which will serve as a matrix, and necessary temperature. On the contrary, being guided by the planned temperature, it is possible to set diameters of openings at manufacture of a form (matrix) for vacuum formation. During our an experiment it is established that time of manufacture of one A4 sheet is less than one minute when using a prime equipment for vacuum formation.

Key words: Braille's font, laser engraving, matrix, vacuum formation, PET-film.

Введение. С помощью зрения человек получает 80–90% информации об окружающем мире. Для человека с недостатками зрения очень важно не быть изолированным от общества. Поэтому получение разного рода информации и возможность оперировать ею позволяет незрячим интегрироваться в социум. Тактильная (осязательная) чувствительность кончиков пальцев настолько велика, что слепые люди могут читать, ощупывая ими буквы. При-

касаясь к предметам, незрячий воспринимает их разнообразные признаки и свойства: величину, упругость, плотность, температуру, расстояние и скорость, вес, форму и т. д. [1, 2].

Шрифт Брайля — рельефно-точечный шрифт для письма и чтения слепыми, разработанный французским тифлопедагогом Л. Брайлем. В основе брайлевского шрифта лежит комбинация выпуклых точек (до 6). Когда слепые или слабовидящие дети учатся читать, шрифт Брайля

является лучшим способом развития навыков правописания, грамматики, пунктуации. Кроме того, сложные схемы и графики, которые трудно описать устно, легко описываются с помощью системы Брайля [3–5].

Одной из наиболее перспективных технологий нанесения рельефно-точечных изображений (шрифт Брайля) является технология вакуумной формовки, которая имеет широкое применение в производстве учебно-методических изданий для незрячих, упаковки (лотки, блистеры, коррексы), рекламы (вывески, рекламные и информационные стенды, рекламные щиты, плакаты, объемные буквы, символы, логотипы, таблички, стойки, штендеры, лайтбоксы) [6–9]. Материалы, применяемые в этой технологии, отличаются высокими показателями прочности и износостойкости, продукция имеет реалистичный вид.

Но процесс получения шрифта Брайля с помощью технологии вакуумной формовки является малоизученным, поэтому нами была поставлена цель исследования процесса шрифта Брайля на ПЭТ-пленках с помощью вакуумного формования.

Исходя из актуальности проблемы, мы поставили перед собой задачу изготовить шрифт Брайля на дешевом и доступном оборудовании с использованием дешевых и доступных материалов и с соблюдением требований к шрифту Брайля.

Также важным фактором, который мы учитывали в наших исследованиях, является фактор времени. Мы пытались оценить производительность — возможность изготовить книгу (брошюру) шрифтом Брайля достаточным тиражом за приемлемый срок. С этим вопросом тесно увязан параметр тиражестойкости форм.

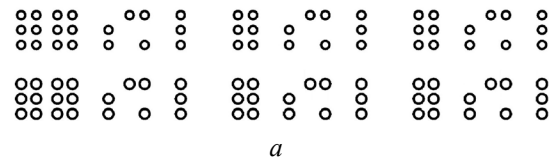
Для решения этих задач нами были изготовлены соответствующие формы. С помощью этих форм были выполнены с различными технологическими параметрами тестовые надписи шрифтом Брайля на полимерной пленке и проведены измерения параметров шрифта Брайля (высота, диаметр основания).

Экспериментальное исследование процесса вакуумного формования. Первым этапом было изготовление формы для вакуумной формовки. Для этого мы использовали электрокартон (Electrocardboard) толщиной 0,55 мм, который применяется во многих отраслях промышленности, особенно в электротехнической, где он используется в качестве важнейшей части трансформаторов, и является дешевым и доступным. Изготовление формы осуществлялось путем вырезания отверстий лазерным гравером GCC LaserPro 180II в режиме «резка».

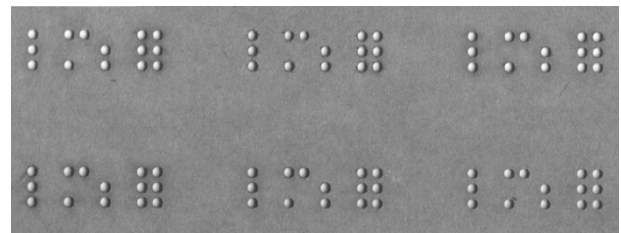
Форма для исследований изготавливалась путем соединения двух одинаковых форм, таким образом, полученная форма имела общую толщину 1,1 мм. В общем, подготовительные

(«допечатные») этапы довольно полно описаны нами в публикации [10].

На рис. 1 представлены фрагмент файла (а) и фотография фрагмента изготовленной формы (б). Следует отметить, что диаметры оснований элементов шрифта Брайля отличаются в каждой ленте тестовой надписи. Такая особенность тестовой формы преследует следующую цель — установить зависимость образованной высоты элемента шрифта Брайля от диаметра формы.



а



б

Рис. 1. Рабочая форма (фрагмент)

Для исследования процесса вакуумного формирования рельефных изображений выбрали прозрачную ПЭТ-пленку с толщиной 0,20 мм.

Этот материал выбран из следующих соображений:

- 1) возможность применения технологии вакуумного формования;
- 2) низкая усадка в форме (0,2–0,3%);
- 3) устойчивость к воздействию жиров и минеральных кислот (важно при тактильном контакте);
- 4) отвечает всем правилам и требованиям относительно контакта с пищевыми продуктами;
- 5) низкая газопроницаемость (отличные барьерные свойства);
- 6) низкий коэффициент поглощения влаги;
- 7) высокая прозрачность в аморфном состоянии (возможно использование различных световых эффектов для людей со слабым зрением);
- 8) высокая прочность в широком диапазоне температур;
- 9) может быть утилизировано сжиганием на открытом воздухе. Соответствует требованиям Европейского сертификата экологической безопасности.

Для осуществления процесса вакуумного формования использовали устройство для вакуумного формования EZ-Form Braille & Tactile (Brailon®) Duplicator. Устройство абсолютно соответствует требованиям, которые мы поставили перед собой: оно дешевое, не требует высококвалифицированного персонала, простое

в эксплуатации и обслуживании. Степень автоматизации — минимально необходимая: устанавливается температура, до которой разогревается пластик (120–180°C) и время, в течение которого осуществляется нагрев (1–8 с). Подача вакуума (разрежения) включается автоматически при ручном перемещении нагревателя в положение «над материалом».

Исследования осуществлялись следующим образом. На рабочей площадке с отверстиями для подачи разрежения устройства вакуумного формирования размещалась форма, на форму клали лист ПЭТ-пленки соответствующего размера и специальной рамкой фиксировали этот «сэндвич». Конструкция устройства изготовлена таким способом, что при фиксации этого «сэндвича» зона вакуума не контактирует с атмосферой.

На панели управления устанавливались параметры эксперимента: температура, до которой будет нагреваться пластик, и время нагрева. После установки этих параметров нагревательный модуль перемещался оператором вручную в зону рабочей площадки, начинался нагрев пленки, а через заданное оператором время устройство автоматически включало подачу вакуума. Через 8 с (время, в течение которого собственно и происходил процесс вакуумного формирования, установленный экспериментально — отсутствие видимой деформации поверхности пластика, в общем это время может составлять до 10 с) нагревательный модуль перемещался оператором за пределы зоны рабочей площадки, и еще в течение 15 с подача вакуума не прекращалась. Это время необходимо для остывания (фиксации формы поверхности) пластика.

Таким образом, время размещения пластика в устройстве, время вакуумного формирования, время фиксации и выемки изготовленной продукции, в частности одной страницы формата А4, составляет порядка одной минуты, что является чрезвычайно важным в расчете времени печати тиража. После изготовления тестовой страницы было проведено измерение высоты элемента шрифта Брайля. Измерения проводились на трех элементах для каждого диаметра формы.

Результаты экспериментов представлены на рис. 2. Ось «X» — диаметры основы шрифта Брайля, образованные в результате различных диаметров отверстия на форме, «Y» — температура вакуумного формирования «Z» — высота элемента шрифта Брайля.

Результаты экспериментов можно изобразить в несколько иной форме, такое представление будет уместным для практического использования (рис. 3).

Легко заметить, что для выбора оптимального режима изготовления продукции доста-

точно установить параметры формы (диаметр отверстия), которая будет служить матрицей, и, согласно рис. 3, установить температуру технологического процесса, и наоборот, ориентируясь на температуру, можно задать диаметры отверстий при изготовлении формы (матрицы) для вакуумного формирования.

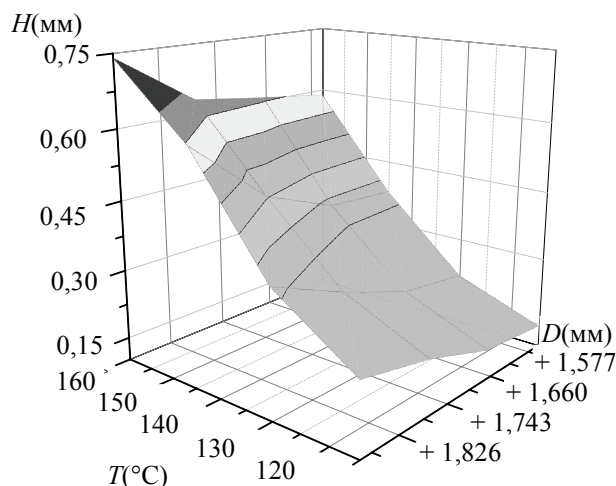


Рис. 2. Зависимость высоты шрифта Брайля от температуры вакуумного формирования и размера основы шрифта Брайля. Серая зона соответствует высотам, меньше 0,45 мм

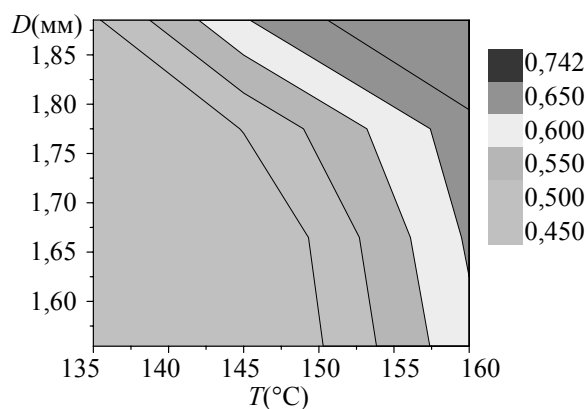


Рис. 3. График для определения технологических параметров при изготовлении шрифта Брайля методом вакуумного формирования на ПЭТ-пленке толщиной 0,20 мм

Заключение. Установлено, что изготовление шрифта Брайля возможно на ПЭТ-пленке толщиной 0,20 мм. Соблюдение параметров шрифта Брайля гарантированно достижимо при температуре более 153°C и диаметре отверстия формы (матрицы) в диапазоне 1,55–1,89 мм.

Параметры шрифта Брайля являются гарантированно достижимыми при нагреве до температуры не менее 135°C. Время изготовления одного листа формата А4 составляет менее одной минуты при использовании простого оборудования для вакуумного формирования.

Литература

1. Рухова сенсорна система [Электронный ресурс] / Tteacher journal.com.ua. Харьков, 2010–2016. URL: <http://teacherjournal.com.ua/attachments/4776> (дата обращения: 20.04.2016).
2. Вища нервова діяльність системи [Электронный ресурс] / Shkola. ua. Киев, 2006–2016. URL: <http://shkola.ua/ru/book/read/82/page35> (дата обращения: 18.04.2016).
3. Знаменитые люди — Луи Брайль [Электронный ресурс] / Etointeresno.com. Москва, 2016. URL: <http://etointeresno.com/zhz/znamenitye-ljudi/74-lui-braijl>. (дата обращения: 10.03.2016).
4. Історія шрифту Брайля [Электронный ресурс] / Sixdots.ru. Москва, 2016. URL: <http://six-dots.ru/main/history.html> (дата обращения: 15.05.2016).
5. Шрифт Брайля для незрячих [Электронный ресурс] / Wikipedia.org URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Шрифт_Брайля (дата обращения: 18.05.2016).
6. Вакуумное формование [Электронный ресурс] / Izhspec.ru. Ижевск, 2001. URL: <http://izhspec.ru/index.php/tech/formovanie> (дата обращения: 08.05.2016).
7. Вакуумне формування [Электронный ресурс] / Visadpro.net URL: <http://www.visa-dpro.net/rbc.html> (дата обращения: 08.04.2016).
8. Швецов Г. А., Алимова Д. У., Барышникова М. Д. Технология пластических масс. М.: Химия, 1988. 512 с.
9. Шерышев М. А., Ким В. С. Переработка листов из полимерных материалов. М.: Химия, 1984. 216 с.
10. Mayik V. Z., Dudok T. H., Kibirkestis E. A research of technology of Braille vacuum forming method // Proceedings of 21st International Conference МЕХАНИКА. 2016. P. 186–189.

References

1. *Rukhova sensorna sistema* [Motor sensory system]. Available at: <http://teacherjournal.com.ua/attachments/4776> (accessed 20.04.2016).
2. *Vishcha nervova diyal'nist' sistemi* [The higher nervous activity of system]. Available at: <http://shkola.ua/ru/book/read/82/page35> (accessed 18.04.2016).
3. *Znamenitye lyudi — Lui Brayl'* [The well-known people — Louis Braille]. Available at: <http://etointeresno.com/zhz/znamenitye-ljudi/74-lui-braijl> (accessed 10.03.2016).
4. *Istoriya shrifta Brayya* [Font history Braille]. Available at: <http://six-dots.ru/main/history.html> (accessed 15.05.2016).
5. *Shrift Brayya dlya nezryachih* [Font Braille for the blind]. Available at: http://ru.wiki-pedia.org/wiki/Шрифт_Брайля (accessed 18.05.2016).
6. *Vakuumnoe formovanie* [Vacuum formation]. Available at: <http://izhspec.ru/index.php/tech/formovanie> (accessed 08.05.2016).
7. *Vakuumne formuvannya* [Vacuum formation]. Available at: <http://www.visadpro.net/rbc.html> (accessed 08.04.2016).
8. Shvetsov G. A., Alimova D. U., Baryshnikova M. D. *Tehnologiya plasticheskikh mass* [Technology of plastics]. Moscow, Himiya Publ., 1988. 512 p.
9. Sheryshev M. A., Kim V. S. *Pererabotka listov iz polimernykh materialov* [Processing of sheets from polymeric materials]. Moscow, Himiya Publ., 1984. 216 p.
10. Mayik V. Z., Dudok T. H., Kibirkestis E. [A research of technology of Braille vacuum forming method]. *Trudy 21-yu International'noy konferentsii "МЕХАНИКА"* [Proceedings of 21st International Conference МЕХАНИКА], 2016, pp. 186–189.

Информация об авторах

Маик Владимир Зиновьевич — кандидат технических наук, доцент, проректор. Украинская академия печати (79020, г. Львов, ул. Пидголоско, 19, Украина). E-mail: vol_maik@rambler.ru

Дудок Тарас Григорьевич — соискатель. Украинская академия печати (79020, г. Львов, ул. Пидголоско, 19, Украина). E-mail: j007@ifolviv.ua

Information about the authors

Maik Vladimir Zinov'yevich — PhD (Engineering), Assistant Professor, Vice-Rector. Ukrainian Academy of Printing (19, Pidgolosko str., 79020, Lviv, Ukraine). E-mail: vol_maik@rambler.ru

Dudok Taras Grigor'yevich — applicant. Ukrainian Academy of Printing (19, Pidgolosko str., 79020, Lviv, Ukraine). E-mail: j007@ifolviv.ua

Поступила 14.09.2016

ПОЛИГРАФИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 621.313.33:004

В. П. Беляев

Белорусский государственный технологический университет

ЭЛЕКТРОПРИВОД ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В статье рассматривается оригинальное широтно-импульсное формирование выходного напряжения управляемого выпрямителя для регулируемого электропривода постоянного тока. Способ формирования запатентован. Он направлен на уменьшение воздействия высших гармонических составляющих питающего напряжения на режимы работы двигателя. Это уменьшает пульсаций тока в обмотке якоря, а значит пульсаций его электромагнитного момента и скорости. Выполнен гармонический анализ ШИМ-напряжения, подтвердивший качество сформированного напряжения. Анализ показывает, что выходная характеристика выпрямителя — $U_{\text{вых}} = f(\alpha_{\text{впр}})$ линейна. Это упрощает ее техническую реализацию в системе управления выпрямителем. Применение рассмотренного ШИМ-напряжения создает более качественные регулировочные характеристики электропривода по сравнению с традиционным фазовым управлением. Расчет переходных и установившихся режимов проведен на математической модели в среде Mathcad, где электропривод представлен дифференциальными уравнениями. Модель отражает физическое состояние электропривода, заключающееся в том, что эта модель решает электромагнитные процессы до момента возникновения движения якоря двигателя и продолжает решение динамики после начала движения с учетом его электромеханических процессов. Приводится пример расчетов в виде зависимостей электромагнитного момента $M_{\text{мот}}^* = f(t)$ и угловой скорости электродвигателя $\omega_{\text{мот}}^* = f(t)$.

Ключевые слова: электропривод постоянного тока, ШИМ-напряжение, моделирование.

V. P. Belyaev

Belarusian State Technological University

THE DIRECT CURRENT DRIVE FOR THE POLYGRAPHIC EQUIPMENT

The article deals with original pulse-width formation of target pressure of the operated rectifier for the adjustable electric drive of the direct current. The way of formation is patented. It is directed on reduction of influence of the higher harmonious components of feeding pressure on power setting. It reduces current pulsations in an anchor winding, so pulsations of its electromagnetic moment and speed. To confirm the quality of generated pressure the harmonic analysis of the PDM-pressure was made. The analysis shows, that the target characteristic of the rectifier — $U_{\text{avg}} = f(\alpha_{\text{man}})$ is linear. It simplifies its technical realisation in a control system by the rectifier. Application of the considered PWM-pressure creates better adjusting characteristics of the electric drive in comparison with traditional phase management. Calculation of the transitive and established modes is carried out on mathematical model in the environment of Mathcad where the electric drive is presented by the differential equations. The model reflects a physical condition of the electric drive, consisting that it solves electromagnetic processes till the moment of occurrence of the engine anchor movement and continues solving of dynamics after the beginning of movement with the account of its electromechanical processes. The example of calculations in the form of dependences of electromagnetic moment $M_{\text{mot}}^* = f(t)$ and angular speed of the electric motor $\omega_{\text{mot}}^* = f(t)$ is presented.

Key words: the direct current electric drive, PDM-pressure, modelling.

Введение. Технологические процессы любой отрасли производства требуют в определенном смысле регулирования, что выполняется применением источников регулируемой механической энергии в технологической машине. Основным источником механической энергии

при этом является автоматизированный электропривод постоянного или переменного тока. Основу таких электроприводов составляет электродвигатель, режимы которого должны реализовать алгоритмы работы технологической машины. Работа технологической машины

характеризуется скоростной и нагрузочной диаграммами движения всех ее узлов и механизмов, что должно в конечном счете, с определенной точностью выполняться электроприводом, соответствующим по своим энергетическим показателям, способам и методам управления технологическому процессу. Следовательно, на индивидуальный электропривод возлагаются две взаимосвязанные функции: электромеханическое преобразование энергии и управление технологическим процессом. Технологические процессы производственных установок определяют необходимость регулирования некоторых координат электропривода. Для удовлетворения технологических требований необходимо сформировать ряд механических характеристик электропривода, что возможно выполнить различными способами. Если рассматривать регулируемый электропривод типа «управляемый выпрямитель – двигатель постоянного тока независимого возбуждения», то формирование механических характеристик в большинстве случаев достигается изменением напряжения на выходе управляемого выпрямителя традиционным фазовым способом.

Выходное напряжение регулируемых выпрямителей обладает высшими гармоническими составляющими, которые при работе выпрямителей на двигатель вызывают высшие гармонические составляющие тока, неблагоприятно влияющие на его режимы:

- создают пульсации электромагнитного момента электродвигателя и его скорости;
- увеличивают действующее значение тока якоря, что приводит к возрастанию тепловых потерь;
- создают пульсации поперечного поля якоря, что повышает потери на перемагничивание железа двигателя и усиливают шум при его вращении;
- ухудшают коммутацию обмоток якоря двигателя;
- при широком диапазоне регулирования напряжения, обеспечивающем глубокое регулирование скорости ($D \geq 10\ 000$), выпрямитель имеет низкий коэффициент мощности.

Для уменьшения этих явлений используется установка сглаживающих реакторов в цепи якоря или другие методы организации управления выпрямителем. Одним из методов такого управления можно назвать модуляционное формирование выходного напряжения выпрямителя. При известных способах модуляции в регулируемом электроприводе наибольшее применение получила широтно-импульсная модуляция (ШИМ), которая приводит к повышению коэффициента мощности ($\cos\phi$) выпрямителя, линейаризации его выходной характеристики, рас-

ширению функциональных возможностей, улучшению гармонического состава выходного напряжения выпрямителем, т. е. к уменьшению его коэффициента гармоник. В современной научно-технической литературе рассматривается достаточное количество различных способов широтно-импульсной модуляции выходного напряжения выпрямителя. Отличительной особенностью их является отсутствие точного места расположения центров импульсов формируемого напряжения относительно точек естественного перехода входного в выпрямитель синусоидального напряжения через нуль или относительно точек естественного пересечения этих синусоидальных напряжений, а в некоторых случаях возникает различная ширина импульсов, из которых формируется выходное напряжение.

Основная часть. Оригинальный способ получения регулируемого ШИМ-напряжения постоянного тока на выходе управляемого однофазного или трехфазного полупроводникового выпрямителя изложен в источнике [1]. Сущность способа состоит в фиксации точного места расположения центров импульсов формируемого выпрямленного напряжения относительно точек естественного перехода синусоидального напряжения через нуль либо относительно точек естественного пересечения синусоидальных напряжений питающей однофазной или трехфазной сети, а также в регулировании выпрямленного напряжения путем изменения ширины импульсов относительно их центров равномерно в обе стороны по любому закону.

Поставленная задача решается тем, что способ получения регулируемого напряжения постоянного тока состоит в формировании его из импульсов напряжения, регулируемых по ширине и взятых как из положительных, так и отрицательных полупериодов нерегулируемого однофазного или трехфазного переменного синусоидального напряжения. Причем формирование регулируемого напряжения постоянного тока выполняется из количества импульсов, равного m , где $m = 2, 3, 4, \dots$. Предлагаемый способ направлен на уменьшение пульсаций тока электродвигателя, питающегося таким регулируемым напряжением, а значит и пульсаций электромагнитного момента электродвигателя и его скорости. Применение указанного способа линейаризирует выходную характеристику выпрямителя — $U_{\text{вых}} = f(\alpha_{\text{упр}})$, уменьшает характер влияния высших гармонических составляющих напряжения на выходное напряжение выпрямителя, упрощает техническую реализацию системы управления выпрямителем в части линейаризации выходной характеристики, получает

более качественные регулировочные характеристики электропривода по сравнению с традиционным фазовым управлением. Целесообразно обратить внимание на то, что формирование ШИМ-напряжения можно выполнять двумя способами. Первый способ формирует импульсы регулируемого выпрямленного напряжения так, что половина первого импульса, созданного на полупериоде, начинается в

точке естественного перехода синусоидального напряжения через нуль, а последующие формируются в соответствии с алгоритмом, предлагаемым [1] (рис. 1, а, б).

Второй способ формирует импульсы регулируемого выпрямленного напряжения так, что фронт первого импульса, созданного на полупериоде, отстоит от точки естественного перехода на $\pi / 2m$.

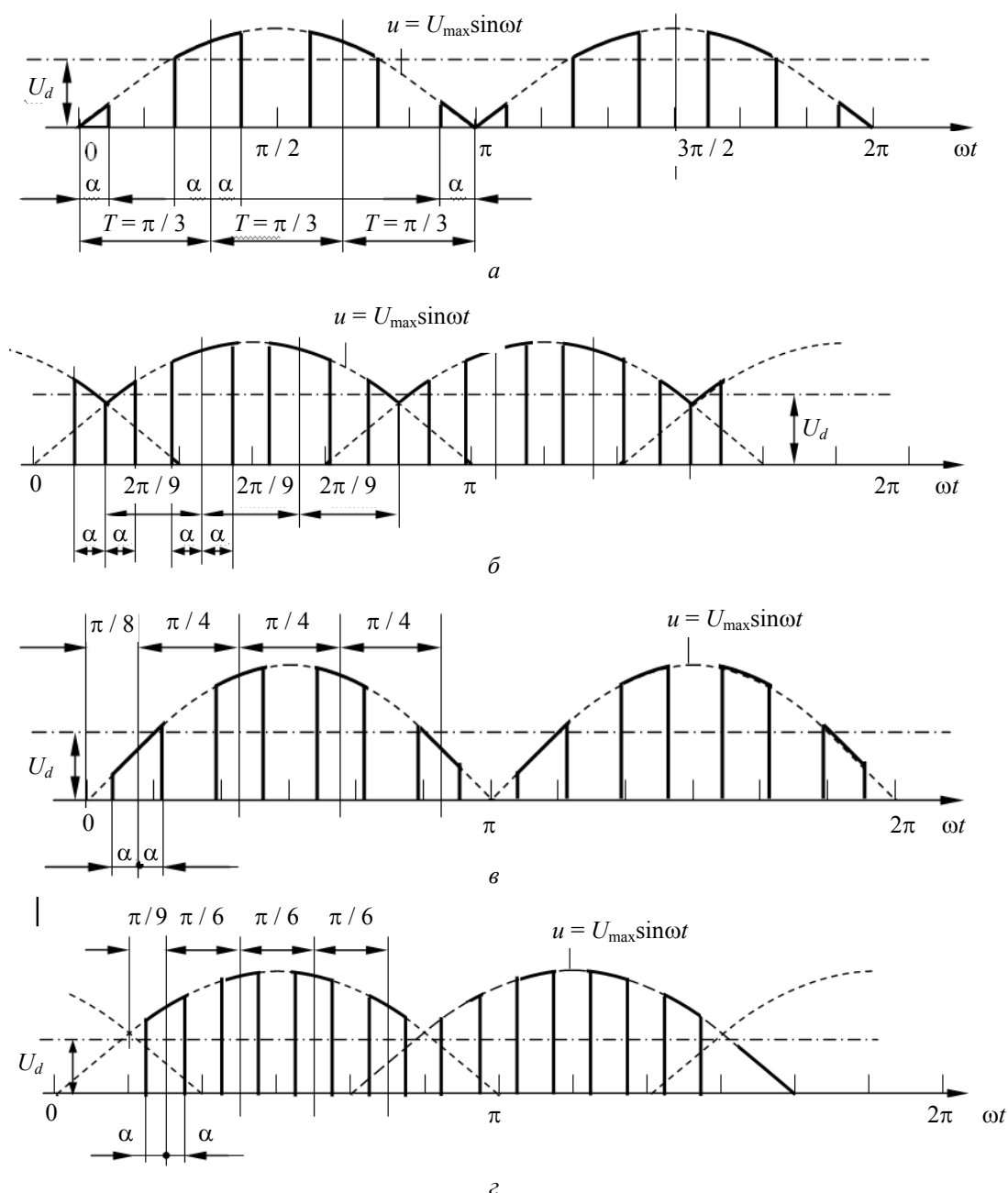


Рис. 1. Эпюры регулируемого выпрямленного напряжения:
 по первому способу: а — из однофазного переменного напряжения при $m = 4$;
 б — из трехфазного переменного напряжения при $m = 4$; по второму способу:
 в — из однофазного переменного напряжения при $m = 4$; г — из трехфазного переменного
 напряжения при $m = 4$; U_d — средневыврямленное напряжение;
 α — угол управления напряжением

Выходное напряжение как анализируемая функция носит несинусоидальный характер и определена на этом интервале следующим выражением:

$$f(\omega t) = \begin{cases} 0; & \omega t \subseteq \sum_{i=1}^n (A - \alpha); \\ U \sum_{i=1}^n (A + \alpha)(A - \alpha); \\ |\sin \omega t|; & \omega t \subseteq \sum_{i=1}^n (A - \alpha; A + \alpha), \end{cases}$$

где $A = \pi n / 2m$; $n = m$, n — число нечетных членов натурального ряда чисел. В силу своей нечетности рассматриваемая функция при разложении в ряд Фурье будет иметь коэффициенты a_0 и a_n , равными нулю. Коэффициенты функции типа b_n , отражающей напряжение питания двигателя, могут быть представлены так:

$$U_k = \sum_{i=1}^k \int_{A-\alpha}^{A+\alpha} \sin \omega t \sin n \omega t dt = \\ = \sum_{i=1}^k \frac{1}{2} \left(\frac{\sin(n-1)\omega t}{n-1} \Big|_{A-\alpha}^{A+\alpha} - \frac{\sin(n+1)\omega t}{n+1} \Big|_{A-\alpha}^{A+\alpha} \right),$$

где k — номер гармоники, значение которой исследуется.

Был проведен анализ гармонического состава рассматриваемых напряжений в вычислительной среде *Mathcad* путем разложения их в ряды Фурье. Результатом анализа является характер изменения амплитуд основной гармоники и высших гармонических, приведенных на рис. 2. Здесь 1 — при фазовом управлении выпрямителем при однофазном напряжении; 2 — при фазовом управлении выпрямителем при трехфазном напряжении; 3 — при двух импульсах на полупериоде при однофазном напряжении; 4 — при двух импульсах на полупериоде при трехфазном напряжении; 5 — при трех импульсах на полупериоде при однофазном напряжении; 6 — при трех импульсах на полупериоде при трехфазном напряжении; 7 — при четырех импульсах на полупериоде при однофазном напряжении; 8 — при четырех импульсах на полупериоде при трехфазном напряжении.

На рис. 2 имеем: $U_0^*(U_2, U_4) = U_0(U_2, U_4) / U_{\max}$ — относительное значение амплитуды постоянной составляющей (2-й гармоники или 4-й гармоники), где U_0 — текущее значение амплитуды постоянной составляющей (2-й гармоники или 4-й гармоники), в функции угла управления выпрямителем α ; U_{\max} — максимальное значение амплитуды синусоидального питающего напряжения. $A_{\text{кон1}}$ — конечное значение амплитуды 2-й гармоники в максимально выпрямленном

напряжении постоянного тока при однофазном питающем напряжении; $A_{\text{кон3}}$ — конечное значение амплитуды 2-й гармоники в максимально выпрямленном напряжении постоянного тока при трехфазном питающем напряжении.

Приведенные зависимости показывают следующее:

— значение амплитуды постоянной составляющей выпрямленного напряжения в функции угла управления выпрямителем носит линейный характер (зависимости 3–8);

— данная линейность не зависит от количества импульсов напряжения, из которых формируется выпрямленное напряжение предлагаемым способом, в то время как классическое фазовое управление приводит к нелинейным зависимостям (зависимости 1 и 2).

— изменение амплитуды 2-й гармоники при классическом фазовом управлении носит знакопеременный колебательный характер (зависимости 1 и 2), в то время как ШИМ-напряжение, сформированное предлагаемым способом, создает однозначную вторую гармоническую составляющую (зависимости 3–8). Наложение действия второй знакопеременной гармоники на действие основной гармоники приводит к большему искажению результирующего тока, электромагнитного момента, чем наложение действия второй гармонической составляющей однозначного характера. Причем при классическом фазовом управлении определенные углы управления выпрямителем создают существенно большие амплитуды 2-й гармоники, чем ее конечное значение. Этого не наблюдается при предлагаемом способе получения регулируемого выпрямленного напряжения;

— изменение амплитуды 4-й гармоники при классическом фазовом управлении носит также знакопеременный колебательный характер (зависимости 1 и 2), в то время как ШИМ-напряжение, сформированное предлагаемым способом, создает однозначную четвертую гармоническую составляющую (зависимости 3–8). Действие этой гармоники с таким амплитудным значением вносит меньшие искажения на результирующее выпрямленное напряжение.

Апробация рассматриваемого ШИМ-управления электроприводом проводилась на математической модели в вычислительной среде *Mathcad*. Функционирование электропривода описывается следующей системой дифференциальных уравнений:

$$f1(U_{\text{я}}, i_{\text{я}}, \omega) = \frac{U_{\text{я}}}{L_{\text{я}\Sigma}} - \frac{R_{\text{я}\Sigma}}{L_{\text{я}\Sigma}} i_{\text{я}} - \frac{k\Phi_{\text{ном}}\omega}{L_{\text{я}\Sigma}} - \frac{\Delta U}{L_{\text{я}\Sigma}}; \\ f2(i_{\text{я}}, \omega) = (k\Phi_{\text{ном}} i_{\text{я}} - M_{\text{ст}}) \frac{1}{J_{\Sigma \text{пр}}},$$

где U_y — напряжение в обмотке якоря электродвигателя, В; i_y — ток в якоря электродвигателя, А; ω — угловая скорость вращения вала электродвигателя, рад/с; $L_{y\Sigma} = L_y + L_{дп} + L_{др}$ — суммарная индуктивность якорной цепи, здесь L_y — индуктивность обмотки якоря; $L_{дп}$ — индуктив-

ность обмотки дополнительных полюсов и компенсационной обмотки; $L_{др}$ — индуктивность обмотки дросселя, включенного в якорную цепь, Гн; $R_{y\Sigma}$ — суммарное активное сопротивление якорной цепи, здесь R_y — активное сопротивление обмотки якоря.

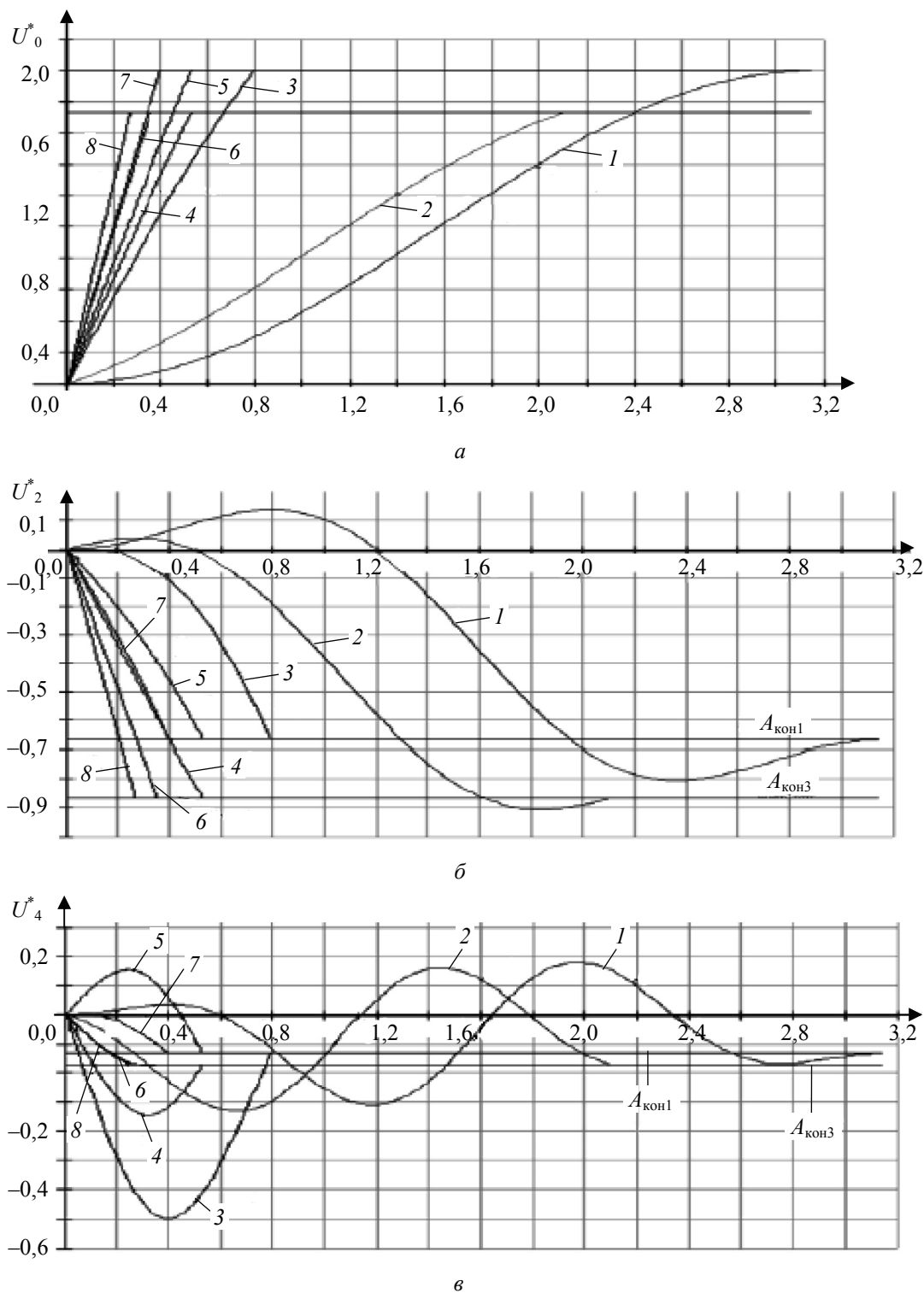


Рис. 2. Характер изменения амплитуд основной гармоники и высших гармонических:
 а — постоянной составляющей (основная гармоника);
 б — 2-й гармоники; в — 4-й гармоники

В данной формуле также имеем: $R_{\text{дп}}$ — активное сопротивление обмотки дополнительных полюсов и компенсационной обмотки; $R_{\text{др}}$ — активное сопротивление обмотки дросселя, включенной в якорную цепь, Ом; $k = c_e + k_f$ — конструктивный коэффициент двигателя, здесь c_e — конструктивный коэффициент, характеризующий ЭДС двигателя; k_f — конструктивный коэффициент, характеризующий магнитный поток двигателя; $\Phi_{\text{ном}}$ — номинальный магнитный поток электродвигателя, Вб; ΔU — падение напряжения в щеточном аппарате двигателя, равное 2...3 В; $J_{\Sigma \text{пр}}$ — суммарный приведенный момент инерции электропривода, кг·м².

Блок-схема алгоритма численных расчетов установившихся и переходных процессов в электроприводе с ШИМ-управлением представлена на рис. 3. Логическое построение программы придает ей универсальность в том смысле, что позволяет выполнять расчеты для разных по параметрам указанных режимов различных электроприводов. В качестве примера исследовался электропривод управляющийся напряжением, сформированным из четырех импульсов, расположенных между точками естественного пересечения синусоидальных питающих напряжений при трехфазной мостовой схеме выпрямления (см. рис. 1, з). Регулирование средневыпрямленного напряжения выполняется изменением угла управления ШИМ-напряжения по линейному закону $\alpha = \alpha_0 + \varepsilon t$, где α_0 — начальное значение угла управления. Практически и технически рационально полагать $\alpha_0 = 0$. Интенсивность изменения угла управления $\varepsilon = \alpha_{\text{max}} / t_{\text{пуска}}$ рассчитывается, исходя из желаемого времени процесса пуска.

В электроприводе использован электродвигатель постоянного тока независимого возбуждения со следующими номинальными данными (типоразмер 2ПН132МУХЛ4): $P_{\text{ном}} = 10,5$ кВт; $U_{\text{ном}} = 220$ В; активное сопротивление обмотки якоря $R_{\text{я}} = 0,14$ Ом; $\omega_{\text{ном}} = 314$ рад/с; $I_{\text{ном}} = 56,82$ А; $\eta_{\text{ном}} = 0,84$; $J_{\text{дв}} = 0,028$ кгм², активное сопротивление обмотки дополнительных полюсов $R_{\text{доп}} = 0,094$ Ом; активное сопротивление обмотки возбуждения $R_{\text{возб}} = 111$ Ом; индуктивность обмотки возбуждения $L_{\text{возб}} = 0,0028$ Гн. Электропривод характеризуется моментом холостого хода $M_{\text{х. х}} = 0,5M_{\text{ном}}$, $J_{\Sigma \text{пр}} = 1,5J_{\text{дв}}$, $t_{\text{упр. пуск}} = 2$ с, $t_{\text{упр. торм}} = 2,5$ с и после достижения им холостого хода осуществляется наброс нагрузки, равный номинальному моменту. Приведем результаты двух расчетов:

1) ШИМ-управлением устанавливается максимальное средневыпрямленное напряжение ($\alpha_{\text{max}} = 1$) (рис. 4, а);

2) средневыпрямленное напряжение соответствует углу управления ШИМ-напряжения $\alpha_1 = 0,1$ (рис. 4, б). Оценивая полученные результаты, можно констатировать, что предлагаемое ШИМ-управление адекватно реализует необходимые процессы регулируемого электропривода. Электромагнитный момент, развиваемый двигателем, носит высокочастотный колебательный характер, определяемый как схемой выпрямителя, так и количеством импульсов широтно-импульсного модулирования на несущей форме выпрямленного напряжения.

Следует акцентировать внимание на процессе торможения, который принципиально может разделяться на две части: первую часть можно назвать управляемым торможением, которое создается уменьшением напряжения на обмотке якоря двигателя, и вторую часть — торможение только моментом статического сопротивления механизма (рис. 4, б). Для того чтобы при торможении скорость механизма достигала нуля одновременно с достижением моментом двигателя, равным моменту статического сопротивления механизма, необходимо проведение наладочных режимов или их моделирование с целью определения необходимой для реализации этого состояния зависимости изменения угла ШИМ-управления.

Заключение. Обобщая результаты проведенных исследований режимов работы электропривода постоянного тока с двигателем независимого возбуждения на разработанной модели, можно отметить, что она позволяет полностью рассчитать установившиеся и переходные процессы в исследуемом электроприводе при разных нагрузках и конечных значениях скорости механизма, убеждает в достоверности предлагаемого ШИМ-управления и выполнении им предполагаемых положительных преимуществ такого управления. Результаты исследований дают уверенность в результативности такого ШИМ-управления электроприводами постоянного тока промышленных установок. Применение различных законов изменения угла управления ШИМ-напряжением в переходных процессах создает возможности реализации требуемых ускорений и необходимого позиционирования механизма. Созданные устройства с регулируемым выходным напряжением по предлагаемому способу могут быть использованы в машиностроительной, строительной, металлургической, перерабатывающей, добывающей промышленности, гальванотехнике и других отраслей промышленности.

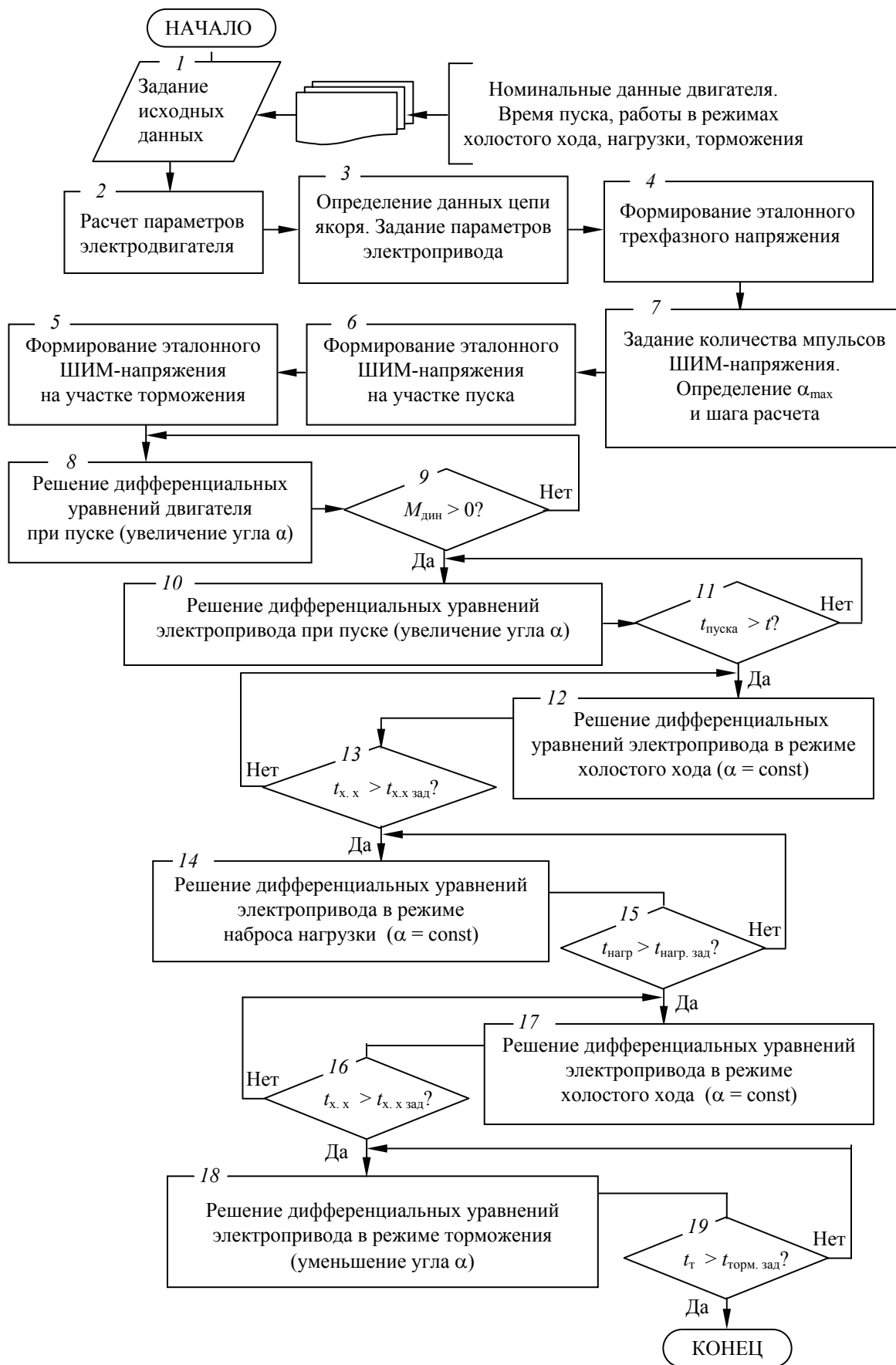


Рис. 3. Блок-схема алгоритма численных расчетов установившихся и переходных процессов в электроприводе с ШИМ-управлением

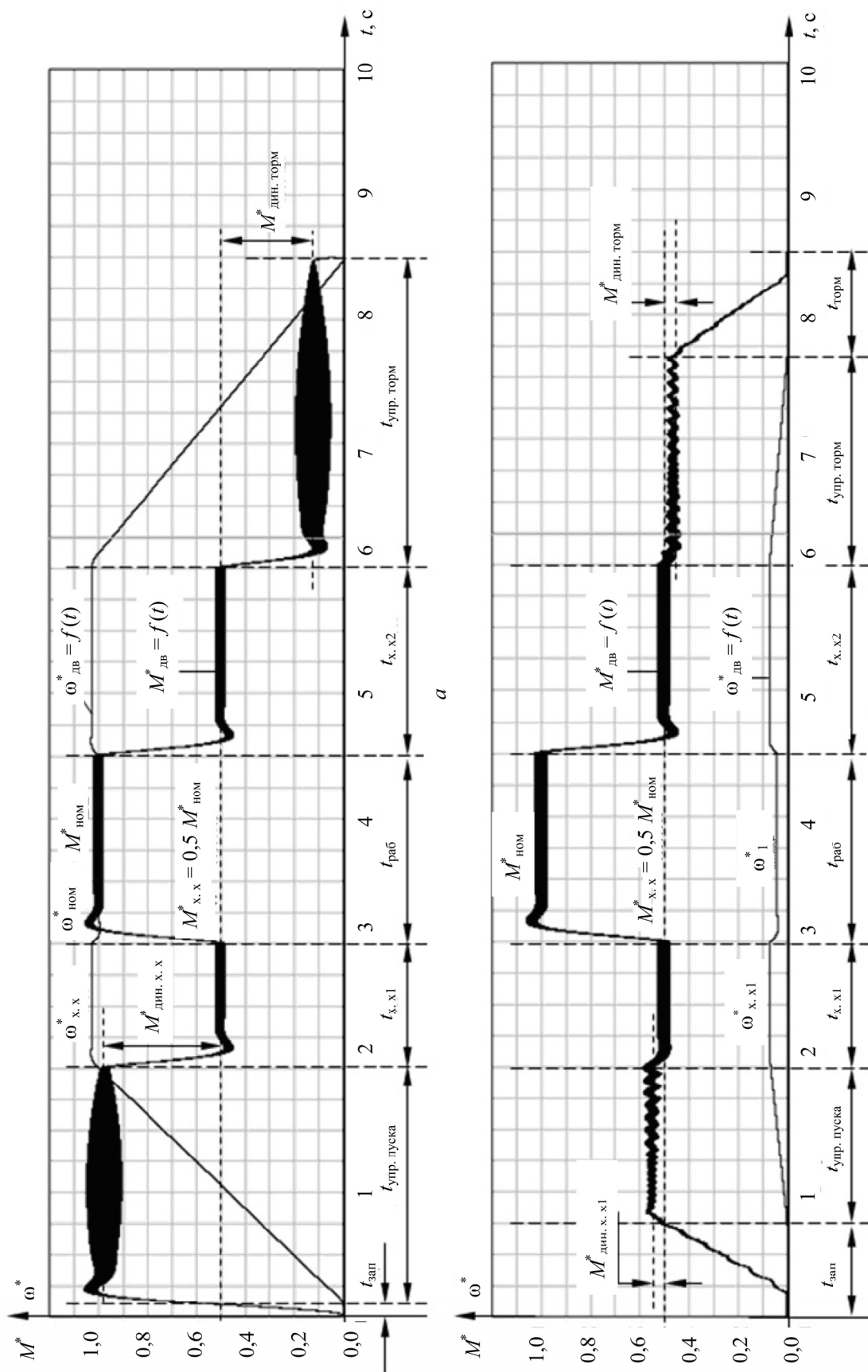


Рис. 4. Зависимости $\omega^* = f(t)$ и $M^* = f(t)$ при $\alpha_{max} = 1$ (а) и $\alpha_1 = 0,1$ (б)

Литература

Способ получения регулируемого напряжения постоянного тока: патент № 11021 Н 02 М 7/02 / В. П. Беляев; заявитель Белорус. гос. технол. ун-т / № а 20070326; заявл. 29.03.2007; опубл. 15.06.09 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнаці. 2009. № 2. С. 147.

References

Belyaev V. P. *Sposob polucheniya reguliruemogo napryazheniya postoyannogo toka* [Way of reception of adjustable pressure of a direct current]. Patent BY, no. 20070326, 2009.

Информация об авторе

Беляев Валерий Павлович — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры полиграфического оборудования и систем обработки информации. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: Beliaev@belstu.by

Information about the author

Belyaev Valeriy Pavlovich — PhD (Engineering), Assistant Professor, Assistant Professor, the Department of Printing Equipment and Information Processing Systems. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: Beliaev@belstu.by

Поступила 16.03.2016

УДК 655.225.85:681.617.45

П. Е. Сулим, В. С. Юденков

Белорусский государственный технологический университет

**МЕТОД УЛУЧШЕНИЯ ПРОЦЕССА РАСТРИРОВАНИЯ НА РИЗОГРАФЕ EZ371E
НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНО-ГИБРИДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Создание новых цифровых технологий, позволяющих автоматизировать воспроизведение текстовой и изобразительной информации, привело к созданию и разработке цифровой печати. Цифровая печать — это технология получения оттиска в печатающем устройстве на основе оригинала, созданного в виде соответствующих кодов с помощью ЭВМ. Одной из технологий цифровой печати является computer-to-press и одно из устройств этого направления — ризограф. Качество ризографической печати хуже, чем на офсете, текст печатается средней четкости, а изображения напоминают фотографии в старинных газетах и требуют специальной подготовки. Зато ризограф — самое выгодное по стоимости решение для малых и средних тиражей — от 50 до 1000 листов. Широкое применение ризографической печати в типографиях требует повышения быстродействия оборудования с соблюдением качества печати цифровых изображений. Рассматривается повышение качества ризографической печати на основе модельного управления и адаптивного растрового процессора. Адаптация управления растрованием формируется на основе экспериментальных данных с образцов цифровых изображений типа «фото». Разработанное программное обеспечение имеет встроенную библиотеку фильтров для предварительной обработки цифровых изображений, устранения видимых цифровых дефектов, а также модуль распознавания цифровых изображений на основе гистограмм спектральной плотности.

Ключевые слова: ризограф, трафаретная печать, цифровая обработка изображений, Matlab.

P. Ye. Sulim, V. S. Yudenkov

Belarusian State Technological University

**RASTERIZATION PROCESS IMPROVEMENT TECHNIQUES
ON RISOGRAPH EZ371E BASED ON PROGRAM-HYBRID TECHNOLOGY**

Creation of new digital technologies allowing to automate the reproduction of text and graphic information, led to the creation and development of the digital printing. Digital printing is a technology for producing prints in the printer based on the original layout, created as corresponding codes with a mainframe computer. One of the technologies of digital printing is a computer-to-press and one of the devices in this area is risograph. The risograph printing quality is worse than offset printing. The text is printing with medium sharpness and images remind photos in old newspapers and require special preparation. Butrisograph is the most profitable solution for small and medium runs — from 50 up to 1000 sheets. Wide usage of risograph printing in typographies demands increase performance of the equipment with the high print quality of digital images. The quality of the risograph printing is considered to be improved on the basis of the model control and adaptive raster processor. Adaptation of the rasterization control is based on the experimental data with the samples of digital images, such as photos. The developed software has a built-in filter library for pre-processing of digital images, to remove visible digital defects as well as digital image recognition module based on the histogram of the spectral density.

Key words: risograph, screen printing, digital image processing, Matlab.

Введение. Внедрение компьютерной техники и цифровых технологий привело к появлению новых ресурсосберегающих процессов. Определенную нишу на отечественном рынке полиграфических услуг заняли ризографы — аппараты для цифровой, трафаретной печати. В то время как основное внимание уделяется снижению затрат и производительности, ризографы показали неоспоримое преимущество и заняли промежуточное положение между копировальной техникой и малоформатными офсетными печатными машинами.

Для выполнения печати на ризографе нужен оригинал-макет, который может быть в бумаж-

ном или электронном виде. Использование сканера в ризографе для подготовки формы не дает получения качественных отпечатанных оттисков, так как используются аналоговые данные, которые приводят к потерям некоторых деталей изображения.

Если установлена дополнительная плата интерфейса, то данные с подключенного компьютера через драйвер напрямую отправляются на ризограф в качестве оригинала для печати (рис. 1). При этом качество оттисков резко возрастает, поскольку при изготовлении формы в аппарате (мастер-пленки) используются цифровые данные [1].

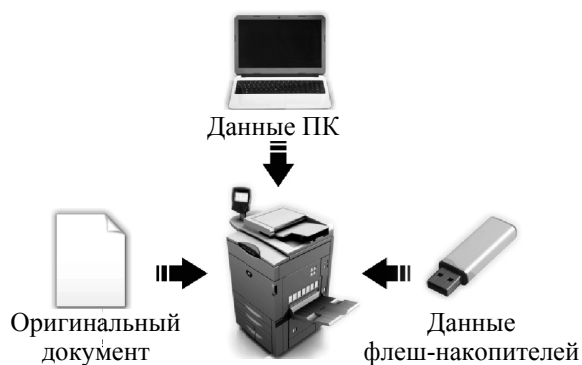


Рис. 1. Отправка информации (бумажной или цифровой) на ризограф

Основная часть. Получение оттиска цифровых полутоновых изображений при печати на ризографе с использованием штатного драйвера не для всех изображений является качественным: не всегда напечатанный оттиск соответствует исходному оригиналу по контрасту, яркости и тонопередаче градаций серого. Поэтому предлагается программный продукт, который помогает решить эту проблему совместно с драйвером ризографа.

На рис. 2 представлена функциональная схема модуля управления качеством ризографической печати.



Рис. 2. Функциональная схема модуля управления качеством ризографической печати

Работа функциональной схемы: считывание изображения в среду с использованием Matlab; загрузка изображения в среду операционной системы ОС с использованием программного

интерфейса; изменение размера изображения; применение обработки к изображению (конвертирование цветного в полутоновое изображения, анализ, фильтрация, определение типа изображения); применение адаптивного растривания к конкретному типу изображения (фото, график, контурный рисунок и текст). Библиотека фильтров и функций является ядром модельного управления, повышающим качество растривания. После растривания подготовленное изображение отправляется на печать ризографа с вызовом функций экспорта изображения для печати и драйвера ризографа EZ371E.

Разработанное программное обеспечение позволяет выполнять дополнительные функции: обработка специализированными и стандартными фильтрами для подавления искажений; автоматическая и ручная обработка; автоматическая регулировка контраста и яркости; автоматическое включение камеры и захват изображения для сравнительного анализа с обработанным изображением. Предложенная методика позволяет настроить профиль ризографической печати, не прибегая к аппаратному обеспечению ризографа.

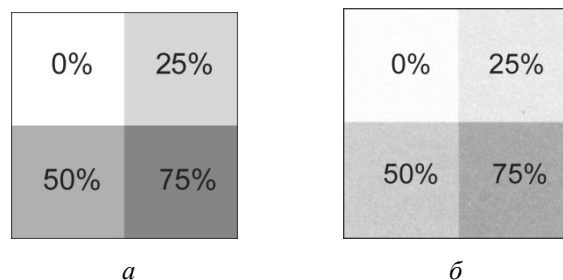
Тестирование программного продукта

Для получения качественных показателей оттисков, отпечатанных на ризографе EZ371E, были проведены следующие эксперименты:

1. Исследование растровой структуры, формирование ризографом EZ371, для 0, 25, 50 и 70%-ного заполнения черного цвета с использованием цифрового полиграфического микроскопа PLATEVIEWER с программным обеспечением PLATECOUNTR.

Задачей этого эксперимента является получение эталона оттиска на бумажном носителе с целью выявления показателей растрового процессора ризографа EZ371, оказывающих существенное влияние на качества печати.

Эталон при печати в цифровом формате выведен на лазерном принтере (рис. 3а) с параметрами по умолчанию из Photoshop с контрастностью и яркостью, равными 0 (нулю), и на ризографе (рис. 3б).



а

б

Рис. 3. Эталон печати в цифровом формате:

а — на лазерном принтере; б — на ризографе

Для 0% растровую структуру рассматривать не будем, так как отсутствуют пиксели. Вид растровых точек эталона, полученных с помощью микроскопа для 25, 50 и 70%-ного заполнения черного цвета, представлен на рис. 4а, 5а и 6а. В настройках драйвера по умолчанию использовался периодический тип растрирования. Вид растровых точек печати на ризографе, полученных с помощью микроскопа для 25, 50 и 70%-ного заполнения черного цвета, представлен на рис. 4б, 5б и 6б.

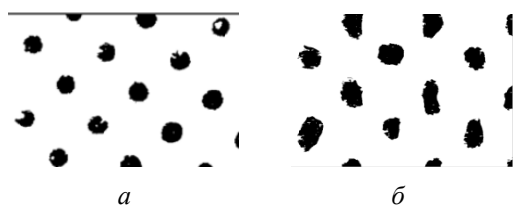


Рис. 4. Вид растровых точек 25%-ного заполнения черным цветом: а — эталон; б — печать на ризографе

Как видно из рис. 4а, растровые точки эталона, полученные при печати на лазерном принтере с 25%-ным заполнением черным цветом, имеют круглую форму и мелкую структуру. Однако на рис. 4б растровые точки, полученные при печати на ризографе с 25%-ным заполнением черным цветом, имеют дефект смаза.



Рис. 5. Вид растровых точек 50%-ного заполнения черным цветом: а — эталон; б — печать на ризографе

Как видно из рис. 5а, растровые точки эталона, полученные при печати на лазерном принтере с 50%-ным заполнением черным цветом, имеют круглую форму и средненасыщенную структуру. Однако на рис. 5б растровые точки, полученные при печати на ризографе с 50%-ным заполнением черным цветом, имеют дефект растискивания и размытия. И, как результат, получается искажение формы.

Как видно из рис. 6а, растровые точки эталона, полученные при печати на лазерном принтере с 75%-ным заполнением черным цветом, имеют круглую форму и насыщенную структуру. Однако на рис. 6б растровые точки, полученные при печати на ризографе с 75%-ным заполнением черным цветом, имеют дефект затекания точек друг на друга.

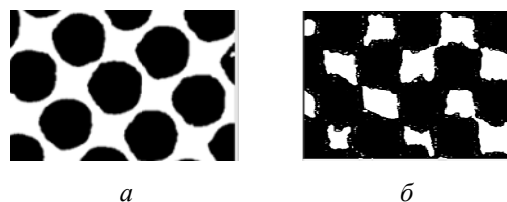


Рис. 6. Вид растровых точек 75%-ного заполнения черным цветом: а — эталон; б — печать на ризографе

Использование в настройках драйвера ризографа EZ371 двух типов растра не всегда дает возможность получить качественную печать изображения. Для этого предлагается гибридная технология растрирования полутоновых оригиналов, основанная на одновременном применении АМ и ЧМ-растрировании. При этом как АМ, так и ЧМ-растрирование применяются в зависимости от сюжетного содержания оригинала. Для повышения качества печати на ризографе разработана методика обработки изображений, повышающей качество ризографической печати с использованием микропроцессорной техники. Алгоритм растрирования базируется на решении, в соответствии с которым воспроизведение очень светлых и очень темных тонов осуществляется с использованием ЧМ-растрирования, а остальной диапазон полутонов воспроизводится посредством АМ-растрирования.

2. Исследование растровой структуры цифрового полутонового изображения, формируемого ризографом EZ371, типа фото.

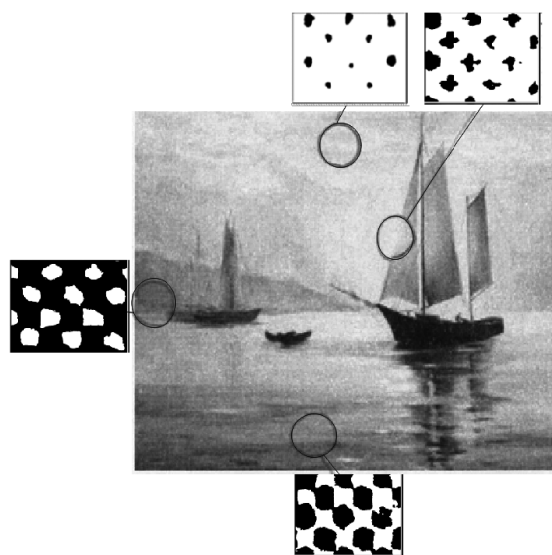


Рис. 7. Цифровое изображение и вид растровых точек ризографического оттиска

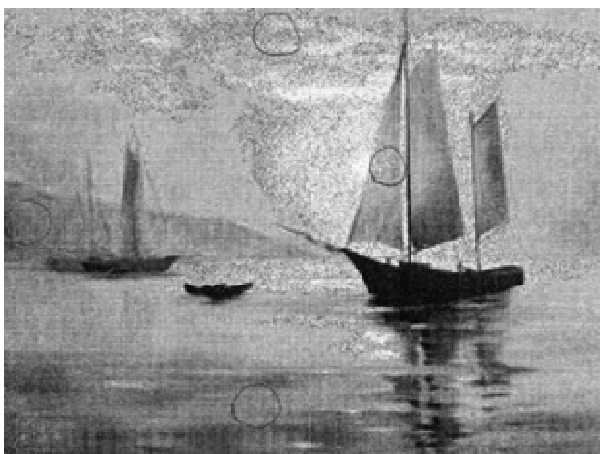
Выбор тестовых точек осуществляется по принципу просмотра вида растровых точек на светлых, темных участках и участках перехода.



а



б



в

Рис. 8. Цифровое изображение:
 а — оригинал; б — печать оригинала на ризографе с настройками производителя оборудования Туре — (Screen-covered) — RISO-PHOTO-PRINT Fine Mode; в — печать с помощью интеллектуального продукта

Как видно из рис. 7, получение оттиска цифровых полутоновых изображений при печати на ризографе с использованием штатного драйвера не для всех изображений является качествен-

ным. Для решения этой проблемы предлагается применение модельного управления на основе специализированных фильтров и адаптивного растривания с рациональным выбором метода растривания.

Предлагается программный продукт для ризографической печати, который повышает четкость, резкость и насыщенность печати, снизив при этом издержки пробной подгонки нужного результата и, как показывает практика, применение определенных способов растривания для конкретного оригинала приводит к повышению производительности печати.

Результат печати оттиска, полученный с использованием драйвера ризографа и с применением метода гибридного растривания в разработанном программном продукте, приведен на рис. 8.

На рис. 8а представлен оттиск оригинала, полученный на лазерном принтере; на рис. 8б — оттиск, полученный при печати на ризографе с настройками производителя оборудования; на рис. 8в приведен результат печати на ризографе с использованием разработанного интеллектуального модуля в автоматическом режиме со следующими характеристиками: тип растривания периодический, фильтр Лапласиан с коэффициентом 0,3.

Результат печати на ризографе, полученный с помощью интеллектуального продукта, является лучшим по контрасту, четкости передачи деталей и границ и тонопередаче (рис. 8в). При этом используется профиль «photo».

Способ компьютерного управления ризографической печатью обеспечивает повышение качества печати оттисков для ризографов полутонной печати путем адаптации профиля печати изображения, обработанного фильтрами и функциями библиотеки IPT Matlab, к конкретному типу растривания, включенного в систему управления ризографом.

Заключение. 1. Экспериментально выявлены дефекты ризографической печати: не всегда напечатанный оттиск соответствует исходному оригиналу по контрасту, яркости и тонопередаче градаций серого. Предложены методы их устранения.

2. Предложен программный продукт для ризографической печати, который повышает четкость, резкость и насыщенность печати, снизив при этом издержки пробной подгонки нужного результата и, как показывает практика, применение различных способов растривания приводит к повышению производительности печати.

3. Разработано программное обеспечение интеллектуального модуля для ризографической печати, которое позволяет произвести предварительную обработку цифрового изображения для устранения видимых дефектов с применением библиотеки функций и фильтров IPT Matlab [2, 3].

Литература

1. Сулим П. Е., Юденков В. С. Интеллектуальный мультимедийный продукт с адаптивным рас-
трированием для ризографической печати: Всерос. конф. молодых ученых и специалистов «Буду-
щее машиностроение России». М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана. 2015. Вып. 8. С. 451–453.
2. Сулим П. Е., Юденков В. С. Software for spectral analysis risograph print. Международный на-
учно-технический журнал «Системный анализ и прикладная информатика». 2015. С. 42–46.
3. Sulim P., Yudenkov V. Improvement of the printing quality on a risograph on the basis of the
adaptive screening method. Proceeding of the 6th International Scientific Conference «Printing Future
Days 2015». Chemnitz, Germany, 2015. P. 109–116.

References

1. Sulim P. Ye., Yudenkov V. S. [Intelligent multimedia product with the adaptive screening for
risographic printing]. *Vseros. konf. molodykh uchenykh i spetsialistov («Budushchee mashinostroeniya
Rossii»)* [Russian conf. of young scientists and specialists (“Future Engineering of Russia”)]. Moscow,
2015, vol. 8, pp. 451–453 (In Russian).
2. Sulim P. Ye., Yudenkov V. S. Software for spectral analysis risograph print. *Mezhdunarodnyy
nauchno-tekhnicheskiy zhurnal «Sistemnyy analiz i prikladnaya matematika»* [The International scientific
and technical journal “Applied Sistem Analysis and Informatics”], 2015, pp. 42–46 (In Russian).
3. Sulim, P., Yudenkov V. Improvement of the printing quality on a risograph on the basis of the
adaptive screening method [*Proceeding of the 6th International Scientific Conference (“Printing Future
Days 2015”)*]. Chemnitz, Germany, 2015, pp. 109–116 (In English).

Информация об авторах

Сулим Павел Евгеньевич — магистр технических наук, ассистент кафедры полиграфического
оборудования и систем обработки информации. Белорусский государственный технологический
университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: sulim@belstu.by

Юденков Виктор Степанович — кандидат технических наук, доцент кафедры полиграфиче-
ского оборудования и систем обработки информации. Белорусский государственный технологиче-
ский университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail:
yudenkov@belstu.by

Information about the authors

Sulim Pavel Yevgen'yevich — Master of Engineering, assistant lecturer, the Department of Printing
Equipment and Information Processing Systems. Belarusian State Technological University (13a, Sverd-
lova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: sulim@belstu.by

Yudenkov Viktor Stepanovich — PhD (Physics and Mathematics), Assistant Professor, the
Department of Printing Equipment and Information Processing Systems. Belarusian State Technological
University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: yudenkov@belstu.by

Поступила 18.03.2016

ПОЛИГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 658.3

Е. В. Барковский, Д. М. Медяк

Белорусский государственный технологический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ КРАСКОПЕРЕНОСА С УЧЕТОМ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИЗНОСА ОФСЕТНОГО ПОЛОТНА

В статье представлена уточненная модель краскопереноса с учетом закономерностей износа офсетного полотна. Основой для моделирования краскопереноса является структурный метод баланса краски с учетом фрактальных свойств поверхности офсетного полотна.

Цель исследования — внедрение результатов исследования износа офсетного полотна в модель краскопереноса. Для осуществления цели использовалось построение зависимости фрактальной размерности от количества листопрогонов с применением методики получения функций износа офсетных полотен. В статье представлена зависимость коэффициента перехода краски с офсетного полотна на бумагу от количества листопрогонов. Зависимость была получена при условии постоянства параметров офсетной печатной формы и запечатываемого материала. Исследование влияния изменения параметров краскопереноса с учетом износа офсетного полотна было произведено в лабораторных и производственных условиях. В лабораторных условиях износ происходил более интенсивно, так как испытание проводилось до полного истирания поверхности.

Использование уточненной модели краскопереноса позволит осуществлять анализ изменения параметров краскопереноса и поверхности в процессе печати в зависимости от количества листопрогонов с учетом износа. Методика может быть применена для исследования влияния износа печатной формы на краскоперенос.

Ключевые слова: фрактальная размерность, краскоперенос, офсетное полотно, износ, листопробег.

E. V. Barkovskiy, D. M. Medyak

Belarusian State Technological University

RESEARCH OF THE INK TRANSFER MODEL TAKING INTO ACCOUNT REGULARITIES OF THE OFFSET BLANKET WEAR

The article presents a specified model of ink transfer taking into account regularities of the offset blanket wear. The basis for the simulation of ink transfer is a structural method of the balance of ink based on the fractal properties of the blanket surface.

The aim of research was to introduce the results of the research of the wear blanket in the ink transfer model. The construction of the dependence of fractal dimension from the number of sheet pass using methods of obtaining wear blankets functions was used to realize the aim. The article presents the dependence of the ink transfer coefficient from the blanket to the paper on the number of sheet pass. The dependence obtained under the condition of constancy of the parameters of offset printing plate and the printing material. The research of influence of changes in ink transfer parameters taking into account the wear of blanket was made in laboratory and production conditions. Under laboratory conditions, the wear was more intense, because the test was carried out to complete the surface abrasion.

Using the specified model of ink transfer allows to realize analysis of changes in parameters ink transfer and surface in the printing process depending on the number of sheet pass taking into account the wear. The methodology can be used to study the influence of wear on the printing plate on ink transfer.

Key words: fractal dimension, ink transfer, blanket, wear, sheet pass.

Введение. В современной литературе есть информация об офсетных резинотканевых полотнах: их конструкции; влиянии на режимы

печати; влиянии технических характеристик на технологические свойства полотен, на физическое состояние основных узлов печатной

машины; правильной установке полотна на поверхность офсетного цилиндра и др. Большинство офсетных полотен способны воспринимать и передавать изображения с линиатурой растра, достигающей 600 lpi. Выбор офсетного полотна, наиболее полно отвечающего по своим характеристикам требованиям задания по печати, равно как и его правильная установка на офсетный цилиндр, а также соблюдение правил обращения и хранения являются определяющими для обеспечения высокого качества печати [1].

Основное свойство офсетных полотен — условие перехода краски с формы на ее поверхность и перенос краски на бумагу. Как правило, стремятся к тому, чтобы количество перешедшей краски было максимально, т. е. чтобы постоянный слой на поверхности резинотканевой пластины был минимальным, а большая часть переходила на бумагу. Это определяется физико-химическими и упругими свойствами поверхности резинотканевой пластины. Переход краски на бумагу с лучших образцов офсетных резинотканевых пластин доходит до 60–65%.

Краска с офсетного резинотканевого полотна не может перейти на поверхность бумаги без приложения давления. При офсетной печати печатная форма и бумага деформируются мало по сравнению с офсетным полотном; величина его упругой деформации должна быть больше всех имеющихся макро- и микронеровностей, и чем они больше, тем большее требуется давление [2].

Воздействие давления и трения приводит к износу офсетного полотна, поэтому целью исследования было моделирование краскопереноса с учетом закономерностей износа офсетного полотна.

Основная часть. Для достижения поставленной цели использовалась методика, представленная в литературе [3]. Количество процесс краскопереноса с офсетного полотна на бумагу описывается с помощью коэффициента перехода краски:

$$P = \frac{\alpha\beta G_б}{G_б + \beta G_{оф} + \alpha\beta G_ф}, \quad (1)$$

где α — доля перешедшей краски с печатной формы на офсетное полотно; β — доля перешедшей краски с офсетного полотна на оттиск; $G_б$ — количество краски на бумаге; $G_{оф}$ — количество краски на офсетном полотне; $G_ф$ — количество краски на форме.

Как видно из формулы (1), величина коэффициента перехода краски зависит от количества краски на офсетном резинотканевом полотне. Количество краски можно определить, используя следующее выражение:

$$G_{оф} = S_0 h_{оф} \rho_{кр} (1 - \tilde{h}_{оф}^{2-D_{S_{оф}}}), \quad (2)$$

где S_0 — площадь печатного элемента; $h_{оф}$ — толщина слоя краски на офсетном полотне; $\rho_{кр}$ — плотность краски; $\tilde{h}_{оф}$ — высота микронеровностей офсетного полотна в относительных единицах; $D_{S_{оф}}$ — фрактальная размерность поверхности офсетного полотна.

В процессе изнашивания изменяется поверхность офсетного полотна, что приводит к изменению параметра фрактальной размерности. В работе [4] представлена методика определения изменения фрактальной размерности от количества листопрогонов. Зависимость изменения фрактальной размерности от количества листопрогонов была построена для офсетного полотна марки Toraz фирмы Phoenix (Германия). На основе этой методики было исследовано офсетное полотно Perfect Dot MX фирмы Meiji Rubber (Япония).

Согласно сведениям производителя, универсальное офсетное полотно Perfect Dot MX обладает ультратонкой обработанной поверхностью и высокопрочным тканевым каркасом, который обеспечивает минимальность потерь при усадке полотна, стабильность линейных размеров, плотную усадку на офсетный цилиндр. Твердость полотна по Шору составляет 80 °А.

Для получения зависимости изменения фрактальной размерности офсетного полотна в результате износа от количества листопрогонов были исследованы образцы до и после печати тиража на газетном производстве предприятия ОАО «Красная звезда». Так как функциональный вид зависимости известен, то зависимость показателя износа от количества листопрогонов можно построить по трем точкам. Результаты представлены на рис. 1.

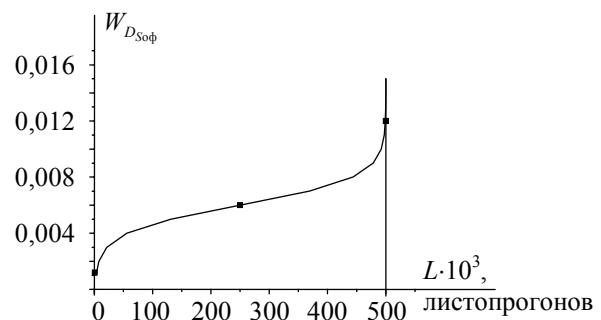


Рис. 1. Зависимость изменения фрактальной размерности от количества листопрогонов офсетного полотна Perfect Dot MX

Фрактальная размерность офсетного полотна Perfect Dot MX составляет до износа 2,139, после износа в производственных условиях после 500 тыс. листопрогонов — 2,127.

С учетом закономерностей износа офсетного полотна выражение (2) будет иметь следующий вид

$$G_{\text{оф}} = S_0 h_{\text{оф}} \rho_{\text{кр}} (1 - \tilde{h}_{\text{оф}}^{2-D_{\text{Soф}}} - W_{D_{\text{Soф}}}), \quad (3)$$

где $W_{D_{\text{Soф}}}$ — износ, связанный с изменением фрактальной размерности $D_{\text{Soф}}$.

Функция для определения количества листопрогонов представленной зависимости будет иметь вид

$$L = \frac{A}{1 + 10^{2,698 - 449,683 W_{D_{\text{Soф}}}}}, \quad (4)$$

где A — асимптота, которая составляет 500 тыс. листопрогонов.

На рис. 1 можно выделить характерные стадии износа офсетного полотна Perfect Dot MX. На стадии установившегося износа от 100 до 400 тыс. листопрогонов созданы благоприятные условия изготовления качественных оттисков. Значение фрактальной размерности на 100 тыс. листопрогонах составляет 2,1343, а при 400 тыс. листопрогонах — 2,1317.

После подстановки выражения (3) в (4) была получена зависимость коэффициента перехода краски от количества листопрогонов. Полученная зависимость представлена на рис. 2.

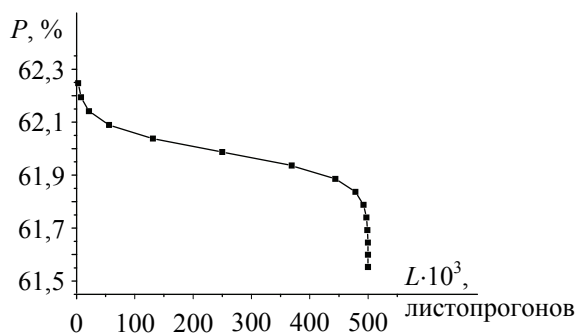


Рис. 2. Зависимость коэффициента перехода краски офсетного полотна Perfect Dot MX от количества листопрогонов

Износ офсетного полотна уменьшает коэффициент перехода краски. В начальном состоянии значение коэффициента краскопереноса составляет 62,3%, после износа — 61,5%. Следует отметить, что после изнашивания в лабораторных условиях значение составило 56,9%. Уменьшение на 0,8% коэффициента краскопереноса в производственных условиях связано с тем, что офсетное полотно на предприятиях заменяется до его полного истирания.

На стадии установившегося износа изменение коэффициента перехода краски составляет от 62% для 100 тыс. листопрогонов до 61,9%

для 400 тыс. листопрогонов, т. е. 0,1%. Таким образом, на стадии установившегося износа изменения параметров краскопереноса незначительные и отклонения являются допустимыми. После 400 тыс. листопрогонов уменьшение коэффициента краскопереноса составило 0,4%, а до 100 тыс. листопрогонов — 0,3%. Это связано с тем, что представленные значения соответствуют стадиям начального (приработки) и усиленного износа, на которых изнашивание происходит более интенсивно.

Определение коэффициента перехода краски также было осуществлено для образцов офсетных полотен, процесс изнашивания которых представлен в работе [5]. Значения коэффициента краскопереноса до и после износа были найдены в зависимости от количества краски на оттиске. Для максимального количества краски на оттиске значения коэффициента перехода краски с печатной формы на бумагу представлены в таблице.

Значения коэффициента перехода краски для образцов офсетных полотен

Марка офсетного полотна	Значение коэффициента перехода краски	
	до износа, %	после износа, %
Vulcan Techno	35,2	49
Vulcan Image	37,8	41,2
VSTR	40,7	45,1
Blue Diamond	59,6	44,5

Наиболее износостойким офсетным полотном, представленным в таблице, является Blue Diamond. Значения для данного образца соответствуют теоретическим представлениям. Увеличение показателя коэффициента краскопереноса для остальных образцов офсетных полотен обусловлено влиянием изменения показателя максимальной высоты микронеровности и фрактальной размерности. Образцы Vulcan Techno, Vulcan Image и VSTR являются наименее износостойкими по сравнению с Blue Diamond. На увеличение показателя краскопереноса влияют физико-химические и упругие свойства поверхности, которые могут стабилизироваться в процессе изнашивания. Параметры поверхности наиболее износостойких офсетных полотен обладают лучшими упругими свойствами, которые увеличивают сопротивление изнашиванию, что сопровождается улучшением краскопереноса.

Заключение. Таким образом, износ офсетного полотна сопровождается уменьшением коэффициента перехода краски с печатной формы на бумагу. Модель краскопереноса с учетом закономерностей износа позволяет спрогнозировать

ухудшение качества печатной продукции и предотвратить появление брака, а также, увеличив стадию установившегося износа путем подбора оптимальных параметров печати, продлить срок службы офсетного полотна. Следует учитывать,

что на краскоперенос также влияет состояние поверхности печатной формы и запечатываемого материала. Для исследования влияния на краскоперенос износа печатной формы можно воспользоваться представленной в статье методикой.

Литература

1. Деджидас Л., Дистри Т. Листовая офсетная машина: механизмы, эксплуатация, обслуживание; науч. ред., пер. В. Н. Румянцева; пер. с англ. В. Дудичев, Н. Герценштейн, Е. Климова. М.: ЦАПТ, 2007. 488 с.
2. Никанчикова А. Е., Попова А. Л. Технология офсетного производства: в 2-х ч. Ч. 2. М.: Книга, 1980. 285 с.
3. Кулак М. И., Ничипорович С. А., Медяк Д. М. Методы теории фракталов в технологической механике и процессах управления: полиграфические материалы и процессы. Минск: Белорусская наука, 2007. 419 с.
4. Барковский Е. В., Медяк Д. М., Кулак М. И. Моделирование износа офсетного полотна // Труды БГТУ. 2013. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 7–11.
5. Барковский Е. В., Медяк Д. М. Влияние процесса изнашивания на параметры шероховатости поверхности офсетного полотна // Труды БГТУ. 2014. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 8–12.

References

1. Dedzhidas L., Distri T. *Listovaya ofsetnaya mashina: mekhanizmy, ekspluatatsiya, obsluzhivanie* [Sheetfed Offset Press Operating: Pittsburgh, GATF]. Moscow, TsAPT Publ., 2005. 488 p.
2. Nikanchikova A. Ye., Popova A. L. *Tekhnologiya ofsetnogo proizvodstva: v 2 chastyakh. Ch. 2* [Technology of offset production. Part 2]. Moscow, Kniga Publ., 1980. 285 p.
3. Kulak M. I., Nychiporovich S. A., Medyak D. M. *Metody teorii fraktalov v tekhnologicheskoy mekhanike i protsessakh upravleniya: poligraficheskie materialy i protsessy* [Methods of the theory of fractals in the technological mechanics and control processes: printing materials and processes]. Minsk, Belorusskaya nauka Publ., 2007. 419 p.
4. Barkovskiy E. V., Medyak D. M., Kulak M. I. Modeling of the wear of blanket. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2013, no. 9: Publishing and Printing, pp. 7–11 (In Russian).
5. Barkovskiy E. V., Medyak D. M. Influence of the wear process on the roughness parameters of surface of the blanket. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2014, no. 9: Publishing and Printing, pp. 8–12 (In Russian).

Информация об авторах

Барковский Евгений Валерьевич — аспирант кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: jek0612@yandex.by

Медяк Диана Михайловна — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: medyak@belstu.by

Information about the authors

Barkovskiy Evgeniy Valer'yevich — PhD student, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: jek0612@yandex.by

Medyak Diana Mikhaylovna — PhD (Engineering), Assistant Professor, Assistant Professor, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: medyak@belstu.by

Поступила 16.05.2016

ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ УПАКОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УДК 655.3.02

Н. С. Голуб, М. И. Кулак

Белорусский государственный технологический университет

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ОФСЕТНЫХ ФОРМНЫХ ПРОЦЕССОВ

Технологические процессы и оборудование можно классифицировать по определенным признакам. Надежность каждого класса технологического процесса будет различной в связи с разной сложностью выполняемых операций. Признаком, отражающим сущность процесса и определяющим его свойства, является отношение обязательных составляющих технологического процесса — инструмента и предмета обработки. В связи с этим все технологические процессы можно разделить на четыре класса: точечные, линейные, поверхностные и объемные. Что же касается оборудования полиграфии и упаковочного производства, то его нельзя однозначно отнести к тому или иному классу в полной мере.

Оценку надежности выполняемых операций для каждого класса процессов можно дать путем расчета технологического пути, который представляет собой расстояние, пройденное инструментом обработки по рабочей поверхности предмета обработки. Для каждого класса процессов технологический путь будет различным.

В статье рассмотрены формные операции для офсетных пластин. Технологический путь вычисляется для экспонирования, проявления, промывки, гуммирования, сушки, термообработки. Основные процессы в данных способах различаются по классам выполняемых операций. Расчет технологического пути для каждой операции позволит сделать вывод, какой процесс изготовления офсетных печатных форм является более надежным.

Ключевые слова: класс процесса, характер взаимодействия, технологический путь, экспонирование, проявление, промывка, сушка, термообработка.

N. S. Golub, M. I. Kulak

Belarusian State Technological University

THEORETICAL ESTIMATION OF TECHNOLOGY OFFSET FORMING PROCESSES RELIABILITY

Technological processes and equipment can be classified according to certain criteria. The reliability of each class of the process will be different due to the different complexity of the operations performed. A sign that reflecting the essence of the process and determining its properties, is the attitude of the mandatory components of technological process i. e. tools and the object of processing. In this regard, all the technological processes can be divided into four classes: point, line, surface and volume. As for the printing equipment and packaging production, it can not be definitely referred to a particular class in full.

Reliability assessment of operations performed for each class of processes can be given by the calculation of technological process, which is the distance traveled by the tool on the working surface of the object processed. For each class of the processes technological path will be different.

The article deals with the forming operation for offset plates. Technological path is calculated for exposure, development, washing, gumming, drying, heat treatment. Key processes in these methods differ by class of operations performed. Calculation processing path for each operation will allow to choose the most reliable process of manufacturing offset printing forms.

Key words: process class, character interaction, technological process, exposure, development, washing, drying, heat treatment.

Введение. Используя различные критерии и признаки, технологические процессы полиграфического производства, можно классифицировать. Надежность каждого класса технологического процесса будет различной в связи с разной сложностью выполняемых операций. В соответствии с концепцией, предложенной академиком Кошкиным Л. Н., признаком, отражающим сущность процесса и определяющим его свойства, является отношение двух обязательных составляющих любого технологического процесса, а именно — инструмента и предмета обработки. Этот критерий классификации вследствие его общности применим ко многим процессам и позволяет разделить бесчисленное множество конкретных процессов на четыре класса в соответствии с четырьмя возможными видами пространственного отношения между инструментом и предметом обработки: точечным, линейным, поверхностным и объемным [1].

Точечное взаимодействие между инструментом и предметом обработки выражается в том, что технологический результат процесса определяется лишь действием одной «точки» инструмента на предмет обработки. Технологически эффективной является только одна точка инструмента, последовательно вступающая во взаимодействие со всеми точками обрабатываемой поверхности. Единственным общим геометрическим элементом инструмента и предметом обработки процессов I класса является только точка. Автоматы, работающие по принципу I класса, имеют сложную конструкцию, низкую стойкость инструмента, продолжительность рабочего движения велика. Все это приводит к низкой надежности оборудования, в связи с чем данный класс машин используется в узкой области производства. Чаще всего отказы у оборудования I класса связаны со сложной кинематикой строения аппарата [1].

Характерное для процессов II класса линейное взаимодействие между инструментом и предметом обработки выражается в том, что технологический результат процесса определяется действием рабочей линии инструмента. Технологически эффективными являются все точки рабочей линии, а не одна единственная рабочая «точка». Каждая из точек, лежащая на рабочей линии, последовательно взаимодействует уже не со всеми точками обрабатываемой поверхности, а лишь с точками, лежащими на траектории соответствующих рабочих точек. Каждая рабочая точка соответствует определенным множествам точек обрабатываемой поверхности. Общим геометрическим элементом инструмента и предмета обработки является уже не точка, а линия — геометрическая обра-

зующая обрабатываемой поверхности. Оборудование II класса кинематически построено проще. Стойкость инструмента и рабочих органов выше, однако надежность оборудования также не высока.

Поверхностное взаимодействие между инструментом и предметом обработки выражается в том, что результат технологического процесса определяется непосредственно действием самой рабочей поверхности. Технологически эффективными являются уже не только все точки, лежащие на определенной линии, но все точки, принадлежащие рабочей поверхности инструмента. Каждая точка рабочей поверхности вступает во взаимодействие лишь с одной, соответствующей точкой предмета обработки. Каждая рабочая точка инструмента соответствует лишь одной точке обрабатываемой поверхности. Общим геометрическим элементом предмета обработки и инструмента в процессах III класса является уже не точка и не линия, а поверхность. Для большей надежности кинематические сложные операции I и II классов почти всегда следует заменять кинематическими простыми операциями III класса. Здесь кинематика простейшая, высокая стойкость инструмента и рабочих органов, высокие стабильность и производительность.

Объемное взаимодействие между инструментом (обрабатывающей средой) и предметом обработки выражается в том, что результат процесса является результатом действия всего объема обрабатывающей среды на предмет обработки. Технологически эффективными являются все точки, заключенные в данном объеме обрабатывающей среды. Каждая точка обрабатывающей среды соответствует любой точке обрабатываемого предмета. Все точки рабочего объема технологически эффективны и равноценны. Оборудование, относящееся к IV классу, также кинематически построено просто и имеет большую стабильность, однако в производстве используется реже, чем оборудование других классов [1].

Характер пространственного взаимодействия между инструментом и предметом обработки является качественным критерием технологических процессов, т. е. различие основных свойств технологических процессов, а прежде всего свойств, существенных для выполнения этих процессов посредством машин, полностью определяется значениями основного критерия.

Оценку надежности выполняемых операций для каждого класса процессов можно дать, определив технологический путь S , представляющий собой расстояние, пройденное инструментом обработки по рабочей поверхности предмета обработки.

В статье рассмотрены формные операции для пластин 42×52 см и 140×180 см. Технологический путь вычисляется для экспонирования, проявления, промывки, гуммирования, сушки, термообработки. В офсетной печати формы на сегодняшний день изготавливают двумя самыми распространенными способами, а именно — фотомеханическим и цифровым. Основные процессы в данных способах различаются по классам выполняемых операций.

Основная часть. Скорость экспонирования зависит от мощности ламп и расстояния до пластины от лампы, но больше всего от механизма фотолито галогенида серебра в фотоэмульсии. Согласно современным представлениям, фотохимический процесс можно разделить на три этапа: начальный акт поглощения света; первичные реакции, вызываемые продуктами начального акта; вторичные реакции, вызываемые продуктами первичных реакций. Начальный акт поглощения кванта света вызывает переход электрона из валентной зоны в зону проводимости кристалла галогенида серебра. Скорость превращений определяется подвижностью междоузельного иона серебра (первичные и вторичные реакции), которая равна подвижности иона в водном растворе. Подвижность электрона в зоне проводимости в 105 раз, а подвижность дырки — в 103 раз больше подвижности иона в водном растворе. Поэтому первичные процессы протекают быстрее, чем вторичные [2].

Скорость экспонирования определяется скоростью накопления серебра. Скорость накопления серебра как функция экспозиции имеет максимум [2]. На предприятиях среднее время освещения при фотомеханическом способе обработки составляет $t_{\text{осв}} = 180$ с. По данным [2], для $t_{\text{осв}} = 180$ с скорость накопления серебра составит $v_{\text{н}} = 2 \cdot 10^{-9}$ г/см²·с. Поверхностная плотность накопленного серебра составит

$$q_S = v_{\text{н}} t_{\text{осв}} = 180 \cdot 2 \cdot 10^{-9} = 3,600 \cdot 10^{-7} \text{ г/см}^2. \quad (1)$$

Объемная плотность накопленного серебра определяется по формуле

$$q_V = \frac{q_S}{S_3}, \quad (2)$$

где S_3 — технологический путь для процессов III класса; значение плотности серебра $q_V = 10,5$ г/см³.

Таким образом, технологический путь при экспонировании фотомеханическим способом составит

$$S_3 = \frac{q_V}{q_S} = \frac{v_{\text{н}} t_{\text{осв}}}{q_V} = \frac{3,600 \cdot 10^{-7}}{10,5} = 3,430 \cdot 10^{-10} \text{ м}. \quad (3)$$

Проявления, промывка и гуммирование в фотомеханическом способе происходят по II классу. Процесс проявления длится до 2 мин, промывки — до 1 мин, гуммирования — до 1,5 мин. Скорость движения пластины в проявочной машине 0,7–2,0 м/мин (для расчетов принимали 1 м/мин = 0,016 м/с). Современные процессоры способны проявлять пластины за 30 с, промывка осуществляется за 15 с, гуммирование занимает до 1 мин. Таким образом, технологический путь составит: для проявления $S_2 = 0,490$ м, для промывки $S_2 = 0,240$ м, для гуммирования $S_2 = 0,960$ м. В данном случае технологический путь не будет зависеть от формата пластин, а будет определяться техническими характеристиками процессора.

Если проявление проходит по VI классу, то для нахождения скорости процесса необходимо найти связь оптической плотности с концентрацией серебра, которая выражается формулой

$$D_p = K c_S, \quad (4)$$

где K — постоянная, называемая кроющей способностью серебра, находится через соотношение $K = 1 / P$, где P — фотографический эквивалент, он равен $[3] 4 \cdot 10^{-4}$ г/см²; c_s — поверхностная концентрация серебра, находится по формуле

$$c_S = \frac{D_p}{K} = D_p P. \quad (5)$$

Тогда технологический путь S_4 , если принять оптическую плотность равной 3, будет

$$S_4 = \frac{c_s}{q_v} = \frac{D_p P}{q_v} = \frac{3 \cdot 4 \cdot 10^{-4}}{10,5} = 1,140 \cdot 10^{-6} \text{ м}. \quad (6)$$

Сушка в допечатных процессах относится к IV классу. Масса испарившейся воды в единицу времени с 1 м² площади [4]

$$\frac{W}{\tau F} = c \frac{MDL}{RT_n} (H - h) = G, \quad (7)$$

где $c = k \text{ Re}^n$, коэффициент испарения; M — молекулярная масса испаряемой жидкости ($\text{H}_2\text{O} = 18,016 \cdot 10^{-3}$ кг/Моль); D — коэффициент диффузии для системы воздух — водяной пар, м²/ч; L — ширина поверхности испарения в направлении, перпендикулярном направлению движения воздуха, м; R — газовая постоянная, Дж/моль·К; $T_n = 0,5(T_{\text{н.ж}} + T_c)$, температуры жидкости и окружающего воздуха соответственно, К; H — давление насыщенного пара при температуре воды, Па; h — парциальное давление пара при параметрах воздуха, Па.

Формула для определения числа Рейнольдса

$$Re = \frac{ul}{n}, \quad (8)$$

где u — скорость движения воздуха, м/с (скорость промышленных вентиляторов 2–5 м/с); l — размер поверхности испарения по направлению потока воздуха, м; n — кинематическая вязкость воздуха, м²/с ($n_{\text{воз}} = 0,014 \cdot 10^{-3}$ м²/с).

Коэффициент диффузии находится по формуле

$$D = D_0 \left(\frac{T_n}{273,15} \right)^{1,89} \frac{B_0}{B}, \quad (9)$$

где $D_0 = 0,0754$ м²/ч, водяной пар при нормальных условиях; $B_0 = 101,325$ кПа — барометрическое давление; B — давление системы, кПа.

Найдем числа Рейнольдса для пластин первого формата (42×52 см) и пластин второго формата (140×180 см):

$$Re_1 = \frac{5 \cdot 0,520}{0,014 \cdot 10^{-3}} = 185\,714;$$

$$Re_2 = \frac{5 \cdot 1,800}{0,014 \cdot 10^{-3}} = 642\,857.$$

Если Re более 20 000, то справедливо выражение

$$c = 0,85 Re^{0,76}. \quad (10)$$

Тогда

$$c_1 = 0,85 \cdot 185\,714^{0,76} = 8585;$$

$$c_2 = 0,85 \cdot 642\,857^{0,76} = 22\,059.$$

Приняв, что давление в аппарате равно атмосферному, найдем коэффициент диффузии:

$$D = 0,0754 \cdot \left(\frac{294,500}{273,150} \right)^{1,89} \cdot \frac{0,1013}{0,1013} = 0,087 \text{ м}^2/\text{ч}.$$

В специальных таблицах находятся значения давления насыщенного пара при различных температурах [5]. Давление насыщенного пара при температуре воды промывки 23°C равно $H = 2,810$ кПа. Парциальное давление пара при параметрах воздуха в помещении находится по формуле

$$h = B_0 \frac{d}{622 + d}, \quad (11)$$

где d — влагосодержание, которое при 20°C равняется 14,7 г/кг с. в.

$$h = 101,325 \frac{14,7}{622 + 14,7} = 2,339 \text{ кПа}.$$

Найдем массу испарившейся воды для пластин первого формата (42×52 см) и пластин второго формата (140×180 см) соответственно:

$$G_1 = 8585 \frac{18,016 \cdot 10^{-3} \cdot 0,087 \cdot 0,420}{8,314 \cdot 294,500} \times$$

$$\times (2,810 - 2,339) = 0,109 \cdot 10^{-2} \text{ кг/ч} \cdot \text{м}^2;$$

$$G_2 = 22059 \frac{18,016 \cdot 10^{-3} \cdot 0,087 \cdot 1,400}{8,314 \cdot 294,500} \times$$

$$\times (2,810 - 2,339) = 0,931 \cdot 10^{-2} \text{ кг/ч} \cdot \text{м}^2.$$

Массу воды W можно записать как

$$W = V \rho_{\text{пар}} = S_4 F \rho_{\text{пар}}, \quad (12)$$

где F — площадь пластины, м; $\rho_{\text{пар}}$ — плотность пара (абсолютная влажность воздуха), при 20°C и относительной влажности 60 % составит $10,4 \cdot 10^{-3}$ кг/м³.

Формулу (7) с учетом (12) можно записать

$$\frac{S_4 F \rho_{\text{пар}}}{\tau F} = G. \quad (13)$$

Тогда технологический путь для сушки пластины

$$S_4 = \frac{G \tau}{\rho_{\text{пар}}}. \quad (14)$$

Среднее время сушки на производстве по IV классу составляет около 2 мин. Технологический путь S_4 операции сушки для пластин формата 42×52 см и 140×180 составит

$$S_{41} = \frac{0,109 \cdot 10^{-2} \cdot 0,033}{10,4 \cdot 10^{-3}} = 0,346 \cdot 10^{-2} \text{ м};$$

$$S_{42} = \frac{0,931 \cdot 10^{-2} \cdot 0,033}{10,4 \cdot 10^{-3}} = 2,956 \cdot 10^{-2} \text{ м}.$$

Если рассмотреть цифровой способ изготовления форм, то отличие будет в процессе экспонирования и термообработки. Экспонирование в данном случае осуществляется по I классу. Размер пятна в современных СтР устройствах 5–25 мкм. В современных экспонирующих модулях СтР существуют устройства для формирования одновременно более 200 параллельных лучей. Если размер записывающего пятна будет 18 мкм и устройство формирует 512 лучей, то технологический путь экспонирования составит $S_1 = 23,698$ м для первой пластины и $S_1 = 273,438$ м — для второй. В данном случае технологический путь будет зависеть от размера экспонирующего пятна и формата пластины.

Расчетные значения технологического пути

Класс	Экспонирование	Проявление	Промывка	Гуммирование	Сушка	Термообработка
I	23,698 273,438	—	—	—	—	—
II	—	0,490	0,240	0,960	—	—
III	$3,430 \cdot 10^{-10}$	—	—	—	6,000	1,500
IV	—	$1,140 \cdot 10^{-6}$	—	—	$0,346 \cdot 10^{-2}$ $2,956 \cdot 10^{-2}$	—

В СтР агрегатах применяются форсированные воздушные сушки по III классу, работающие при температуре 80°C. В таких сушилках пластина движется со скоростью 1,6–2,5 м/мин 1–5 мин. Тогда технологический путь S3 составит 6 м.

Термообработку по III классу осуществляют на поточных транспортерах, движущихся со скоростью 0,4–0,6 м/мин. Время термообработки составляет в среднем 3 мин. Технологический путь S3 для пластин будет 1,5 м. В данном случае значение формата пластины не влияет на расчеты, учитывается только ширина полосы загрузки пластин в транспортере. При термообработке скорость затвердевания полимера зависит от скорости испарения растворителя с поверхности и скорости его диффузии. Перед термообработкой наносится специальный защитный коллоид типа «экран». Термообработка по IV классу используется редко в связи с печатью на сегодняшний день заказов до 1 млн экземпляров.

Все остальные операции для изготовления форм цифровым способом схожи с фотохимическими, расчеты для которых приведены выше.

В таблице представлены значения технологического пути для всех классов процессов.

Вывод. Технологический путь должен уменьшаться от I к IV классу процессов, а интенсивность отказов уменьшается с уменьшением технологического пути обработки предмета [6]. Так, в экспонировании по I классу технологический путь больше чем по III классу. Проявление имеет больший технологический путь по II классу, а если его проводить по IV классу, то технологический путь значительно уменьшается. Такую же закономерность можно проследить в операции сушки. По таблице можно сделать вывод, что надежность оборудования и операций выше для IV класса процессов и будет уменьшаться в сторону I класса. Для надежного изготовления печатных форм выгоднее устанавливать допечатное оборудование с экспонированием и сушкой, работающими по IV классу.

Литература

1. Кошкин Л. Н. Роторные и роторно-конвейерные линии. М.: Машиностроение, 1986. 354 с.
2. Поддымов В. П. Термодинамика и кинетика фотографического процесса. Свердловск: УрО АН СССР, 1989. 111 с.
3. Шашлов Б. А. Теория фотографических процессов. М.: МГАП «Мир книги», 1993. 311 с.
4. Лыков А. В. Теория сушки. М.: Энергия, 1968. 472 с.
5. Справочные таблицы: химический блок [Электронный ресурс]. Москва, 2016. Режим доступа: <http://www.fptl.ru/spravo4nik/davlenie-vodyanogo-para.html>. Дата доступа: 13.03.2016.
6. Голуб Н. С., Кулак М. И. Класс технологического процесса как основа оценки надежности выполнения технологических операций: 80-я научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием): Издательское дело и полиграфия: тезисы 80-й науч.-техн. конференции. Минск, БГТУ, 2016. С. 46.

References

1. Koshkin L. N. *Rotornye i rotorno-konveyernye linii* [The rotor and rotor-conveyor lines]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1986. 354 p.
2. Poddymov V. P. *Termodinamika i kinetika fotograficheskogo protsesssa* [Thermodynamics and kinetics of the photographic process]. Sverdlovsk, UrO AN SSSR Publ., 1989. 111 p.
3. Shashlov B. A. *Teoriya fotograficheskikh protsessov* [The theory of the photographic process]. Moscow, MGAP «Mir knigi» Publ., 1993. 311 p.
4. Lykov A. V. *Teoriya sushki* [Drying theory]. Moscow, Energiya Publ., 1968. 472 p.

5. *Spravochnyye tablitsy: khimicheskiy blok* [Reference tables: chemical unit]. Available at: <http://www.fptl.ru/spravo4nik/davlenie-vodyanogo-para.html> (accessed 13.03.2016).

6. Golub N. S., Kulak M. I. [The class of the process as a basis for evaluating the reliability of technological operations]. *80-ya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauchnykh sotrudnikov i aspirantov (s mezhdunarodnym uchastiyem) («Izdatel'skoye delo i poligrafiya»)* [Abstracts of the 80th Scientific Conference of the faculty, researchers and graduate students (with international participation) (“Publishing and printing”)]. Minsk, BGTU, 2016, p. 46 (In Russian).

Информация об авторах

Голуб Надежда Сергеевна — аспирант кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: golubok.358-01@mail.ru

Кулак Михаил Иосифович — доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: kulak-mi@tut.by

Information about the authors

Golub Nadezhda Sergeevna — PhD student, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: golubok.358-01@mail.ru

Kulak Mikhail Iosifovich — DSc (Physics and Mathematics), Professor, Head of the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kulak-mi@tut.by

Поступила 20.05.2016

УДК 637.028

Е. А. Коротыш, Н. Э. Трусевич

Белорусский государственный технологический университет

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕДЕЛЬНОЙ И СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ОПЕРАТОРОВ В ПОЛИГРАФИЧЕСКОМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Работоспособность на производстве в определенной степени зависит от свойств личности работника, типологической особенности нервной системы и его темперамента. Наряду с этим на нее влияют новизна выполняемой работы, интерес к ней, установка на выполнение определенного конкретного задания, информация и оценка результатов по ходу выполнения работы, усидчивость, аккуратность и т. п. Под влиянием трудовой деятельности работоспособность претерпевает изменения, которые отчетливо наблюдаются в течение дня, недели, года в целом.

В работе проведено исследование динамики изменения работоспособности в зависимости от ее временных параметров (рабочая неделя, год). В основу данного исследования были положены сведения об ошибках персонала, зафиксированные в журналах учета технического состояния, техобслуживания и ремонтов оборудования, а также в техническом журнале контроля качества печатных форм. Данные позволили построить графики, отражающие интенсивность отказов оборудования по вине персонала в течение рабочей недели и в течение года. График интенсивности отказов оборудования по вине персонала в течение рабочей недели подтверждает, что во вторник – четверг наблюдается наибольшая работоспособность.

Результаты исследования количественно подтверждают известное теоретическое положение, что для недельной динамики работоспособности сотрудников типографии характерно максимальное снижение отказов по вине персонала один раз, как правило, в среду, а для годовой — дважды в течение года. Данные закономерности имеют большое значение для планирования мероприятий по оптимизации условий труда и отдыха персонала.

Ключевые слова: работоспособность, рабочая неделя, отказ оборудования, персонал, технологическая операция, период.

Ye. A. Korotysh, N. E. Trusevich

Belarusian State Technological University

MODELING WEEKLY AND SEASONAL DYNAMICS OF PERFORMANCE OF OPERATORS IN THE PROCESS OF PRINTING TECHNOLOGY

Working capacity on production to some extent depends on properties of the identity of the worker's personality, typological feature of nervous system and their temperament. Along with this, the novelty of the work performed, interest in it, aiming at the fulfilment of a certain specific task, information and assessment of the results while doing the work, assiduity, accuracy, etc. influence it. Under the influence of a labor activity working capacity undergoes changes which are distinctly observed during the day, weeks, years in general.

The analysis was performed in the dynamics of working capacity change depending on its temporary parameters (business week, year). The given research is based on the data of human errors fixed in registers of technical condition, maintenance and repairs of the equipment as well as in the technical register of quality control of printing forms. The data allowed to make the diagram reflecting failure rate of the equipment because of personnel during business week and within a year. The diagram of equipment failures because of personnel during the business week confirms, the fact that on Tuesday-Thursday the greatest working capacity is observed.

The results of the research confirm quantitatively the known abstract theorem that for the week dynamics of the staff efficiency of print shop the maximum decrease in refusals through personnel's fault is typical as a rule, on Wednesday, but annually — twice within a year. These regularities are of great importance for planning of actions for optimization of working conditions and rest of the personnel.

Key words: working capacity, working week, failure of equipment, staff, the manufacturing operation, period.

Введение. Человек, как звено любой системы, безусловно, влияет на показатели надежности и эффективности технологической системы

в целом и ее отдельных подсистем и задач. Методология оценки влияния человеческого фактора на работу системы должна учитывать

влияние ошибок персонала на ее надежность, а также психологические особенности человека как звена системы. Таким образом, отсутствие информации об изменении работоспособности сотрудников при проведении исследований по надежности снижает точность получаемого результата.

Работоспособность определяется как способность человека к выполнению конкретной умственной деятельности в рамках заданных временных лимитов и параметров эффективности. Основу работоспособности составляют специальные знания, умения, навыки, а также определенные психофизические особенности, например, память, внимание, мышление и т. д.; физиологические: состояние дыхательной, сердечно-сосудистой, мышечной, эндокринной и других систем; физические: уровень развития выносливости, силы, быстроты движений и др.: совокупность специальных качеств, необходимых в конкретной деятельности. Работоспособность зависит от возможностей человека, адекватных уровню мотивации и поставленной цели. Работоспособность на производстве в определенной степени зависит от свойств личности работника, типологической особенности нервной системы и его темперамента. Наряду с этим на нее влияют новизна выполняемой работы, интерес к ней, установка на выполнение определенного конкретного задания, информация и оценка результатов по ходу выполнения работы, усидчивость, аккуратность и т. п. Под влиянием трудовой деятельности работоспособность претерпевает изменения, которые отчетливо наблюдаются в течение дня, недели, года в целом [1].

Динамика работоспособности в недельном цикле характеризуется последовательной сменной периода вработывания в начале недели (понедельник), что связано с вхождением в привычный режим работы после отдыха в выходной день. В середине недели (вторник – четверг) наблюдается период устойчивой, высокой работоспособности. К концу недели (пятница, суббота) отмечается процесс ее снижения. В некоторых случаях в субботу наблюдается подъем работоспособности, что объясняется явлением «конечного порыва» [2].

Целью работы является исследование недельной и сезонной динамики работоспособности сотрудников полиграфических предприятий. В основу данного исследования были положены сведения об ошибках персонала, зафиксированные в журналах учета технического состояния, техобслуживания и ремонтов оборудования, а также в техническом журнале контроля качества печатных форм. Использовались данные с 2004 по 2010 г., полученные

на Минской фабрике цветной печати. В ходе исследования были проанализированы статистические данные об отказах оборудования и найдены интенсивности отказов по дням недели в течение исследуемого периода. Зависимость средней интенсивности отказов оборудования по вине персонала в течение рабочей недели представлена на рис. 1

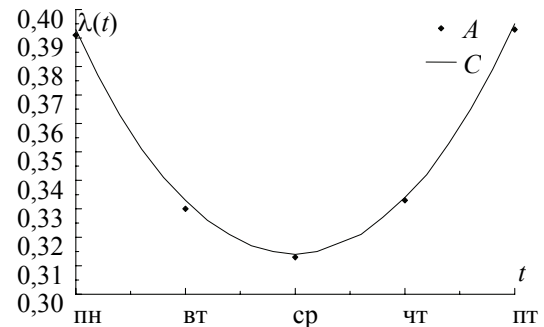


Рис. 1. Средняя интенсивность отказов оборудования по вине персонала в течение рабочей недели за 2004–2010 гг.:

A — статистические данные;
C — теоретическая зависимость

Зависимость изменения интенсивности отказов в течение рабочей недели, построенная на основе данных об ошибках персонала, может быть описана функцией:

$$\lambda(t) = \frac{A}{(1 + 10^{a-bt})^2 \cdot 10^{a-bt} b \ln(10)}, \quad (1)$$

где $\lambda(t)$ — интенсивность отказов оборудования; A — асимптота; a, b — коэффициенты; t — время. Методика расчета изложена в литературе [3].

Значения коэффициентов представлены в табл. 1.

Таблица 1
Значения коэффициентов для недельной динамики работоспособности

Год	A	a	b
2004	0,017	0,305	0,083
2005	0,005	1,290	0,105
2006	0,039	0,635	0,223
2007	0,046	0,719	0,267
2008	0,037	0,794	0,22
2009	0,021	0,726	0,148
2010	0,017	0,305	0,083

Коэффициент A — это асимптота, максимум по расчетам наблюдается в 2007 г., что касается коэффициента a, то он растет медленно, коэффициент b отвечает за кинетику (скорость) и также имеет максимум в 2007 г. Данный

характер изменения коэффициентов (максимальное значение в 2007 г.) может быть связан с большими заказами в этот период.

Типичная кривая недельной работоспособности изменяется, если вступает в силу фактор нервно-эмоционального напряжения, сопровождающего работу на протяжении ряда дней. В последующие дни недели обычные рабочие нагрузки воспринимаются как легкие; нервно-эмоциональные напряжения эффективно стимулировали восстановление работоспособности с появлением в субботу фазы суперкомпенсации.

Если рассматривать в качестве периода наблюдений год, то его начало сопровождается периодом вработывания, продолжительностью 1,5–2,5 недели. В дальнейшем изменение работоспособности до середины апреля характеризуется высоким уровнем устойчивости. В апреле наблюдаются признаки снижения работоспособности, обусловленные кумулятивным эффектом многих негативных факторов жизнедеятельности, накопленных за рабочий период. Процесс восстановления происходит в первые 12 дней отпуска. На рис. 2 по месяцам представлен теоретический график, отражающий работоспособность в течение года.

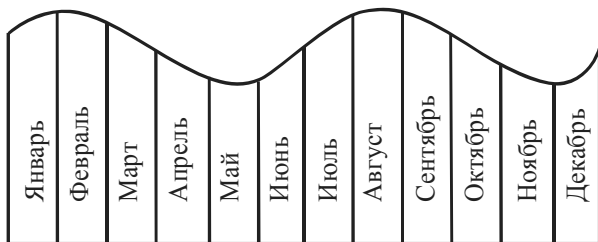


Рис. 2. Сезонное изменение работоспособности персонала

После отпуска процесс полноценной реализации трудовых возможностей затягивается до 3–3,5 недель (период вработывания), сопровождаемый постепенным повышением уровня работоспособности. Затем следует период устойчивой работоспособности длительностью 2,5 месяца. В декабре, когда наступает период написания различных годовых отчетов, а также выполнения планов, ежедневная нагрузка увеличивается, соответственно работоспособность начинает снижаться. В период зимних праздников работоспособность восстанавливается к исходному уровню, а если отдых сопровождается активными занятиями физической культурой и спортом, наблюдается явление сверхвосстановления работоспособности.

В ходе исследования были проанализированы статистические данные об отказах оборудования и найдены интенсивности отказов по месяцам в течение исследуемого периода. Далее

был построен график средней интенсивности отказов по месяцам за 2004–2010 гг., представленный на рис. 3. График построен на основе сведений об отказах оборудования, зафиксированных в журналах учета технического состояния, техобслуживания и ремонта оборудования, а также в техническом журнале контроля качества печатных форм. Из графика следует, что чем больше значение интенсивности отказов, тем ниже работоспособность. Таким образом, можно сделать вывод, что график работоспособности будет зеркален графику, представленному на рис. 3.

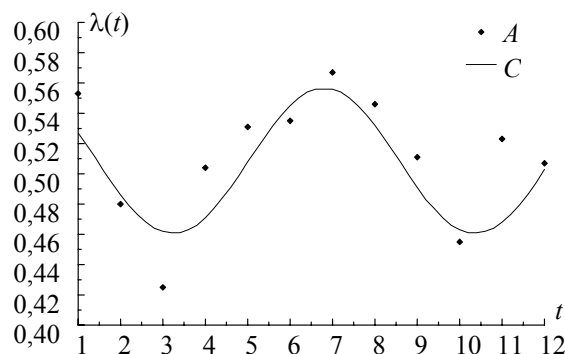


Рис. 3. Средняя интенсивность отказов оборудования по вине ошибок персонала в течение года за 2004–2010 гг.:
A — статистические данные;
C — теоретическая зависимость

Зависимость изменения интенсивности отказов в течение года, построенная на основе данных об ошибках персонала, может быть описана функцией:

$$\lambda(t) = b_0 \cdot \sin(b_1 \cdot t + b_2) + \frac{\lambda_{\max} + \lambda_{\min}}{2}, \quad (2)$$

где b_0 — амплитуда; b_1 — частота; b_2 — фаза; λ_{\max} — максимальное значение интенсивности отказов оборудования; λ_{\min} — минимальное значение интенсивности отказов оборудования.

Коэффициенты аппроксимации для сезонной динамики работоспособности представлены в табл. 2.

Таблица 2

Значения коэффициентов для сезонной динамики работоспособности

Год	b_0	b_1	b_2
2004	0,035	0,994	-0,878
2005	0,066	0,85	2,548
2006	0,228	0,813	0,609
2007	0,072	0,872	3,557
2008	0,198	0,885	1,956
2009	0,183	0,622	1,761
2010	0,064	0,789	2,689

Максимальное изменение амплитуды (b_0) сезонной динамики приходится на 2007–2008 гг., частота колебаний интенсивности отказов (b_1) уменьшается, что может свидетельствовать о повышении квалификации оператора. Сдвиг по фазе (b_2) происходит вправо, что свидетельствует о смещении зимнего максимума на весну, а осеннего на зиму. Это может быть связано с изменением характера структуры заказов.

Динамика работоспособности в течение года характеризуется последовательной сменой периода вработывания в начале, периодом устойчивой, высокой работоспособности и периодом ее снижения. Однако после периода, сопровождавшегося повышенными значениями интенсивности отказов, начинается уменьшение, так как следует период устойчивой рабо-

тоспособности. Кривая работоспособности может измениться, если на производство поступали тяжелые заказы, требующие особого внимания, или же было много заказов, тогда в силу вступает фактор нервно-эмоционального напряжения. В результате происходит стимулирование восстановления работоспособности.

Заключение. Результаты исследования количественно подтверждают известное теоретическое положение, что для недельной динамики работоспособности сотрудников типографии характерно максимальное снижение отказов по вине персонала один раз, как правило, в среду, а для годовой — дважды в течение года. Установленные количественные закономерности могут быть использованы для планирования мероприятий по оптимизации условий труда и отдыха персонала.

Литература

1. Куликов В. М. Физическая культура в научной организации труда. Гродно: Гродненский гос. аграрный ун-т, 2008. 44 с.
2. Динамика работоспособности студентов в учебном году и факторы, ее определяющие [Электронный ресурс] / Cool4Student.ru. Москва, 2009. URL: <http://www.cool4student.ru/node/2286> (дата обращения: 20.04.2016).
3. Кулак М. И., Ничипорович С. А., Трусевич Н. Э. Фазовые траектории жизненных циклов в экономике // Доклады НАН Беларуси. 2011. Т. 55, № 2. С. 117–124.

References

1. Kulikov V. M. *Fizicheskaya kul'tura v nauchnoy organizatsii truda* [Physical culture in the scientific organization of labor]. Grodno, Grodnenskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet Publ., 2008, 44 p.
2. *Dinamika rabotosposobnosti studentov v uchebnom godu i factory, eye opredelyayushchie* [Dynamics performance of students in the academic year and its determining factors]. Available at: <http://www.cool4student.ru/node/2286> (accessed: 20.04.2016).
3. Kulak M. I., Nichiporovich S. A., Trusevich N. E. Phase trajectories of life cycles in the economy. *Doklady NAN Belarusi* [Reports of national academy of Sciences of Belarus], 2011, vol. 55, no. 2, pp. 117–124 (In Russian).

Информация об авторах

Коротыш Елена Андреевна — магистр технических наук, аспирант кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: elena_yanec@mail.ru

Трусевич Надежда Эдуардовна — кандидат экономических наук, доцент кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: trusevich@belstu.by

Information about the authors

Korotysh Yelena Andreyevna — Master of Engineering, Phd student, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: elena_yanec@mail.ru

Trusevich Nadezhda Eduardovna — PhD (Economics), Assistant Professor, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: trusevich@belstu.by

Поступила 11.03.2016

ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ

УДК 658:655

Н. Э. Трусевич, Е. П. Бабурко, М. И. Кулак

Белорусский государственный технологический университет

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ СИСТЕМНОСТИ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СТРУКТУР УПРАВЛЕНИЯ

Статья посвящена сравнительному анализу с использованием оценок сложностей системы в иерархических организационных структурах управления. Приведены различные иерархические структуры управления с разным числом заместителей директора и подчиненных им управленческих подразделений. Произведен выбор оптимальной структуры из представленного ряда возможных путем сравнения количественных характеристик структуры аппарата управления.

Определены системная, собственная и взаимная сложности, а также сопряженные коэффициенты для каждой приведенной организационной структуры управления. Рассчитано количество информации, характеризующей схему управления, по формуле Хартли. Определены коэффициенты эмерджентности Хартли и эмерджентности Шеннона, составлено соотношение, при расчете которого учитывается относительная информация, т. е. информация, приходящаяся на один базовый или структурный элемент. Предложена модификация формулы Хартли, которая позволит количественно сравнивать схемы управления с одинаковым количеством уровней иерархии и звеньев на них. Исследованы фрактальные свойства организационных структур.

Количественная оценка дает возможность для заданного количества элементов разрабатывать структуры с максимальным уровнем системности. Результаты могут быть использованы для повышения работоспособности предприятия за счет нахождения оптимального расположения звеньев структуры и иерархических связей между ними. Методика исследования может быть применена для других организационных структур управления.

Ключевые слова: иерархическая структура, система управления, сравнительный анализ, теория информации, формула Хартли, формула Шеннона, коэффициент эмерджентности, структурный уровень.

N. E. Trusevich, Ye. P. Baburko, M. I. Kulak

Belarusian State Technological University

QUANTITATIVE ASSESSMENT OF SYSTEMIC ORGANIZATIONAL STRUCTURES OF MANAGEMENT

The article covers a comparative analysis with the use of the system complexity ratings in hierarchical organizational structures of management. Different hierarchical management structures with a different number of deputy directors and their subordinate administrative units are considered. The decision of the optimal structure from the presented possible ones was made by comparing the quantitative characteristics of the management apparatus structure. System, proper and mutual difficulties are determined as well as associated factors for each given organizational management structure. The amount of information describing control scheme is calculated according to Hartley formula.

The coefficients of Hartley and Shannon emergence are determined as well as the ratio is made, the calculation of which the relative information is taken into account, i. e. the information that comes to one base or structural element. A modification of Hartley formula, which will allow to quantitatively compare quantitatively the control scheme with the same number of hierarchic levels and links on them. Fractal properties of organizational structures have been studied.

Quantitative evaluation allows for a given number of elements to design the structure with the highest level of the systemacy. The results can be used to enhance the performance of the enterprise

by finding the optimal location of the units of the structure and hierarchical relationships between them. Research methodology can be applied for other organizational structures of management.

Key words: hierarchical structure, control system, comparative analysis, information theory, Hartley formula, Shannon formula, emergence rate, structural level.

Введение. Иерархические структуры получили наиболее широкое распространение при проектировании систем управления. При этом они могут отличаться количеством звеньев управления, числом уровней иерархии, нормой управляемости и т. д. Выбор оптимальной структуры из ряда возможных должен базироваться на сравнении количественных характеристик структуры аппарата управления.

Основная часть. Сложность системы управления можно охарактеризовать следующими параметрами (сложностями): системной C_c ; собственной C_o и взаимной C_b .

Системная сложность определяется по формуле [1]

$$C_c = \log_2 n_M, \quad (1)$$

где n_M — количество звеньев управления на нижнем уровне; M — количество уровней в системе управления.

Собственная сложность определяется по формуле [2]

$$C_o = \sum_{i=1}^N \log_2 \lambda_i, \quad (2)$$

где N — количество звеньев в системе управления; λ_i — норма управляемости некоторого звена i .

Соотношение, определяющее взаимосвязь системной, собственной и взаимной сложности системы [1],

$$C_c = C_o + C_b. \quad (3)$$

Системная сложность C_c представляет собой суммарную сложность (содержание) элементов системы вне связи их между собой (в случае прагматической информации — суммарную сложность элементов, влияющих на достижение цели). Собственная сложность C_o представляет содержание системы как целого (например, сложность ее использования). Взаимная сложность C_b характеризует степень взаимосвязи элементов в системе (т. е. сложность ее устройства, схемы, структуры) [1].

При различной сложности элементов сравнительный анализ с использованием оценок C может дать неверный результат. Поэтому пользуются относительными характеристиками, приведенными к собственной сложности.

Разделив члены выражения (3) на C_o , получим два сопряженных коэффициента:

$$\alpha = -C_b / C_o; \quad (4)$$

$$\beta = C_c / C_o, \quad (5)$$

где $\beta = 1 - \alpha$.

Коэффициент α характеризует степень целостности, связности, взаимозависимости элементов системы. Для организационных структур величина α может быть интерпретирована как характеристика устойчивости, управляемости, степени централизации управления.

Коэффициент β характеризует самостоятельность, автономность частей в целом, степень использования возможностей элементов. Для организационных структур β можно назвать коэффициентом использования элементов в системе.

Знак минус в выражении (4) введен для того, чтобы значение α было положительным, поскольку C_b в устойчивых системах, для которых характерно $C_o > C_c$, формально имеет отрицательный знак. Связанное (остающееся как бы внутри системы) содержание C_b характеризует работу системы на себя, а не на выполнение стоящей перед ней цели (чем и объясняется отрицательный знак C_b).

Последнее важно учитывать при формировании организационных структур управления. Проведем сравнительный анализ иерархических структур (рис. 1), которые могут отображать варианты организационной структуры системы управления, включающие разное число заместителей директора (второй сверху уровень иерархии) и подчиненных им управленческих подразделений.

Сопоставив структуры с использованием расчетов приведенных коэффициентов, можно сделать следующие выводы. Если рассматривается организационная структура предприятия, то α можно трактовать как устойчивость системы, степень сохранения ее целостности, а оценку β — как коэффициент использования возможностей элементов, их свободу. Иными словами, увеличение β можно трактовать как децентрализацию управления, а α как степень централизации управления. Тогда при стремлении к демократизации, децентрализации управления, к более эффективному использованию возможностей сотрудников или структурных подразделений, предоставлению им большей самостоятельности следует выбрать структуру, приведенную на рис. 1, *г*. А при стремлении сохранить целостность предприятия, усилить централизованное управление следует отдать предпочтение структурам, приведенным на рис. 1, *а*, из трехуровневых структур — рис. 1, *в*.

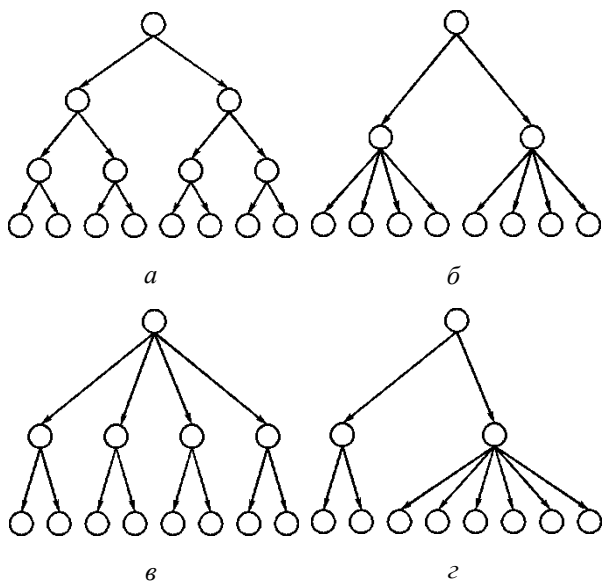


Рис. 1. Иерархические организационные структуры управления:

a — схема 1: $M = 4, \lambda = 2$; *б* — схема 2: $M = 3, \lambda_1 = 2, \lambda_2 = 4$; *в* — схема 3: $M = 3, \lambda_1 = 4, \lambda_2 = 2$; *г* — схема 4: $M = 3, \lambda_1 = 2, \lambda_2^1 = 2, \lambda_2^2 = 6$

Количество информации I_X , характеризующей схему управления, определяется по классической формуле Хартли [3]:

$$I_X = \log_2 n_M. \tag{6}$$

В работе [3] предложено системное обобщение классической формулы Хартли (6):

$$I_{XЛ} = \log_2 n_M^\phi = \log_2 \sum_{m=1}^M C_{n_M}^{n_m}, \tag{7}$$

где ϕ — коэффициент эмерджентности Хартли, характеризующий уровень системной организации структуры; m — текущий уровень в системе управления; n_m — количество звеньев на уровне m ; $C_{n_M}^{n_m}$ — число сочетаний из n_M по n_m .

Результаты расчета количества информации, характеризующей схему управления, по формуле (7), приведены в таблице. Показано, что $I_{XЛ}$ зависит от количества уровней в системе управления. Однако для схем, различных по структуре, но имеющих одинаковое количество звеньев на уровнях (рис. 1, *б*, *г*), показатель $I_{XЛ}$ одинаков. Таким образом, показатель в виде (7) не в полной мере характеризует структуру схем управления.

Для исправления данного недостатка необходимо модифицировать формулу (7):

$$I_{XМ} = \log_2 \left[n_M + \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{n_m} C_{n_M}^{\lambda_{m_i}} \right]. \tag{8}$$

Учитывая (6) и (8), получим следующее выражение для коэффициента эмерджентности Хартли:

$$\phi = \frac{\log_2 \left[n_M + \sum_{m=1}^M \sum_{i=1}^{n_m} C_{n_M}^{\lambda_{m_i}} \right]}{\log_2 n_M}. \tag{9}$$

Результаты расчетов по (6)–(9) приведены в таблице.

В 1948 году Клодом Шенноном предложена ставшая классической формула для измерения суммарного количества информации, содержащейся в последовательности из n_M символов, каждый из которых встречается в последовательности n_i раз. Она имеет вид [4]

$$I = - \sum_{i=1}^{n_M} p_i \log(p_i), \tag{10}$$

где p_i — вероятность появления элемента на нижнем (базовом) структурном уровне.

Параметры иерархических структур управления

Параметр	Схема 1	Схема 2	Схема 3	Схема 4
N	15	11	13	11
$C_{\text{с}}$, бит	3,000	3,000	3,000	3,000
$C_{\text{о}}$, бит	7,000	5,000	6,000	4,700
$C_{\text{в}}$, бит	-4,000	-2,000	-3,000	-1,700
α	0,571	0,400	0,500	0,362
β	0,429	0,600	0,500	0,638
I_X , бит	3,000	3,000	3,000	3,000
$I_{XЛ}$, бит	6,741	5,209	6,304	5,209
$I_{XМ}$, бит	8,741	8,644	8,484	8,304
ϕ	2,914	2,881	2,828	2,768
E_S	6,279	3,782	4,074	3,782
D	1,234	1,797	1,904	1,797

Если события появления символа равновероятны, то p_i вычисляется по формуле

$$p_i = 1 / n_i. \tag{11}$$

С учетом (11) формула (10) приводится к виду

$$I = \log(n_M). \tag{12}$$

Поскольку (12) и (6) совпадают, то это является указанием на то, что формула Хартли является частным случаем формулы Шеннона (10) [4].

В работе [5] предложено системное обобщение формулы Шеннона, которое позволяет учитывать не только количество элементов на базовом структурном уровне, но и систему их организации на более высоких уровнях. Обобщенная формула имеет вид

$$I_S = \sum_{u=1}^M \log \left(\sum_{i=1}^{n_u} n_i^u \right). \tag{13}$$

По аналогии с коэффициентом эмерджентности Хартли в работе [5] предложен коэффициент

эмерджентности Шеннона E_S . Он представляет собой отношение (13) к (12). Но при его расчете учитывается относительная информация, т. е. информация, приходящаяся на один базовый или структурный элемент. Окончательная формула имеет следующий вид:

$$E_S = \frac{\frac{1}{N} \log(N) + \sum_{u=1}^M \frac{1}{\sum_{i=1}^{n_u} n_i^u} \log(\sum_{i=1}^{n_u} n_i^u)}{\frac{1}{N} \log(N)}. \quad (14)$$

Результаты расчета E_S приведены в таблице.

Организационная структура может быть представлена как фрактальный кластер [2]. В этом случае количество уровней в системе управления M и количество звеньев N связаны между собой формулой

$$N = \left(\frac{M}{a}\right)^D, \quad (15)$$

где D — фрактальная размерность структуры; a — используемый масштаб. Из условия $N = 1$ и $M = 1$ следует, что $a = 1$.

Результаты расчета D по формуле (15) для схем на рис. 1 приведены в таблице. Показано, что во всех случаях величина D находится в диапазоне $1 < D < 2$. Для схемы на рис. 1, a , она ближе к 1, а для остальных — к 2. Зависимость фрактальной размерности линейных организационных структур от количества уровней и нормы управляемости приведена на рис. 2.

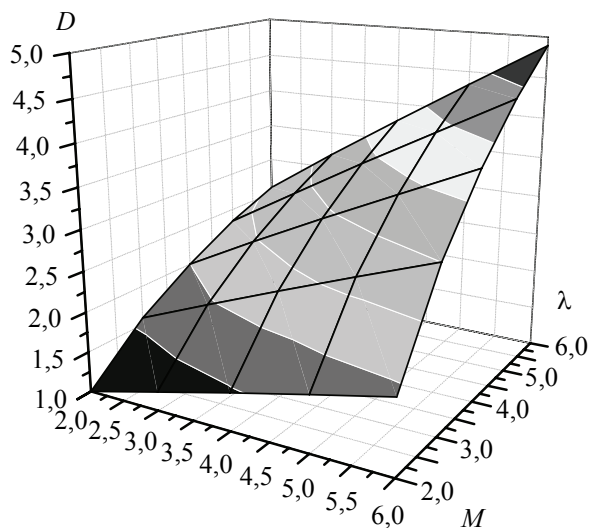


Рис. 2. Зависимость фрактальной размерности линейных организационных структур от количества уровней и нормы управляемости

При увеличении нормы управляемости и количества уровней фрактальная размерность возрастает от 1 до 4,895. Значение $D = 1$ соответ-

ствует вырождению кластера в линию. Для схем с $\lambda = 3D$ находится в диапазоне $1,585 < D < 3,001$. Схемы (кластеры) могут быть плоскими вплоть до трехмерных. Для схем с $\lambda = 4$ и выше D может быть больше 3, т. е. схема представляет собой гиперкластер.

Зависимость фрактальной размерности линейных организационных структур от количества уровней с распределенной нормой управляемости приведена на рис. 3. При увеличении λ от 2 до 6 D растет от 1 до 3,496. При уменьшении λ от 6 до 2 D растет не столь заметно.

Зависимость фрактальной размерности для трехуровневых функциональных организационных структур от нормы управляемости приведена на рис. 4. Показано, что изменение нормы управляемости на нижнем уровне оказывает более существенное влияние на D , чем на среднем.

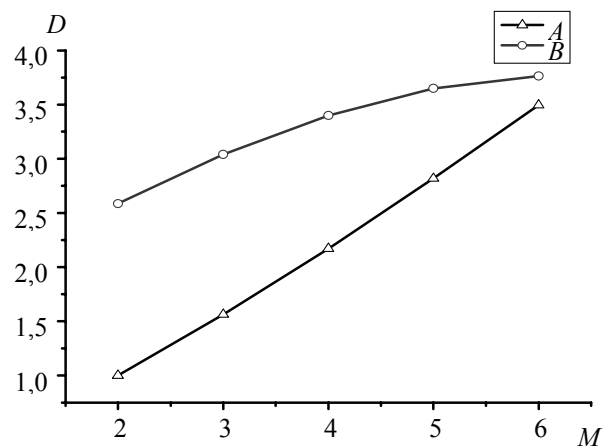


Рис. 3. Зависимость фрактальной размерности линейных организационных структур от количества уровней с распределенной нормой управляемости: A — при увеличении λ от 2 до 6; B — при уменьшении λ от 6 до 2

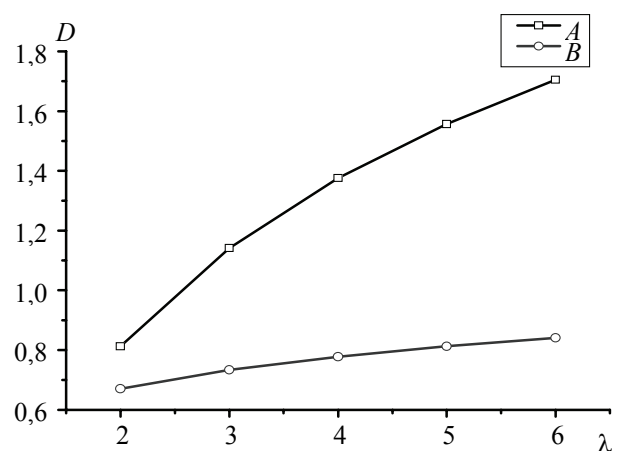


Рис. 4. Зависимость фрактальной размерности для трехуровневых функциональных организационных структур от нормы управляемости: A — в зависимости от λ на нижнем уровне; B — в зависимости от λ на втором уровне

Заключение. Таким образом, предлагаемая модификация формулы Хартли (8) позволяет количественно сравнивать схемы управления с одинаковым количеством уровней иерархии и звеньев на них. Как показано в таблице, $I_{ХМ}$ для всех схем имеет разные значения.

Коэффициент эмерджентности Хартли ϕ характеризует уровень системной организации структуры. У схемы с $M=4\phi$ больше, чем у

схем с $M=3$. Для схем с $M=3$ он имеет наибольшее значение для схемы 2. С практической точки зрения (9) дает возможность для заданного количества элементов разрабатывать структуры с максимальным уровнем системности.

Установлено, что фрактальная размерность линейных и функциональных организационных структур изменяется от 0,671 до 4,895 и зависит от количества уровней и нормы управляемости.

Литература

1. Волкова В. Н., Денисов А. А. Основы теории систем и системного анализа. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2003. 520 с.
2. Кулак М. И., Ничипорович С. А., Медяк Д. М. Методы теории фракталов в технологической механике и процессах управления: полиграфические материалы и процессы. Минск: Белорусская наука, 2007. 419 с.
3. Луценко Е. В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами. Краснодар: КубГАУ, 2002. 605 с.
4. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. 830 с.
5. Луценко Е. В. Количественная оценка уровня системности на основе меры информации К. Шеннона (конструирование коэффициента эмерджентности Шеннона) // Научный журнал КубГАУ, 2012, № 79 (05). С. 1–57.

References

1. Volkova V. N., Denisov A. A. *Osnovy teorii sistem i sistemnogo analiza* [Basics of theory and systems analysis]. St. Petersburg, Izd-vo SPbGPU Publ., 2003. 520 p.
2. Kulak M. I., Nychiporovich S. A., Medyak D. M. *Metody teorii fraktalov v tekhnologicheskoy mekhanike i processakh upravleniya: poligraficheskiye materialy i protsessy* [Methods of fractal theory in the process mechanics and control processes: printing materials and processes]. Minsk, Belorusskaya nauka Publ., 2007. 419 p.
3. Lucenko E. V. *Avtomatizirovannyi sistemno-kognitivnyy analiz v upravlenii aktivnymi obyektami* [An automated system-cognitive analysis in the management of active objects]. Krasnodar, KubGAU Publ., 2002. 605 p.
4. Shannon K. *Raboty po teorii informatsii i kibernetike* [Work on information theory and cybernetics]. Moscow, Izd-vo inostrannoy literatury Publ., 1963. 830 p.
5. Lucenko E. V. Quantification of level of a system, based on information measures of K. Shannon (building rate of emergence of Shannon). *Nauchnyj zhurnal KubGAU* [Scientific journal of the KubSAU], 2012, no. 79 (05), pp. 1–57.

Информация об авторах

Трусевиц Надежда Эдуардовна — кандидат экономических наук, доцент кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: trusevich@belstu.by

Бабурко Екатерина Павловна — магистрант кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: lagutina@belstu.by

Кулак Михаил Иосифович — доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: kulak_mi@tut.by

Information about the authors

Trusevich Nadezhda Eduardovna — PhD (Economics), Assistant Professor, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: trusevich@belstu.by

Baburko Yekaterina Pavlovna — Master's degree student, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: baburko@belstu.by

Kulak Mikhail Iosifovich – DSc (Physics and Mathematics), Professor, Head of the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kulak_mi@tut.by

Поступила 18.08.2016

ПЕЧАТЬ В ЦЕЛОМ. КНИГОВЕДЕНИЕ

УДК 811.161.31'35

У. І. Куліковіч

Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт

АКТУАЛЬНАСЦЬ СТВАРЭННЯ АРФАГРАФІЧНАГА СЛОЎНІКА «УЖЫВАННЕ І НАПІСАННЕ ПРЫСТАВАК / ЧАСЦІЦ НЕ (НЯ), НІ (АНІ)»

Акрэсліваюцца асноўныя фактары, якія прадвызначылі актуальнасць стварэння першага спецыялізаванага арфаграфічнага даведніка для работнікаў друку па правярцы напісанняў прыставак/часціц *не (ня)*, *ні (ані)* з рознымі часціцамі мовы. Сярод іх: адсутнасць у беларусістыцы спецыялізаваных арфаграфічных слоўнікаў, разнабой у напісанні адных і тых жа формаў у СМІ і існаваных лексікаграфічных працах і іншыя. Распавядаецца, што ў праектаваным слоўніку, акрамя традыцыйных напісанняў *не (ня)* разам, будуць змешчаны і тыя выпадкі, калі адзначаныя словы пішуцца асобна і нават праз злучок, а таксама дзееспрыметнікі, прыметнікі, прыслоўі, назоўнікі, што па розных прычынах не падаюцца ў арфаграфічных даведніках агульнага тыпу.

Сцвярджаецца, што слоўнік здольны вырашыць шэраг практычных задач, якія стаяць перад выдаўцамі, супрацоўнікамі рэдакцыйна-выдавецкіх арганізацый, навукоўцамі Гэта: павышэнне прадукцыйнасці працы карэктараў і рэдактараў, ліквідацыя існаванага разнабою ў напісанні лексем з часціцамі/прыстаўкамі *не (ня)*, *ні (ані)*, актывізацыя дзейнасці беларускіх навукоўцаў па распрацоўцы тыпалогіі кніг арфаграфічнай тэматыкі, удакладненне і канкрэтызацыя правілаў беларускай арфаграфіі адносна правапісу *не (ня)*, *ні (ані)*.

Ключавыя словы: арфаграфічны слоўнік, прыстаўка, часціца, лексікаграфія, раздзельнае напісанне, дэфіснае напісанне, злітнае напісанне, тэрміналагічная лексіка.

U. I. Kulikovich

Belarusian State Technological University

THE RELEVANCE OF THE SPELLING-BOOK “USAGE AND WRITING OF PREFIXES / PARTICLES (NE / NYA, NI / ANI)”

The article deals with the main factors identifying the relevance of the first specialized spelling-book for printing workers to check the spelling of prefixes/particles (*ne/nja, ni/ani*) with different parts of speech. There are such problems as the lack of special spelling-books, inconsistency in the writing of the same forms in the media and existing lexicographical works and others.

It is told that in the designed dictionary in addition to traditional spelling (*ne/nja, ni/ani*) together will be posted those cases when words are written separately and even in a hyphen as well as adjectives, nouns, adverbs that in different causes are not given in spelling-books of general type.

It is asserted that the designed dictionary is able to solve a number of practical problems, facing the publishers and staff of the editing, publishing organizations, scientists. The result of it will be increasing productivity of proofreaders and editors, the elimination of the existing inconsistency in the spelling of the lexemes with prefixes/particles (*ne/nja, ni/ani*), the sensitization of Belarusian scientists' activities in the development of the typology of the spelling issues, clarification and specification of the rules of Belarusian orthography regarding spelling (*ne/nja, ni/ani*).

Key words: spelling-book, prefixes, particles, lexicography, separated writing, writing in a hyphen, fused writing, terminological lexicon.

Уводзіны. Канец ХХ ст. – першыя дзесяцігоддзі ХХІ ст. характарызуюцца ў Беларусі значнай актывізацыяй лексікаграфічнай працы. Гэта абумоўлена тым, што ў беларусаў з'явілася рэальная магчымасць аб'ектыўна ў слоўнікавай форме ўвасобіць розныя фрагменты сваёй моўнай карціны свету, узроўні беларускай моўнай

сістэмы, рознабаковыя аспекты ўласных навуковых ведаў. Дагэтуль, паводле назіранняў многіх нацыянальных мовазнаўцаў, выпуск лексікаграфічнай прадукцыі ажыццяўляўся пад уплывам рускай лексікаграфічнай практыкі.

Асаблівым попытам карыстаюцца ў чытачоў арфаграфічныя слоўнікі беларускай літаратурнай

мовы. Па-першае, трэба прызнаць: нягледзячы на тое, што арфаграфічная граматыка павінна набывацца ў школе, у адносінах да беларускага пісьма такую задачу вырашыць праблематычна па прычыне адсутнасці ў асобных выпадках пэўных правілаў, апелыванне ў тэкстах правілаў да слоўнікаў, спрэчнасці напісання некаторых, асабліва запазычаных слоў (*прынт-тэхналогіі* ці *прынттэхналогіі*). Яшчэ ў 1957 г. С. І. Ожагаў пісаў: «Як паказвае гісторыя, арфаграфічныя правілы, якой бы ступенню паўнаты яны не адрозніваліся, не могуць задаволіць арфаграфічнай практыкі. Патрэбны слоўнікі, якія, улічваючы рознабаковыя запатрабаванні арфаграфічнай практыкі, дапамагалі б ёй у напісанні асобных слоў, а іншы раз і цэлых катэгорый новых слоў» [1, с. 216]. Па-другое, стварэнне новых арфаграфічных даведнікаў стымулююць змены змены і ўдакладненні, якія адбываліся ў нашай арфаграфіі на працягу апошніх пяцідзесяці гадоў, Закон «Аб Правілах беларускай арфаграфіі і пунктуацыі», які ўступіў у дзеянне 1 верасня 2010 г. Па-трэцяе, рабоце з арфаграфічнымі слоўнікамі традыцыйна ўдзяляецца вялікая ўвага падчас арганізацыі вучэбнага працэсу ў агульнаадукацыйных установах і ўстановах вышэйшай адукацыі. Па-чацвёртае, арфаграфічныя слоўнікі ў большай ступені, чым іншыя слоўнікі, маюць найперш практычнае значэнне – служаць даведнікамі для тых, каму даводзіцца пісаць шмат, а шукаць адказу ў граматыках і вучэбных дапаможніках часу не стае.

Задача артыкула — акрэсліць асноўныя складнікі актуальнасці для распрацоўкі канцэпцыі арфаграфічнага слоўніка «Ужыванне і напісанне прыставак/часціц не (ня), ні (ані)».

Асноўная частка. Праца над слоўнікам распачата на кафедры рэдакцыйна-выдавецкіх тэхналогій факультэта прынттэхналогій і медыякамунікацыі БДТУ. Яе запатрабаванасць прадвызначана наступнымі фактарамі.

1. Беларуская лексікаграфія не можа пахваліцца рознабаковасцю падрыхтаваных арфаграфічных слоўнікаў. Сярод існаваных чатырох тыпаў правапісных даведнікаў (школьныя, для работнікаў друку, галіновыя, агульныя) у нас маюцца толькі агульныя, г. зн. адрасаваныя масаваму чытачу, і школьныя — створаныя для патрэб агульнаадукацыйных устаноў. Спецыялізаваных арфаграфічных для пэўнай галіны, а таксама для работнікаў СМІ ў нас пакуль не выпушчана. Тыя, што ёсць, з'яўляюцца перакладнымі або тлумачальнымі і выконваюць крыху іншыя задачы, адрозныя ад чыста арфаграфічных [2].

2. Незалежна ад таго, наколькі ўдалымі былі выпушчаныя ў свет беларускамоўныя арфаграфічныя слоўнікі, усе яны толькі заклалі падму-

рак для выпрацоўкі канкрэтных тыпаў арфаграфічнага слоўніка, якія нельга лічыць канчаткова складзенымі і ў нашы дні. Вось, напрыклад, як вызначаюць чытацкі адрас многія складальнікі арфаграфічных слоўнікаў і выдавецкія супрацоўнікі, што рыхтуюць такія рукапісы да выдання: «Кніга прызначана педагогам і вуням школ, гімназій, ліцэяў, абітурыентам сярэдніх спецыяльных і вышэйшых навучальных устаноў рэспублікі, бацькам, якія жадаюць дапамагчы сваім дзецям у паглыбленні ведаў па беларускай мове і пры падрыхтоўцы да цэнтралізаванага тэставання, а таксама ўсім, хто імкнецца павысіць асабісты ўзровень пісьменнасці» [3, с. 4]. Падобныя анаталыі — вынік адсутнасці тыпалогіі арфаграфічных слоўнікаў. Яны абцяжарваюць устанавленне аб'ёму і характару інфармацыі, якую варта змясціць у выданні (настаўнікі і вучні ўсё ж такія розныя катэгорыі карыстальнікаў), не даюць вычальнага адказу, якія лінгвістаматадычныя пытанні можна вырашыць з дапамогай такога выдання.

Канструюваны слоўнік, на наш погляд, будзе спрыяць выпрацоўцы тыпалогіі арфаграфічных даведнікаў на Беларусі, якая дазволіць не толькі асэнсаваць ужо існаваныя выданні, але і спрагназаваць стварэнне новых, вызначыць характар лексікаграфічных праектаў, стымуляваць намаганні лексікаграфікаў у розных напрамках.

3. Лінгвісты неаднаразова звярталі ўвагу, што злітнае, раздзельнае і дэфіснае напісанне слоў належыць да ліку найбольш складаных і недастаткова распрацаваных пытанняў сучаснай беларускай арфаграфіі, што розныя па прызначэнні слоўнікі падаюць часам дыаметральна процілеглыя напісанні адных і тых жа лексічных адзінак; яшчэ большую блытаніну ў рэгламентацыю напісання слоў уносяць друкаваныя сродкі масавай інфармацыі [4, с. 3].

У існаваных арфаграфічных слоўніках не прадуглежана падача асобнага ці варыянтнага напісання прыставак **не (ня), ні (ані)**. Напрыклад, у самым аўтарытэтным слоўніку М. Бірылы [5] зафіксаваны толькі такія напісанні: *небагата, небагаты, небагі, небуйны, негатовы, неглыбока, неглыбокі, неграцыёзна, неграцыёзны, негрубы, негрунтоўна, негрунтоўнасць, негрунтоўны, негусты, недаараць, недагаворваць, недалёка, недарагі, недружалюбны, недурны, незафіксаваны, некрунуты, некрыўдлівы, ненаўмысна, непадобна, непрыгожы, нядзіўна, неспецыяліст, нестары, нядобра, нядобры, нядоля, нядопуск, нядорага, нядоўга, нядоўгі, някелліва* і іншыя.

А між тым моўная практыка сведчыць, што гэтыя элементы слова могуць быць часціцамі і пісацца асобна: *Я гэтым самым прашу ў Вас*

і Вашых вучняў прабачэння, але ж не наўмысна падвёў Вас (В. Быкаў); *І тут жа глыбокі, ад абуджанага пачуцця, роздум, не абавязковы, магчыма, для іншага чалавека, але абавязковы для мастака* (В. Карамзаў).

У слоўніку, які рыхтуецца да выдання, будуць пададзены канкрэтныя выпадкі напісання **не (ня), ні (ані)** як разам, так і асобна, што, безумоўна, аблегчыць работу карэктара друкаванага або электроннага выдання.

4. Не аднойчы звярталася ўвага на недакладнасці і непаўнату кожнага лексікаграфічнага выдання. Праектаваны слоўнік прызначаны і для таго, каб ліквідаваць, на колькі гэта магчыма, існаваныя прабелы.

Па-першае, тут будуць прадстаўлены такія напісанні, якія пераважаюць у маўленчай практыцы. Напрыклад, існаваныя даведнікі падаюць напісанне прыслоўяў *непатрэбна* і *ненаўмысна* толькі разам, а вось карыстальнікі мовай пішуць у большасці выпадкаў асобна: *У вожыка / Цудапрычоска. / Яму не патрэбна / Расчоска* (Л. Пранчак); *Нават калі праходзіць нейкае «паркетнае» мерапрыемства, я так ці інакш знайду, на вачах пазнаю армяніна і менавіта з ім запішу інтэрв'ю, прычым атрымліваецца гэта не наўмысна* («Маладосць»);

Па-другое, будуць уключаны дзеепрыметнікі, прыметнікі, прыслоўі, назоўнікі, якія па розных прычынах не падаюць у арфаграфічных даведніках агульнага тыпу. Напрыклад:

дзеепрыметнікі: *недрукаваны, незабаронены, незагарэлы, некажаны, немінальны, ненадрукаваны, неналаджаны, ненапісаны, ненапоўнены, непадлеглы, непадмазаны, непакрыўджаны, непераўзідзены, непраяснены, непрыдуманы, непрыкручаны, непрымірэнчы, непрыручаны, неразарваны, нераскаяны, нераспрануты, нерасталы (снег), нерасшыфраваны (рукапіс), неспадзеўны, нестамяляльны, несуюдны, неўнармаваны, нядоены;*

прыметнікі: *недзяржаўны, недраматычны, недраўляны, недухмяны, некароткі, ненарматыўны, ненароджаны, немедыкаментозны, непусты, непаптоўны, несамотны, нескупы, неславянскі, нефармальны, нявузкі, нягоркі, нядальні, няжорсткі, нязлы, нядбайны, нямертвы, нямодны, няновы, нярыначны, няўрадавы, няшустры, няшчодры;*

прыслоўі: *невяртаны, нядужа, не заўсёды, немітуліва, ненапаказ, ненарокам, нераўнадушна, несамотна, нетаропка, нядзіва, някрыўдна, нястрашна;*

назоўнікі: *невяртанец, незычлівец, нелегал, непазнанне, нязмушанасць, няяснасць, нялюдскасць, няпамяць і некаторыя іншыя.*

Па-трэцяе, не абыздана ўвагай будзе і тэрміналагічная лексіка з адпаведнымі пазначкамі:

непатапляльнасць, наз., спец., непаўназубыя, прым., заал., неправаднік, наз., фіз., неправаздольнасць, наз., юр., неправамоцнасць, наз., юр., неправаддзе, наз., юр., непрафарбоўка, наз., спец., неразабраны, дзеепрым., спец., неразвітасць, наз., грам., неразвіты (грам.) прым., неразлучнікі, наз., заал., нераўнабедраны, прым., мат., нержавёючы, дзеепрым., тэхн., несамакіравальны, прым., паліт., несамаходны прым., тэхн., нескарачальны, прым., мат., нескладовы, прым., лінгв., нескланяльны, прым., грам., неспрагальнасць, наз., грам., несудзімасць, наз., юр., няжвачныя, наз., заал., нязорка, наз., астр., някоўкі, дзеепрым., тэхн., няпарнакапытныя, наз., заал., няроўнастаронні, прым., мат., нярудны, прым., геал. і г. д.

5. Актualityнасць слоўніка бачыцца і ў тым, што яго змест дапаможа сфармуляваць аб'ектыўныя арфаграфічныя прадпісанні, зняць існаваныя недакладнасці і нават хібы. Асабліва гэта датычыцца арфаграфіі дзеясловаў. Напрыклад, слова *непакоіцца* падаецца ва ўсіх вучэбных дапаможніках у пункце правіла, што яно без **не** ўжываецца. Аднак гэта няпраўда. Без **не** гэтае слова ўжываецца, аднак мае іншае значэнне: *пакоіцца* — *спачываць*. (СМНН, Т. 3., с. 161): *Яраслаўна заплача на новаму Ігару, / Сумны голас пакоіцца шалямі рэк* (П. Панчанка). *У глыбокім маўчанні стаялі воіны-афганцы, прадстаўнікі райвыканкама, ваенкамата ля магіл, дзе пакоіцца прах нашых землякоў* («Ашмянскі веснік»). Дзеяслоў **неставаць (нестае)** слоўнікі прапануюць пісаць разам, аднак моўная практыка ў большасці выпадкаў ігнаруе такое прадпісанне: *Прачытала я ўчора ў газеце, / Што ў людзей малака не стае* («Свободные новости плюс»); *Мне цябе не стае, быццам мору прыбою, / Ветру — ветразям, ранню — барвовай зары* (В. Лукша); *Грудзі напоўніла крыўдай на жыццё, на людзей, на тое далёкае, няўлоўнае шчасце, якога так цяпер не стае яму, асірацеламу заўчасна, разгубленаму юнаку* (М. Ваданосаў); *«Пяшчоты не стае»* — назва верша І. Багдановіч; *Чаго не стае сістэме выхавання дзяцей дашкольнага ўзросту* («Настаўніцкая газета»); *Калі на дарозе не стае дысцыпліны...* («Нарачанская зара»); *Ганна схопіла са стала крыжальную вазу і стала штомоцы біць у шкліну дзвярэй, але моцы ўжо не ставала, сілы пакідалі яе* («Польмя»); *Цяпер Гусоўскі асабліва балюча адчуваў, як яму не стае Эразма* (У. Арлоў).

Асобная праблема — адрозненне прыстаўкі **неда-** ад часціцы **не** і прыстаўкі **да-** ў дзеясловах. Матэрыялы слоўніка дазваляць больш аб'ектыўна глянуць на гэтую акалічнасць: **Недабраць ураджай**, але: **не дабраць да канца ураджай** [не завяршыць справу]; *Лета было*

гнилое, такое нявартае, што і старыя не помняць, кармоў **недабралі** (М. Ермаловіч); *Толку не дабраць...* (Ц. Гартны); *Некалькі гадоў запар мы стабільна не дабіраем студэнтаў у магістратуру* (Т. Шамякіна); *Калісь думаў, што на пенсіі будзе чытаць — дабярэ тое, што не дабраў у маладосці і сталасці* (М. Гіль).

Пры стварэнні арфаграфічнага правіла, думаецца, не варта абмінаць і выпадкі, дзе **не** пішацца са словамі праз злучок. Фактычныя прыклады, змешчаныя ў слоўніку, дазваляць лінгвістам сфармуляваць адпаведнае правіла. Напрыклад: *У спісы, што складалі дзеці, разам з рэчамі патрапілі і не-рэчы: нехта казаў, што добра было б узяць з сабою сям'ю, а іншыя не ўяўляюць жыцця без любімай цацкі* (t-styl.info/by).

Заклучэнне. Слоўнік-даведнік «Ужыванне і напісанне прыставак/часціц не (ня), ні (ані)» прывесчаны адной арфаграфічнай праблеме, акрэсленай у назве кнігі. Ён з'яўляецца першым беларускамоўным лексікаграфічным выданнем, адрасаваным работнікам рэдакцыйна-выдавецкіх устаноў і арганізацый, мэта якога — павысіць прадукцыйнасць працы карэктараў і ліквідаваць існаванне разнабой у напісанні лексем з часціцамі/прыстаўкамі **не (ня), ні (ані)**. Акрамя гэтага, слоўнік з поспехам павінен вырашыць шэраг больш прыватных задач.

1. Паколькі напісанне часціц/прыставак **не (ня), ні (ані)** у многім залежыць ад семантычных зрухаў у структуры слова, прадвызначаных як фармальнымі паказчыкамі (наяўнасць/адсутнасць супрацьпастаўлення), так і камунікацыйнымі задачами моўцы (*небагаты чалавекі не багаты чалавек*), то выданне будзе спрыяць фарміраванню якасцей, неабходных для паспяховай сацыялізацыі асобы ў сучасным грамадстве. Сярод іх: арфаграфічная граматынасць,

лінгвістычнае чуждзё, эрудзіраванасць, моўная кампетэнцыя, навыкі ўстанаўлення лагічных сувязей паміж аб'ектамі рэчаіснасці.

2. Тып канструяванага выдання — слоўнік-даведнік, дзе чытач зможа знайсці тлумачэнне адносна ўжывання і напісання часціц/прыставак **не (ня), ні (ані)** з любымі катэгорыямі слоў. Ён закліканы таксама актывізаваць дзейнасць беларускіх навукоўцаў па распрацоўцы не існаванай пакуль тыпалогіі кніг арфаграфічнай тэматыкі, дазволіць спрагназаваць стварэнне новых лексікаграфічных праектаў з улікам сучасных інавацыйных тэхналогій, дзякуючы якім школьнікі змогуць якасна падрыхтавацца да цэнтралізаванага тэставання, а аўтары беларускамоўных тэкстаў хутка вызначыцца з напісаннем канкрэтных словаформаў.

3. Фактычны матэрыял слоўніка-даведніка (канкрэтных выпадкі ўжывання лексем) яскрава дэманструе напрамак перагляду як структуры, так і фармулёвак арфаграфічнага прадпісання адносна ўжывання і напісання часціц/прыставак **не (ня), ні (ані)**, якое засталася без змен у Законе «Аб Правілах беларускай арфаграфіі і пунктуацыі» (2008) у параўнанні з Правіламі 1959 года. Напрыклад, у сучасным правіле катэгарычна сцвярджаецца, што «з дзеепрыметнікамі, пры якіх адсутнічаюць паясняльныя словы ці супрацьпастаўленне» [6, с. 164] **не (ня)** з'яўляецца прыстаўкай і пішацца разам: *неасушаныя* (балоты), *нержавеючая* (сталь), *нечаканы* (прыход). Шматлікія факты з мастацкіх, публіцыстычных, навуковых тэкстаў аспрэчваюць гэта: *Добра працуе наша савецкая пошта. Можна быць узорам для ўсяго свету. І канверт не пашкожаны. Бачна, што цензура майм пісьмом нават не зацікавілася...* (С. Пясецкі); *Такім чынам, можна сказаць, у новым слове план выражэння і план зместу не паяднаныя* (А. Каўрус).

Літаратура

1. Нерешенные вопросы русского правописания / ред. Л. П. Калакуцкая. М.: Наука, 1974. 304 с.
2. Куликович В. И., Черкас А. Ю. Классификация белорусских орфографических словарей для школы // Скориновские чтения 2016: книга как феномен культуры, искусства, технологии: материалы II Международного форума, Минск, 6–7 сентября 2016 г. Минск: БГТУ, 2016. С. 159–164.
3. Разам, асобна, праз дэфіс. Асноўныя правілы і практычныя заданні / склад.: Н. Д. Бандарэнка, І. Л. Капылаў. Мінск: Современное слово, 2005. 208 с.
4. Прыгодзіч М. Р. Пішам без памылак: Разам, асобна, праз дэфіс: слоўнік-даведнік. Мінск: Парадокс, 2002. 256 с.
5. Слоўнік беларускай мовы. Арфаграфія. Арфаэпія. Акцэнтацыя. Словазмяненне / Ін-т мовазнаўства імя Я. Коласа АН БССР, пад рэд. М. В. Бірылы. Мінск: БелСЭ, 1987. 903 с.
6. Кандраценя І. У., Кунцэвіч Л. П., Лукашанец А. А. Сучасная беларуская арфаграфія: акадэмічны даведнік. Мінск: Аверсэв, 2012. 272 с.

References

1. Ed. Kalakutskaya L. P. *Nereshennyye voprosy russkogo pravopisaniya* [Unresolved issues of Russian spelling]. Moscow, Nauka Publ., 1974. 304 p.

2. Kulikovich V. I., Cherkas A. Yu. [Classification of Belarusian spelling dictionaries for school]. *Skorinovskiyе chteniya 2016: kniga kak fenomen kul'tury, iskusstva, tekhnologii. Materialy II Mezhdunarodnogo foruma* [Scorinovskie read 2016: book like a phenomenon of culture, art, technology: Materials of the International Forum], Minsk, September 6–7, 2016. Minsk, 2016, pp. 159–164 (In Russian).

3. Comp.: Bandarenka N. D., Kapylau I. L. *Razam, asobna, praz defis. Asnounye pravily i praktychnya zadanni* [Together, separated, by a hyphen. Basic rules and practical exercises]. Minsk, Sovremennoye slovo Publ., 2005. 208 p.

4. Prygodzich M. R. *Pisham bez pamyлак. Razam, asobna, praz defis: slounik-davednik* [Write without mistakes. Together, separated, by a hyphen: dictionary catalog]. Minsk, Paradoks Publ, 2002. 256 p.

5. *Slounik belaruskay movy. Arfagrafiya. Arfaepiya. Akcentuaciya. Slovazmyanenne. Institut movaznaustva imya Ya. Kolasa AN BSSR* [Belarussian dictionary. Orthography. Orthoepy. Accentuation. Inflection]. Institute of linguistics Academy of Sciences of BSSR. Minsk, BelSE Publ., 1987. 903 p.

6. Kandratsenya I. U., Kuntsevich L. P., Lukashanec A. A. *Suchasnaya belaruskaya arfagrafiya: akademichny davednik* [Modern Belarusian orthography: academic reference]. Minsk, Aversev Publ., 2012. 272 p.

Інфармацыя пра аўтара

Куліковіч Уладзімір Іванавіч — кандыдат філалагічных навук, дацэнт, выконваючы абавязкі загадчыка кафедры рэдакцыйна-выдавецкіх тэхналогій. Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт (220006, г. Мінск, вул. Свядлова, 13а, Рэспубліка Беларусь). E-mail: kulikovich@belstu.by.

Information about the author

Kulikovich Uladzimir Ivanavich — PhD (Philology), Assistant Professor, Head of the Department of Editing and Publishing Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: kulikovich@belstu.by.

Пасмыніў 12.09.2016

УДК 808.2:821.161.3-343.4-93

Д. П. Зылевiч

Беларускі дзяржаўны тэхналагічны ўніверсітэт

**РЭДАКТАРСКІ АНАЛІЗ КАНЦЭПЦЫІ
КНІЖНАЙ СЕРЫІ ДЛЯ ДЗЯЦЕЙ**

Артыкул прысвечаны рэдактарскаму аналізу канцэпцыі кніжнай падсерыі для дзяцей «Каляровы ровар», выпуск якой быў пачаты ў 2013 г. Саюзам беларускіх пісьменнікаў. Аўтар называе прычыны, па якіх рэдактар павінен умець ствараць канцэпцыю выдання і аналізаваць яе; пералічвае патрабаванні да серыі як віду выданняў: агульнасць задумы, тэмы, мэтавага і функцыянальнага прызначэння, чытацкага адраса, аднатыпнасць афармлення, наяўнасць абагульняльных графічных элементаў выданняў. У артыкуле прааналізаваны дванаццаць выданняў, якія на сённяшні дзень выйшлі ў межах серыі, адзначаны асаблівасці іх формы і зместу. Зроблена выснова, што па фармальных паказчыках выданні не адпавядаюць патрабаванням да серыі. Абагульняе іх мэтавае і функцыянальнае прызначэнне (літаратурна-мастацкія выданні, якія развіваюць, выхоўваюць і адукоўваюць чытача), чытацкі адрас (дзеці), аўтары (сучасныя беларускія і шведскія) і мова (беларуская), на якой выпушчаны ўсе кнігі. Аднак адсутнасць аднатыпнага афармлення, разнастайнасць фарматаў, відаў выданняў не дазваляюць чытачу ўяўляць іх як серыю. Аўтар артыкула даказвае, што канцэпцыя серыі не дастаткова прадумана і рэалізавана, аднак адзначае, што кожнае выданне паасобку цікавае, эстэтычнае, сучаснае.

Ключавыя словы: выданне, серыя, канцэпцыя выдання, чытацкі адрас, афармленне выдання.

D. P. Zylevich

Belarusian State Technological University

**CONCEPT OF THE CHILDREN'S BOOK SERIES:
EDITORIAL ANALYSIS**

The article is devoted to publishing analysis of the children's literature concept for book subseries «Kolerovij rovar» founded in 2013 by the Belarus writers' union. The author reveals the reasons for the publisher's responsibility to make and analyze publishing concept as well as some requirements to the series as a kind of publishing are enumerated: community of ideas, theme, aimed and functional destiny, reader's address, uniformity of the design, the presence of uniting graphic elements of editions. The article deals with twelve editions published today within the series. Some peculiarities of the form and content are marked. It is established that the editions don't meet the requirements in formal characteristics of the series. These editions are united in aim and functional destiny (literary – artistic editions that develop, bring up, educate the reader) reader's address (children), modern Belarusian and Swedish authors, and the edition's language of all these books – Belarusian. The absence of identical design, variety of formats and edition types don't allow the reader to represent them like one series. The author proves that the concept of the series wasn't distinctly considered and realized, but means that every edition, taken separately, is interesting, modern and aesthetic.

Key words: edition, series, publishing concept, reader's address, edition design.

Уводзіны. Аналіз канцэпцыі выдання – адна з асноўных задач, якія даводзіцца рашаць рэдактару ў сваёй прафесійнай дзейнасці. Да канцэпцыі кнігі рэдактар звяртаецца ў трох асноўных выпадках. Па-першае, для вывучэння вопыту калег, выяўлення прычын іх памылак і паспяхоўных рашэнняў. Па-другое, для таго каб убагаціць уласны «банк» мадэляў выдання. Пры падрыхтоўцы кнігі можна будзе выбраць аптымальны варыянт мадэлі, дапрацаваць яго ці інтэрпрэтаваць з улікам асаблівасці кнігі. Патрэба, сапраўдны прафесіянал заўсёды аналізуе вынікі сваёй працы, таму пасля выхаду кнігі ў свет трэба ацаніць, ці ўдала была выбрана канцэпцыя выдання і ці атрымалася яе рэалізаваць.

Мэтай нашага даследавання было прааналізаваць канцэпцыю падсерыі для дзяцей «Каляровы ровар», якая з 2013 г. выходзіць у межах серыі «Кнігарня пісьменніка» (Саюз беларускіх пісьменнікаў).

Каб знайсці ўдалую назву для серыі, яе заснавальнікі звярнуліся да падпісчыкаў старонак Саюза беларускіх пісьменнікаў у сацыяльных сетках. Назву «Каляровы ровар» прапанавала перакладчыца Паліна Маслянкова. Быў прыдуманы лагатып – усмешлівая жывёла на веласіпедзе, якая аддалена нагадвае каня з крыламі (пегас?), і рознакаляровы надпіс «Каляровы ровар». Усё гэта заключана ў круг і выглядае нерэалістычна, «мульцяшна»,

магчыма, для дзіцячай серыі такі падыход апраўданы.

Пад канцэпцыяй выдання мы разумеем «задуму, якая звязваецца з канструктыўным прыцыпам падрыхтоўкі твора да друку. У канцэпцыі адлюстроўваецца асноўны пункт гледжання рэдактара на выданне — яго склад, змест і форму ўсіх элементаў, рэдакцыйна-тэхнічныя і паліграфічныя сродкі выканання» [1, с. 50].

Для рэалізацыі мэты падсерыя была прааналізавана з пункту гледжання мэтавага і функцыянальнага прызначэння, чытацкага адрасу, характару інфармацыі, эканамічных і арганізацыйна-тэхнічных умоў працы, а таксама якасці падрыхтоўкі ўсіх элементаў зместу і формы. Аб'ектам даследавання сталі 12 выданняў, падрыхтаваных у межах падсерыі «Каляровы ровар»:

1. «Чытанка для маленькіх» (2013).
2. Эва Суса. «Снежны чалавек» (2013).
3. Вашкевіч Дар'я. «Баваўняная дзяўчынка» (2014).
4. Гапеева Вольга. «Сумны суп» (2014).
5. Нільсан Ульф, Эрыксан Эва. «Найлепшы спявак у свеце» (2014).
6. Лундберг Сара. «Віта Белая Крэска» (2014).
7. Лундберг Сара. «Віта Белая Крэска і Эйвінд» (2014).
8. Мельнічук Іван. «Добрыя падказкі» (2015).
9. Наркевіч Стася. «Як Васілёк выратаваў каралеўства» (2015).
10. Шэйн Аляксей. «Сем камянёў» (2015).
11. Альманах «Гарбузік» (2015).
12. Нурдквіст Свэн. «Пэтсан і Фіндус святкуюць Каляды» (2015).

З прыведзенага пераліку кніг відаць, што сярод іх ёсць арыгінальныя і перакладныя, паспрабуем зразумець, што іх аб'ядноўвае ў адну серыю, акрамя беларускай мовы, на якой яны прапанаваны чытачу. Коротка прааналізуем кнігі з пункту гледжання значных для ўяўлення канцэпцыі крытэрыяў.

Асноўная частка. «Чытанка для маленькіх», укладальнікамі якой з'яўляюцца Вінцук Вячорка і Пётра Садоўскі (у такой форме імёны пазначаны ў выхадных звестках), уключае вершы, казкі, загадкі для дзяцей прыкладна ад аднаго да шасці гадоў. Чытацкі адрас не ўказаны. Ёсць творы фальклорныя і аўтарскія (арыгінальныя і перакладныя). Анатацыі няма, зместу таксама, хаця аб'ём выдання — 60 старонак. Фармат нестандартны — 60×84/8. Папера мелаваная. Наклад — 1 тысяча асобнікаў. Адказны за выпуск — Генадзь Вінярскі. Мастак — Святлана Канькова-Дударэнка. Кніга прыгожа аформленая, з арыгінальнымі форзацамі. Здзіўляе з пункту гледжання адпаведансці чытацкаму адрасу малюнак на вокладцы — выява ката,

які сядзіць на падаконніку і глядзіць у цёмнае акно, прычым мы бачым жывёлу са спіны. Насцярожваюць вострыя вуглы выдання, таму што яны з'яўляюцца яўнай небяспекай для дзяцей да трох гадоў, якія ўспрымаюць кнігу як цацку.

Казка Дар'і Вашкевіч «Баваўняная дзяўчынка» распавядае пра гісторыю Баваўнянай дзяўчынкі, якая вельмі любіла абдымацца. Яна перажывала, бо Плястыкавы хлопчык не хацеў абдымацца, аднак потым сустрэла Ваўнянага хлопчыка і супакоілася, бо «яны абодва вельмі любілі абдымацца і кожны раз надоўга захоўвалі пасляабдымкавае цяпло». Чытацкі адрас такой нестандартнай гісторыі ў выхадных звестках не пазначаны, аднак у анатацыі ёсць яго характарыстыка: аўтар адрасуе кнігу дзяўчаткам і хлопчыкам ад двух да ста дзевятнаціці гадоў, галоўнае, каб яны кагосьці любілі.

Твор прапануецца ў аўтарскай рэдакцыі, арфаграфія ўключае элементы тарашкевіцы. Адказны за выпуск — Зміцер Вішнёў. Афармляла кнігу Алена Медзьякова. Папера мелаваная. Фармат — 60×90/8. Наклад — 500 асобнікаў. Як і папярэдняе выданне, кніга мае прыгожыя тэматычна аформленыя форзацы, каляровыя ілюстрацыі.

Кніга Вольгі Гапеевай «Сумны суп» мае жанравы падзагалавак — «гісторыі», відаць, такім чынам аўтар намякае на яе праўдзівасць. Калі ж прытрымлівацца традыцыйнай жанравай сістэмы, то можна сказаць, што перад намі зборнік з пяці казак з арыгінальнымі героямі і сюжэтамі. Чытацкі адрас зноў ахарактарызаваны толькі ў анатацыі — «для дарослых дзяцей і маленькіх дарослых». Тут жа акрэслены і змест кнігі: «слоўнікі дапамагаюць парасонам, гузікі шукаюць сэнс жыцця, а вожыкі спрабуюць знайсці адказ на пытанне, якое іх даўно хвалюе, — навошта лічыць авечак. За звычайнымі, здавалася б, размовамі і ўчынкамі герояў хаваюцца філасофскія думкі і разважанні, да якіх можа далучыцца кожны, хто прачытае новую кнігу Вольгі Гапеевай з ілюстрацыямі Марты Герашчанкі». Чытаючы кнігу, сапраўды трапляеш пад уплыў экзістэнцыяльнай філасофіі.

Фармат выдання — 60×90/8. Папера мелаваная. Наклад — 1 тысяча асобнікаў. Адказны за выпуск — Зміцер Вішнёў. Выданне адрозніваецца арыгінальным афармленнем: старонкі кожнай казкі маюць свой колер, ілюстрацыі буйныя, не абцяжараныя дэталямі. Форзацы ўяўляюць сабой «хаос» з алоўкавых схематычных малюнкаў парасона, гузіка, апалоніка, іголки, цукеркі, нажніц і іншых герояў казак.

Кніга Стасі Наркевіч «Як Васілёк выратаваў каралеўства» ўяўляе сабой казку-размалёўку пра «Васілька, Дабралетку і іх каханне з першага погляду». Казка арыгінальная, аднак з моцным

фальклорным падмуркам. Чытацкі адрас не ўказаны, па змесце можна яго вызначыць як дашкольны і малодшы школьны ўзрост. Малюнкi Алены Сянько таксама арыентаваны на гэтых дзяцей, бо змяшчаюць вялікую колькасць дэталей і прадугледжваюць пэўныя навукі валодання алоўкам для размалёўкі.

Анатацыя адсутнічае. Кніга ў мяккай вокладцы і з афсетнай паперы, што для размалёўкі апраўдана. Фармат — 60×84/8. Наклад складае 500 асобнікаў. Адказны за выпуск — Генадзь Вінярскі.

У мяккай вокладцы выйшаў і зборнік Івана Мельнічука «Добрыя падказкі», які складаецца з апавяданняў, вершаў, казак і перакладаў з украінскай мовы. Чытацкі адрас традыцыйна для аналізуемай серыі не пазначаны. Анатацыя адрасуе кнігу дзецям школьнага ўзросту. Дакладней вызначыць чытацкі адрас, сапраўды, складана. Творы ў асноўным філасофскія, без дынамічнага сюжэту. Ёсць дзіцячыя гумарыстычныя выслоўі. Ілюстрацыі чорна-белыя і нешматлікія. Усё гэта прадугледжвае чытача як мінімум сярэдняга школьнага ўзросту. На яго ж у большасці арыентавана і стылістыка твораў. Аднак некаторыя персанажы будуць цікавыя толькі дашкольнікам і малодшым школьнікам, пры гэтым мова такіх персанажаў яўна неарганічная для гэтай катэгорыі чытачоў. Напрыклад, так разважае маленькі зайчык Пятляйчык з казкі «На лясной палянцы»: «Гляджу на свет і захапляюся ўсім навокал, здзіўляюся, хто стварыў, прыдумаў гэтыя казачныя дзівосы. Вось бярозка стаіць бялявая, вабная. А вось ялінка — мілая, чуд-чудам, у сваёй іглістай зялёнай сукенцы. А побач статны малады дубок сваю моц паказвае. І так радасна, што ёсць вакол нас і чароўны лес, і бязмежнае поле, і квітнеючы луг з усімі кветкамі-краскамі, і сіняя пакручастая рэчка...»

Кніга выйшла фарматам 60×84/8. Наклад — 300 асобнікаў. Адказны за выпуск — Генадзь Вінярскі.

Літаратурна-забаўляльны дзіцячы альманах «Гарбузік» вучыць сваіх чытачоў «апавядаць, жартаваць, рыфмаваць, разгадаць, чытаць, майстраваць, гуляць, даследаваць...» Ён прапануе для сямейнага чытання і ўключае матэрыялы навучальнага і забаўляльнага характару: вершы, казкі, задачы, рэбусы, самаробкі. Ёсць каляровая ўклейка з макетам замка Гедыміна ў Лідзе (аўтар мадэлі Ігар Адасік). Альманах сапраўды цікавы, змястоўна насычаны, аднак некаторыя старонкі выглядаюць занадта стракатымі. У рэдакцыйнай калегіі пералічаны прозвішчы многіх вядомых сучасных аўтараў. Адказны за выпуск — Генадзь Вінярскі. Фармат выдання аптымальны для яго мэтавага

прызначэння — 60×84/8. Папера афсетная. Вокладка мяккая. Наклад — 1 тысяча асобнікаў.

З усіх выданняў падсерыі «Каляровы ровар», створаных беларускімі аўтарамі, асобнай увагі патрабуе кніга Аляксея Шэйна «Сем камянёў». Гэта раман, які разлічаны ў першую чаргу на старшакласніка. У выхадных звестках чытацкі адрас традыцыйна адсутнічае. Галоўны герой школьнік Ясь спрабуе раскрыць таямніцу сямі камянёў, каб выратаваць жыццё сваёй сяброўкі Міры і вызваліць дзівосную краіну Эферыю ад прыгнёту злога самазванца. У рамане яўна хрысціянская падаплёка, захапляльны сюжэт, мноства выхаваўчых сітуацый. Твор можа стаць моцным канкурэнтам перакладным кнігам жанру фэнтэзі.

Афармленне выдання адпавядае і чытацкаму адрасу, і жанру твора. Тэматычна аздоблены калонтытулы і калонлічбы. Ілюстрацыі толькі ў якасці шмуцтытулаў, яны чорна-белыя. На форзацах — каляровая карта Эферыі. Папера афсетная. Фармат 84×108/32. Агульная колькасць старонак — 415. Наклад — 2 тысячы экзэмпляраў. Адказны за выпуск — С. В. Карношка.

Пяць перакладных твораў падсерыі «Каляровы ровар» аб'яднаны тым, што ўсе яны ўтвараюць сабой пераклады са шведскай мовы.

Кніга «Снежны чалавек» з тэкстам шведскай пісьменніцы Эвы Сусы і малюнкамі Бэнджамэна Шо выйшла ў перакладзе Алесі Башарымавай. Гэта гісторыя сяброўства двух братоў Уна і Макса са снежным чалавекам.

Кніга Ульфа Нільсана «Найлепшы спявак у свеце» з ілюстрацыямі Эвы Эрыксан таксама ў перакладзе Алесі Башарымавай распавядае цікавую выхаваўчую гісторыю пра хлопчыка, які вельмі баяўся выступаць на сцэне, аднак з задавальненнем спяваў песні ўласнага сачынення для свайго меншага брата. Той лічыў, што яго брат — лепшы спявак на свеце. Любоў і падтрымка меншага брата дазволілі галоўнаму герою пераадолець сябе. Твор насычаны псіхалагічнымі перажываннямі хлопчыка, аднак сюжэт дынамічны і лаканічны, таму, безумоўна, будзе цікавым для дзяцей малодшага школьнага ўзросту і іх бацькоў.

Чытацкі адрас абодвух выданняў не пазначаны. Анатацыі прапануюць кароткія звесткі пра аўтара і ілюстратара, што апраўдана, бо творы перакладныя.

Ілюстрацыі выкананы ў прыглушаных колерах, па тэхніцы нагадваюць дзіцячыя алоўкавыя малюнкi. Папера мелаваная. Фармат павялічаны — 84×108/16. Наклад — 1 тысяча асобнікаў. Адказны за выпуск — Генадзь Вінярскі.

Дзве кнігі Сары Лундберг, наадварот, адрозніваюцца яркімі насычанымі колерамі.

Сара Лундберг з'яўляецца аўтарам тэксту і малюнкаў, якія займаюць большасць плошчы выданняў і выступаюць часткай зместу. Перад намі гісторыі дзяўчынкi Віты, якая ўсё жыццё малюе крэскі на дарогах, каб стварыць на гэтых дарогах хаця б адносны парадак. Яна малюе пешаходны пераход, каб дапамагчы хлопчыку перайсці дарогу. А ноччу яна спіць у нагруднай кішэні Альвара, які запальвае ў горадзе ўсе ліхтары.

Кніга шведскага пісьменніка і ілюстратара Свэна Нурдквіста «Пэтсан і Фіндус святкуюць Каляды» выйшла ў самым канцы 2015 г. Была арганізавана цікавая прэзентацыя з удзелам акцёраў Паўла Харланчука і Ганны Хітрык у Галерэі сучаснага мастацтва «Ў». Сусветна вядомыя гісторыі пра Пэтсана і яго кацяня Фіндуса чытачам прадстаўлены ў перакладзе Надзеі Кандрусевіч.

Фармат пералічаных выданняў — 60×90/8. Папера мелавакая. Наклад — 1 тысяча асобнікаў. Адказы за выпуск — Генадзь Вінярскі.

Усе творы шведскіх аўтараў цікавыя, з адметнымі героямі і сюжэтамi, арыгінальнымі ілюстрацыямi. Асобна трэба адзначыць кнігі Сары Лундберг, таму што яны яўна адлюстроўваюць сусветную тэндэнцыю ў выдавецкай справе — рабіць выданні ўніверсальнымi, цікавымі і дзеячам, і дарослым. З пункту гледжання зместу кнігі пра Віту Белую Крэску наўрад ці зацікавяць дзяцей (магчыма, толькі старшакласнікаў). У творах няма традыцыйных завязкі, кульмінацыі, развязкі. Сюжэт твора можна пераказаць некалькімі сказами: Віта малявала на дарогах крэскі, раптам у ядро з фарбай упаў хлопчык, толькі яны паспелі разгаварыцца, як вецер панёс хлопчыка невядома куды, а Віта засталася сумаваць і спадзявацца на яшчэ адну сустрэчу. Экзiстэнцыяльная філасофія гэтай гісторыі неарганічная для дзіцячага светаўспрымання.

Аднак цікавасць для дзіцячага чытача могуць уяўляць малюнкi аўтара, якія з'яўляюцца часткай зместу. Дзеці могуць прасачыць за ходам працы Віты, ацаніць эмоцыі на творах герояў і сілу ветру, які нечакана перапыніў іх знаёмства. Афармленне выдання прадугледжвае, што кнігу трэба паварочваць, каб прачытаць тэкст. Сказы напісаны на фарбе, якая расцякаецца па траве, на аблоках ці проста на каляровай заліўцы. Іншым разам тэкст даецца, як у коміксах: словы заключаны ў авалы побач з тым, каму яны належаць. У арыгінальнасці аўтару не адмовіш. Аднак выбар шрыфта (з засечкамі, няроўнымі літарамі), памер кегля, суадносіны колеру тэксту і колеру заліўкі выклікаюць пытанні. Выданні Сары Лундберг, як і многія іншыя выданні падсерыі «Каляровы ровар», не адпавядаюць патрабаванням, прапі-

саным у ДАСТ СТБ 7.206-2006 «Выданні кніжных і часопісных для дзяцей. Агульныя тэхнічныя ўмовы», і санітарным правілам і нормам 2.4.7.16-1-2005 «Гігіенічныя патрабаванні да выданняў кніжных і часопісных для дзяцей». Відаць, менавіта па гэтай прычыне ў выхадных звестках не ўказваецца чытацкі адрас.

Яшчэ раз падкрэслім, што гэта сусветная тэндэнцыя, якую рэдактарскі калектыў серыі вырашыў прадэманстраваць беларускім чытачам. Айчынным патрабаванням да дзіцячай літаратуры яна не адпавядае, але такія выданні, падрыхтаваныя не беларускімі выдавецтвамі, прадстаўлены ў нашых кнігарнях і бібліятэках. Яны могуць быць рэкамендаваны для сямейнага чытання, таму што людзі кожнага ўзросту знойдуць нешта для сябе. Аднак ці разумюць гэта бацькі, ці ўдзельнічаюць яны ў працэсе спасціжэння такой літаратуры сваімі дзецьмі? Нам бачыцца неабходным і цікавым правядзенне адпаведнага даследавання. Тым не менш, па словах прадаўцоў у мінскіх кнігарнях, выданні серыі раскупляюцца хутка. Яны даступныя пацане. У інтэрнэт-магазіне беларускіх кніг і музыкі «knihi.by», дзе таксама можна набыць выданні серыі, самай таннай аказалася кніга С. Наркевіч (2 рублі 50 капеек), а самай дарагой — А. Шэіна (18 рублёў).

Заклучэнне. Паколькі аналізуемыя намi выданні ўтвараюць сабой падсерыю, звернемся да нарматыўных патрабаванняў да гэтага віду выданняў. Паводле ДАСТ 7.60.2005 «Выданні. Асноўныя віды. Тэрміны і азначэнні», серыйнае выданне ўключае сукупнасць тамоў, аб'яднаных агульнасцю задумы, тэмы, мэтавага ці функцыянальнага прызначэння, якія выходзяць у аднатыпным афармленні [2]. Звычайна выданні серыі маюць аднолькавы фармат, адзіныя прыწყыпы канструкцыі знешняга і ўнутранага афармлення, аднолькавыя графічныя прыкметы. Аднак ступень аднатыпнасці можа быць рознай, выпускі могуць быць уніфікаваныя ці, наадварот, дастаткова індывідуальныя.

Што тычыцца аналізуемай серыі, то адсутнічаюць нават нейкія элементы ўніфікацыі: усе выданні розных фарматаў і аб'ёму, афармленыя рознымі ілюстратарамі, вокладка можа быць цвёрдай і мяккай. Лагатып неаднолькавага памеру размяшчаецца на розных частках першай вокладкі ці на апошняй (як у кнізе С. Наркевіч). У «Чытанцы для маленькіх» і кнізе А. Шэіна ён наогул адсутнічае. Такім чынам, знешне серыя не ўспрымаецца як серыя, выданні складана ўявіць разам на кніжнай паліцы, а гэта сведчыць аб недастатковай прадуманасці канцэпцыі серыі, аб асутнасці «адзінай рукі» ў яе падрыхтоўцы (адказных за выпуск было некалькі).

Што тычыцца агульнага ў змесце кніг, то можна заўважыць наступнае. Серыя прапануе творы беларускіх і шведскіх аўтараў, і ўсе яны сучасныя. Акрамя «Чытанкі», альманаха «Гарбузік» і рамана А. Шэіна, усе выданні ў большай ці меншай ступені адлюстроўваюць экзістэнцыяльную філасофію і могуць быць рэкамендаваны для сямейнага чытання.

Падводзячы вынік нашым назіранням, адзначым, што ў серыю выданні аб'ядноўвае толькі «сучаснасць» аўтараў і беларуская мова, а таксама іх адрасаванне дзецям, на што «намякае» лагатып. Розная канструкцыя выданняў, іх

афармленне, нават від (альманах, расфарбоўка, зборнік, манавыданне), розныя выдавецтвы, у якіх выпускаліся кнігі, робяць іх ва ўспрыманні чытача асобнымі выданнямі, якія не маюць да серыйнасці ніякага дачынення. Відавочна, што, пачынаючы выпуск серыі, яе распрацоўшчыкі не ўяўлялі да канца, чым яна будзе напаўняцца (серыя адкрытая) і каму канкрэтна будзе адрасавана. Можа быць, яны хацелі вылучыць асобна тое, што будзе выпушчана для дзяцей. Канцэпцыя ўяўлялася вельмі агульна, таму гаварыць аб яе рэалізацыі немагчыма. Аднак кожнае выданне паасобку цікавае, эстэтычнае, сучаснае.

Літаратура

1. Издания. Основные виды. Термины и определения = Выданні. Асноўныя віды. Тэрміны і азначэнні: СТБ ГОСТ 7.60–2005. Минск: Белстандарт, 2005. 31 с.

2. Лобин А. М. Проектирование и анализ концепции книжного издания: учебное пособие. Ульяновск: УЛГТУ, 2009. 110 с.

References

1. GOST. 7.60–2005. Publications. The main types. Terms and definitions: Minsk, Belstandart Publ., 2005. 31 p.

2. Lobin A. M. *Proyektirovaniye i analiz kontseptsii knizhnogo izdaniya: uchebnoye posobiye* [Design and analysis of the concept of a book edition: an educational supplies]. Ul'yanovsk: UIGTU Publ., 2009. 110 p.

Інфармацыя пра аўтара

Зылевiч Дзiна Паўлаўна — кандыдат фiлалагiчных навук, дацэнт, дацэнт кафедры рэдакцыйна-выдавецкiх тэхналогiй. Беларускi дзяржаўны тэхналагiчны ўнiверсiтэт (220006, г. Мiнск, вул. Свядлова, 13а, Рэспублiка Беларусь). E-mail: zylevich@belstu.by

Information about the author

Zylevich Dina Pavlovna — PhD Philology, Assistant Professor, Assistant Professor, the Department of Editing and Publishing Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: zylevich@belstu.by

Пасмынiў 08.09.2016

УДК 82-97(476)

Т. М. Маруняк

Белорусский государственный университет транспорта

**КОНЦЕПЦИЯ ДУХОВНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬНОГО ИЗДАНИЯ
НА ПРИМЕРЕ КНИГИ АРХИЕПИСКОПА АРИСТАРХА (СТАНКЕВИЧА)
«СЛОВА ПРЕПОДОБНОГО СИМЕОНА НОВОГО БОГОСЛОВА
И ИХ ОСОБЕННОСТИ»**

Гомельские церковные писатели и проповедники внесли неоценимый вклад в духовную сокровищницу не только Беларуси, но и других восточнославянских народов. Однако православное наследие, созданное этими людьми, мало исследовано и являлось не доступным для широкого круга читателей.

Сегодня Православная церковь принимает активное участие в общественной, политической и культурной жизни белорусского общества. Наблюдается тенденция к увеличению спроса на духовно-просветительные издания. В связи с этим особую актуальность приобретает описание концепции таких изданий. Это важно как для создания качественных книг и брошюр, так и для усовершенствования учебного процесса на факультетах, где ведется подготовка будущих издателей и редакторов.

Материалом для исследования послужила рукопись «Слова преподобного Симеона Нового Богослова и их особенности» (курсовое сочинение по кафедре гомилетики, написанное иеродиаконном Аристархом (Станкевичем) в 1973 г. в Московской духовной академии, за которое ему была присвоена ученая степень кандидата богословия).

Практическое значение работы видится в следующем. Во-первых, теоретический и практический материал может быть использован в учебном процессе: 1) для подготовки лекций и практических занятий по дисциплине «Технология редакционно-издательского дела»; 2) для разработки специального курса «Редакционно-издательская подготовка духовно-просветительных изданий». Во-вторых, издание книги послужит делу православной катехизации населения, возрождения и укрепления традиционной для Беларуси православной духовности, а также популяризации православной литературы.

Ключевые слова: духовно-просветительные издания, концепция, типология, читательский адрес, актуальность.

T. M. Maruniak

Belarusian State University of Transport

**THE CONCEPTION OF SPIRITUAL AND EDUCATIONAL PUBLICATIONS
ON THE EXAMPLE OF ARCHBISHOP ARISTARKH (STANKEVICH)
“THE WORDS OF THE VENERABLE SIMEON
THE NEW THEOLOGIAN AND THEIR PECULIARITIES”**

Gomel church writers and preachers have made an invaluable contribution to the spiritual treasury of not only Belarus, but also in other Eastern Slavic peoples. However, the Orthodox heritage created by these people, was not studied properly and was inaccessible are not accessible for the general readership. Today, the Orthodox Church is actively involved in the social, political and cultural life of the Belarusian society. There is a tendency to an increase in demand for spiritual and educational publications. In this regard, particular relevance description of the concept of such publications is becoming more essential. It is important for the creation of high-quality books and brochures, as well as for the improvement of the educational process in the departments, where future publishers and editors are trained.

The manuscript “The Words of the venerable Simeon the New Theologian and their peculiarities” served as the material for the study (course work in the department of homiletics written by hierodeacon Aristarkh (Stankevich) in 1973 at Moscow Theological Academy, for which his academic degree of Candidate of Theology has been assigned).

The practical significance of the work is seen as follows. Firstly, the theoretical and practical material can be used in the teaching process: 1) for the preparation of lectures and workshops on the subject “Technology of the editorial and publishing”; 2) for the development a special course “Editorial preparation of the spiritual and educational publications”. Secondly, the publication of the book will serve to catechetical Orthodox population, revival and strengthening of traditional Belarusian Orthodox spirituality as well as the popularization of Orthodox literature.

Key words: spiritual, educational publications, concept, typology, library address, date.

Введение. На сегодняшний день в православном мире достаточно хорошей духовной литературы. Но есть книги, которые помогают определить жизненные приоритеты и найти духовные ориентиры в современном мире. Будучи сокрыты от глаз современников, некоторые труды православных деятелей никогда не издавались и не исследовались. Данные работы вызывают большой интерес не только по своей особенной, свойственной православным священнослужителям манере изложения, но в большей степени по своему внутреннему содержанию, т. к. в них отражена вся глубина святоотеческого духовного наследия.

Основная часть. Идея подготовки и выпуска серии изданий духовно-просветительной направленности под общим названием «Духовное наследие Гомельщины» принадлежит протоиерею Игорю Ольшанову, благочинному Гомельского городского округа Гомельской епархии Белорусской православной церкви, настоятелю храма Святого Архангела Михаила в г. Гомеле, и протоиерею Александру Лопушанскому, члену Синодальной комиссии по канонизации святых Гомельской епархии Белорусской православной церкви, кандидату богословия. Именно они обосновали актуальность будущего проекта, который был поддержан и благословлен (как это принято в Белорусской православной церкви) епископом Гомельским и Жлобинским Стефаном.

По мнению организаторов проекта, время экономических перемен внесло в нашу духовную жизнь новые проблемы. Это, прежде всего, потеря нравственных ориентиров, резкое снижение уровня культуры, проникновение в сознание людей сомнительных ценностей. Главенствующая роль в распространении и навязывании детям и молодежи ложных идеалов. Поэтому в наше время все больший интерес у читателей проявляется именно к духовной литературе, а особенно к научным изысканиям своих знаменитых земляков.

Проследив историю развития религиозной литературы, можно отметить, что Церковь имеет два способа передачи людям христианских истин. Первый — это Евангелие и труды святых отцов, а второй — жития святых, художественная и научно-популярная литература, несущая идеи добра и любви.

Цель запланированной серии — познакомить общественность с интересными и познавательными работами, наполненными россыпью оригинальных мыслей авторов. Издание подобной литературы актуально и особенно востребовано в современных условиях.

Задачи редактора на этом этапе состояли в уточнении дефиниции термина «духовно-

просветительное издание» и обосновании первой книги серии. Существующее определение термина «духовно-просветительное издание» содержит указание только на религиозный контент, разъяснение постулатов мировоззрения, основанного на вере в существование высших божественных сил [1]. На наш взгляд, оно не вполне достаточно, поскольку не содержит указание на функциональное предназначение такого издания. Для того чтобы определить понятие духовно-просветительной литературы сегодня, обратимся к истории религиозно-церковной литературы и ее развитию.

Жанры духовно-просветительной литературы — это система основных письменных форм религиозной коммуникации, проявляющаяся в истории отдельных традиций в типологически сходных жанровых системах. Типологическое сходство жанрового состава разных религиозных традиций обусловлено общностью коммуникативных стратегий, характерных для истории религий.

В культурах, сформированных разными религиями, в истории жанров конфессиональной литературы наблюдаются определенные общие закономерности. Это сходство имеет типологическую природу. Оно проявляется в составе жанров и в относительной хронологии сложения отдельных жанров в своей религиозной традиции.

Основные направления, по которым шло жанровое развитие конфессиональной литературы, таковы: 1. Запись Учения, первоначально распространявшегося устно; в результате создается Священное Писание. Это тот духовный сдвиг, который со временем вызовет громадные последствия для всей коммуникативной организации религии и культуры народа. 2. Сложение религиозного канона; в итоге складывается оппозиция канонических книг и произведений, по хронологии, жанрам и темам примыкающих к канону, но не включенных в него (апокрифы, отреченные книги). 3. Сложение второго по значимости (после Священного Писания) корпуса высокоавторитетных текстов, которые восполняют содержательные лакуны Писания и дают к нему развернутый комментарий. Эти произведения, как и Писание, носят священный характер. Если обобщенно использовать христианские термины, то этот второй по значимости корпус сакральных текстов можно назвать Священное Предание; в христианстве Священное Предание — это сочинения Отцов Церкви; в иудаизме — Талмуд; в исламе — Сунна и хадисы. 4. Развитие теологии, или богословия (теоретического учения о Боге, Откровении, взаимоотношениях Бога и людей и др.). Начало

теологии закладывается в Священном Писании; основополагающие принципы обычно формулируются в Священном Предании; теология развивает, систематизирует и догматизирует учение, содержащееся в Писании и Предании. В отличие от Предания, которое мыслится завершенным, теология продолжает развиваться и в последующей истории религии, после окончания «святоотеческого» периода в ее истории. 5. На основе догматического богословия церковная иерархия вырабатывает краткое изложение вероучения — Символ веры и Катехизис. Это самые ответственные и репрезентативные жанры сложившейся конфессии. Вместе с 2–3 главными молитвами, Символ веры и Катехизис содержат тот вероучительный минимум, который известен самым широким кругам верующих. 6. Особую жанровую подсистему образуют тексты, используемые в богослужении (в храме, в культовых отправлениях вне храма, в молитве верующего). Это различные богослужебные книги и сборники молитв. 7. С мистическим началом, которое в той или иной мере живет в самых разных религиях, связан особый, самый прихотливый и поэтический пласт религиозной литературы, иногда также и устного словесного творчества — мистико-эзотерические сочинения (Каббала, Апокалипсис, Суфизм). 8. Проповедь изначально присутствует в религиозной коммуникации, предшествуя письменной фиксации Учения. Приобщение людей к Откровению Бога, посланному людям через пророка, начинается именно с проповеди. Если Откровение — это информационный «первотолчок» религии, то проповедь — это начало жизни учения среди людей (в их сознании и религиозной коммуникации). В разных конфессиях судьбы проповеди различны, что связано с особенностями в истории содержательной и жанровой коммуникации в той или иной конфессии. 9. Все религии Писания приходят к необходимости того или иного толкования и комментирования своих важнейших текстов — в силу присущего религиям Писания повышенного внимания к слову и стремления удержать его первоначальный смысл. Элементы комментирования иногда возникали уже в Писании (напр., в Новом Завете в тех случаях, когда речь повествователя или персонажа содержит глухую ссылку на Ветхий Завет, евангелист раскрывает ссылку, при этом на полях книги со временем стали сокращенно указывать то место в Библии, к которому отсылает данный стих). Потребности в комментариях к Писанию со временем формируют специальные комментаторские книги и жанры. 10. В дальнейшем, по мере роста юридических потребностей социумов, эта изначальная

связь вероучения и права станет основой для формирования специальной церковно-светской юрисдикции и соответствующих конфессиональных жанров и текстов. 11. В культурах, основанных на религии Писания, вокруг «ядра» основополагающих текстов вероучения складывается разнообразная и обширная литература переходного или смешанного, конфессионально-светского, характера. Церковные темы соединялись здесь с темами и задачами дидактики, полемики, историографии, филологии, естествознания и др. (в христианстве эту традицию открывает 10-томная Церковная история Евсевия Кесарийского (ок. 260 – ок. 350); святоотеческие Шестодневы (толкование трех первых глав из библейской Книги Бытия о том, как Бог в шесть дней создал мир; отсюда название — Шестоднев); мусульманские историко-биографические трактаты; церковно-светские полемические сочинения.

Приведенный перечень жанрово-тематических областей конфессиональной литературы является типолого-хронологическим. Прототип каждого жанра в том или ином виде содержится в Писании или Предании. Темы и жанры конфессиональной литературы заданы священными книгами, как бы вырастают из них и во многом определены этими основными текстами культуры. В религиях Писания учение не варьируется с легкостью, зато оно оказывается тем смысловым ядром, силовое поле которого порождает новые смыслы и новые тексты. Культура, в основании которой находится религия Писания, развивается в огромной зависимости от Писания — потому что требуются новые ответы на вопросы, поставленные Писанием; или появляется необходимость в уточнении правовых норм, продиктованных Писанием; или нуждаются в защите, истолковании или популяризации слова Писания [2].

В связи с этим мы предлагаем под духовно-просветительным изданием понимать издание религиозного содержания, не только разъясняющее постулаты мировоззрения, основанного на вере в существование высших божественных сил, но и предназначенное для ищущего человека, в том числе для людей с секулярным сознанием, задумывающихся о смысле жизни.

В отличие от иных видов литературы процедура получения рукописи духовно-просветительной тематики для редакционно-издательской подготовки имеет свою специфику. Она заключается в следующем.

Первым делом необходимо было обратиться с прошением о наличии рукописи в архивах на имя заведующего библиотекой Московской духовной академии игумена Дионисия (Шлёнова).

Затем отправить официальный запрос представить рукопись в оригинальном исполнении. После соблюдения этих процедур рукопись была представлена. Характеристика рукописи следующая: А-9 машинописный текст, А 81 Аристарх (Станкевич, Андрей Евдокимович; род. 1941), архиеп. Гомельский и Жлобинский, канд. богосл. Слова преподобного Симеона Нового Богослова и их особенности [Текст] : курс. соч. студента XXV вып. (1969–1973 гг.) по каф. гомилетики / Аристарх (Станкевич), иерод. — 1973. — 161 с. Имеются экземпляры в отделах: ФСВД Инв.133542, ФСВД Инв.133543.

Созданная концепция является методологической основой всего процесса редакторской подготовки издания. На основе концепции, с учетом специфики литературного произведения разрабатывается модель издания.

Для начала ведущему (выпускающему) редактору необходимо определить вид будущего издания, его целевое назначение. Первая книга серии «Духовное наследие Гомельщины» архиепископа Аристарха (Станкевича) «Слова преподобного Симеона Нового Богослова и их особенности» — научно-популярное издание духовно-просветительной тематики.

Создание концепции будущего издания напрямую связано с читательским адресом. Материалы книги могут быть полезны для профессорско-преподавательского состава, студентов духовных учебных учреждений и просто для любознательных читателей.

Большую роль в определении концепции играет исследование современного книжного рынка. Научные труды церковных деятелей Гомельщины не исследовались и не издавались.

Для научно-популярной книги основной функцией является популяризация и пропаганда научных знаний. Именно это в самом общем определении составляет целевое назначение рассматриваемой книги, а также накладывает свой отпечаток на формирование будущей модели книги [3].

Книгу должен сопровождать качественный и доступный широкому кругу читателей аппарат, обязательный элемент научно-популярных изданий — биография и описание деятельности автора. Были предусмотрены три группы элементов: отличительные элементы; справочно-поисковые элементы; элементы, дополняющие и поясняющие основной текст.

Отличительные элементы аппарата издания — выходные сведения. Выходные сведения содержат краткую индивидуальную и типовую характеристику издания, индивидуальные шифры, облегчают его обработку и читательский поиск в книжном магазине, библиотеке, а также

знаки охраны прав авторов произведений, опубликованных в издании. Расположены на обороте титульного листа. Помимо основных выходных сведений на обороте титульного листа приведена краткая аннотация к книге, которая сжато характеризует тематическое содержание издания, его социально-функциональное и читательское назначение, особенности формы.

К справочно-поисковым элементам издания относятся: содержание, которое раскрывает в первую очередь строение произведения, расположено в конце книги; колонцифры, содержащие информацию о номере страницы.

Вступительная статья, послесловие, библиографические списки, сноски относят к дополняющим и поясняющим основной текст элементам. Статья главного редактора серии протоиерея Игоря Ольшанова помещена в конце книги как послесловие по этическим соображениям. Библиографические списки приведены после третьей и четвертой частей книги, усиливают практическую ценность издания, повышают коэффициент полезного действия произведения, облегчают читателю возможность пользоваться изданием.

С учетом концепции редактор анализирует и оценивает авторский оригинал произведения и ведет работу по его совершенствованию, а именно, ведет редакционно-издательский процесс, добиваясь создания книги в соответствии с принятой концепцией.

Редакционно-издательская подготовка книги духовно-просветительной тематики имеет свою специфику, которую должен знать и к которой должен быть готов редактор, приступающий к разработке. Отметим основные моменты:

1. На подготовительном этапе каждый редактор должен проверить происхождение рукописи, сведения об авторе, изучить сопроводительные документы, а именно рецензию на рукопись, рекомендации Издательского совета (на сайте Издательского совета приведены список книг, не рекомендованных к изданию, Протоколы заседаний Коллегии по рецензированию).

2. Важные моменты редакционного этапа: подбор компетентного консультанта или редакционной коллегии (это связано со спецификой стиля и речи изданий духовно-просветительной тематики), изучение библиографического списка, обязательная сверка цитат и высказываний по каноническим книгам.

3. От того, как реализован замысел, зависит, получилась ли книга, выполнит она свои функции или нет, поэтому основная задача редактора на производственном этапе — добиться реализации замысла произведения.

4. Заключительный этап — итог проделанной совместной работы. Редактор должен принимать непосредственное участие в мероприятиях, связанных с привлечением внимания к книге: проводить совместно с автором презентации книги, помочь составить сопроводительные и информационные письма, подготовить (при необходимости) рекламные материалы.

Композиция — построение литературного произведения, объединяющее его части в единое целое, порядок их расположения. При разработке структуры издания было предложено включить в него пять частей.

Первая часть — это вступительная статья «Ориентир в море житейском», написанная епископом Гомельским и Жлобинским Стефаном. В ней рассказывается о первой книге серии «Духовное наследие Гомельщины» и о роли архиепископа Аристарха (Станкевича) в развитии Гомельской епархии.

Вторая часть книги «Жизненный путь архиепископа Аристарха (Станкевича)», где сообщается о жизни и становлении автора не только как архипастыря, но и наставника.

Третья «Слова преподобного Симеона Нового Богослова и их особенности» — труд архиепископа Аристарха (Станкевича), состоящий из четырех глав.

Четвертая часть имеет название «Троице-Сергиева лавра и русская культура». Эта статья, впервые опубликованная в Богословских трудах Московской духовной академии в 1989 году, помогает нам понять, откуда исходят истоки русской культуры, как и вообще всего русского просвещения.

Пятая часть — своеобразное послесловие под названием «Духовное наследие», написанное протоиереем Игорем Ольшановым. В нем говорится о значении духовной литературы, нравственных ценностях, идеалах, которые были и будут основополагающими направлениями деятельности для белорусского народа.

Такое построение книги, на наш взгляд, способствует последовательному знакомству с новой информацией и дает полное представле-

ние о деятельности архиепископа и о его духовном наследии.

Обязательной процедурой при подготовке изданий духовно-просветительской тематики является рецензирование (экспертная оценка) Издательским советом Белорусской православной церкви [4].

Рецензирование (экспертная оценка) изданий проводят с целью проверки соответствия их содержания учению и традициям Православной церкви, новейшим данным церковной науки, а также требованиям, предъявляемым к уровню редакционной подготовки, с учетом актуальности представленных на рецензирование изданий для современной церковной жизни. По результатам проведенного рецензирования Издательским советом выносятся заключения о целесообразности присвоения представленным на рассмотрение изданиям соответствующего грифа либо об отказе в присвоении.

При представлении материалов на рецензирование в Издательский совет необходимо подать прошение установленного образца (распечатку и электронную копию материалов), содержащее информацию об авторах книги, объеме издания, планируемом тираже, предполагаемом издательстве, расширенную аннотацию. Все печатные материалы, представляемые в Издательский совет на рецензирование, должны предварительно пройти научное редактирование (если таковое требуется), стиль-редактуру и первую корректуру.

После прохождения соответствующих процедур Коллегией по рецензированию и экспертной оценке Издательского совета Белорусской православной церкви предоставлено право использовать гриф «Рекомендовано к публикации Издательским советом Белорусской православной церкви».

Заключение. Таким образом, исходя из актуальности темы, глубины ее проработки, наличия книг указанной тематики в книгоиздании и книжной торговле, можно с уверенностью утверждать, что издание «Слова преподобного Симеона Нового Богослова и их особенности» архиепископа Аристарха (Станкевича) станет востребованным.

Литература

1. Издания. Основные виды. Термины и определения: СТБ ГОСТ 7.60–2005. Минск, 2005. 60 с.
2. Мечковская Н. Б. Энциклопедия «Религия» [Электронный ресурс] / Портал «Вертикальное развитие». URL: www.insai.ru/slovar/reli-gioznoi-literatury-zhanry (дата обращения: 01.10.2015).
3. Клецкая З. М. Редакторская подготовка по отраслям знаний: тексты лекций по одноименной дисциплине для студентов специальности 1-47 01 01 «Издательское дело». Минск: БГТУ, 2006. 216 с.
4. Положение о рецензировании и экспертной оценке изданий [Электронный ресурс] / Изд. совет БПЦ. URL: <http://izdatsovet.hram.by/polozhenie-o-recenzirovanii-i-ekspertnoj-ocenke-izdaniy> (дата обращения: 24.09.2015).

References

1. Publications. The main types. Terms and Definitions. STB GOST 7.60–2005. Minsk, 2005. 60 p. (In Russian).
2. Mechkovskaya N. B. *Entsiklopediya “Religiya”*. Portal “*Vertikal’noye razvitiye*” [Encyclopedia “Religion”. Portal “Vertical development”]. Available at: www.insai.ru/slovar/reli-gioznoi-literatury-zhanry (accessed: 10.01.2015) (In Russian).
3. Kletskeya Z. M. *Redaktorskaya podgotovka po otraslyam znaniy: teksty lektsiy po odnoimennoy distsipline dlya studentov spetsial’nosti 1-47 01 01 “Izdatel’skoe delo”* [Editorial training in fields of knowledge: The texts of lectures on discipline for students of the same name specialist 1-47 01 01 “Publishing”]. Minsk: BGTU Publ., 2006. 216 p.
4. *Polozheniye o retsenzirovanii i ekspertnoy otsenke izdaniy. Izd. Sovet BPC* [The position of reviewing and expert evaluation of publications. Univ. BPC advice]. Available at: <http://izdatsovet.hram.by/polozhenie-o-recenzirovanii-i-ekspertnoj-ocenke-izdaniy> (accessed: 09.24.2015) (In Russian).

Информация об авторе

Маруняк Татьяна Михайловна — заведующий редакционно-издательским отделом Белорусского государственного университета транспорта (246653, г. Гомель, ул. Кирова, д. 34, Республика Беларусь). E-mail: tanchik18121977@mail.ru

Information about the author

Maruniak Tatsiana Mikhaylovna — Head of the Publishing Department of the Belarusian State University of Transport (34, Kirova str., 246653, Gomel, Republic of Belarus). E-mail: tanchik18121977@mail.ru

Поступила 14.09.2016

УДК 655.512.3-053.4/.6:028.5

Н. И. Ковалевская, Л. И. Петрова

Белорусский государственный технологический университет

ДЕТСКОЕ ЧТЕНИЕ: ПРОЦЕСС ТРАНСФОРМАЦИИ

В статье рассмотрены проблемы грамотности, образования, культуры чтения, издания и доступности периодической и непериодической печатной продукции.

Акцент сделан прежде всего на «свободном чтении» — чтении на досуге, а не на аспектах, связанных с обучением чтению в школе.

Отражены процессы и тенденции развития детского чтения на современном этапе в Республике Беларусь. Раскрыты такие вопросы: как именно взаимодействуют в жизнедеятельности ребенка старые и новые средства коммуникации, как меняются взгляды и привычки детей, как складывается новая ситуация развития «электронной культуры» на читательской культуре ребенка и подростка, а также его информационной грамотности.

Выявлены объективные причины сложности и необходимости создания реальной картины детского чтения, которая опиралась бы не только на эмоции и личностный опыт издателей, но имела бы под собой реальные основания. Социокультурная ситуация и окружающая среда, в которой много различных каналов массовой коммуникации, различных печатных и иных материалов, оказывают сильное влияние на отношение детей и подростков к книге, меняют читательские привычки и пристрастия. Результаты исследования показали, что сегодня эти изменения носят и количественный, и качественный характер. Чтение оказывается одним из чувствительных социальных индикаторов, отображающих изменения в образе жизни и новых коммуникативных привычках и способах поведения детей и подростков.

Показана роль чтения в контексте формирования развития информационного общества.

Ключевые слова: культура чтения, издание, медиасреда, интернет, книга, грамотность.

N. I. Kovalevskaya, L. I. Petrova

Belarusian State Technological University

CHILDREN'S READING: THE PROCESS OF TRANSFORMATION

The article deals with the problem of literacy, education, culture of reading, publishing and availability of periodicals and non-periodical printed matter.

Emphasis is made primarily on the «free reading» ¼ reading in the spare time, rather than on the aspects related to learning to read at school.

The processes and tendencies of the development of children's reading are shown at the present stage in the Republic of Belarus. The following questions are under consideration i.e. the process of interacting in child's vital activity of old and new means of communication, changing attitudes and habits of children, and as a result, the influence of the new situation of «electronic culture» on the teenager and child's reading culture as well as their information literacy.

Identified objective reasons for the complexity and the need to create a realistic picture of children's reading, which would focus not only on emotions and personal experience of publishers, but would have a real basis. It is the sociocultural situation and the environment in which there are many different channels of mass communication, a variety of printed and other materials that have a strong influence on the attitudes of children and adolescents to the book, changing the reading habits and preferences. The results showed that today these changes have the quantitative and qualitative nature. Reading appears to be one of the sensitive social indicators reflecting changes in lifestyle and new communication habits and ways of children and adolescents' behavior. The reading role in the context of the formation of the Information Society is signified.

Key words: reading culture, publishing, media environment, the Internet, book, literacy.

Введение. В наши дни проблемы грамотности, образования, культуры чтения, которые лежат в основе информационной культуры личности, становятся особенно значимыми и выходят на уровень проблем, от которых зависит благополучие нации.

В последние десятилетия во многих странах мира отношение к чтению значительно изменилось. Чтение, образование и культура стали рассматриваться в развитых странах в качестве национальных приоритетов развития. Годы 2003–2012 были объявлены ООН десятилетием

грамотности. Понимание важности и ценности чтения мировым сообществом привело к тому, что сегодня во многих развитых и развивающихся странах осуществляется политика поддержки и продвижения чтения, в основе которой лежит поддержка чтения подрастающего поколения.

Детское чтение сегодня — область, где уже существует и продолжает накапливаться множество проблем. В последние годы произошло ухудшение целого ряда характеристик чтения у детей и подростков, снижение их уровня грамотности. Утрачивается не только культура чтения, но и культура речи, поскольку не осваивается значительная часть любимой когда-то литературной классики, составляющей ранее значительную часть репертуара чтения детей и подростков.

Осознание обществом этого неблагополучия отражается в средствах массовой информации. Существует и продолжает накапливаться ряд мифов. Высказывания типа «дети не читают», «дети читают только Гарри Поттера», «компьютер совсем вытеснил книгу» и прочие продолжают тиражироваться многими СМИ. Подобные высказывания, имеющие под собой ряд вполне объективных оснований, стали волновать как широкую общественность, так и профессионалов, имеющих отношение к проблеме чтения [1].

Основная часть. В последние десятилетия в Беларуси, так же как и во многих странах мира, продолжается процесс падения уровня читательской культуры населения.

В начале XXI в. дети действительно читают «не то» и «не так», как предыдущие поколения. Однако они, безусловно, читают, но иначе, чем раньше, а также далеко не те произведения, которые были любимы и популярны у их родителей, и особенно их дедушек и бабушек. В то же время интенсивно идет процесс трансформации, коренного изменения читательских привычек юных читателей. Меняются практически все характеристики детского чтения: статус чтения, его длительность (время чтения на досуге), характер и способ работы с печатным текстом, репертуар чтения детей и подростков, мотивы и стимулы чтения, предпочитаемые произведения, источники получения печатной продукции, информации в целом и многое другое.

У современного подростка есть большие возможности выбора того или иного способа проведения досуга. Это различные средства массовой коммуникации и электронные масс-медиа. Именно дети, подростки, юношество и молодежь сегодня — самые активные социальные группы, легко осваивающие новые ин-

формационные технологии. Они не имеют психологических барьеров, которые мешают взрослым, поскольку восприимчивы к новому; многие из них уже в раннем детстве знакомятся с компьютером. Это новое «мультимедийное поколение», у которого другие ценности, модели поведения и ориентации в мире информации [2].

Новые информационные технологии все глубже проникают в нашу жизнь. Дети и подростки наиболее подвержены их влиянию. Увеличение числа телевизионных каналов, развитие кабельного телевидения и новых возможностей, которые предоставляют видеотехника и компьютеры, приводит к тому, что «экранная культура» все сильнее влияет на чтение детей и подростков. И эта проблема остро стоит не только в Беларуси.

Спад интереса населения к чтению книг и особенно серьезной литературы наблюдается в разных странах. Молодые финны предпочитают книге интернет, телевизор и компьютерные игры. Согласно данным исследования Национального Фонда искусств США, число любителей чтения особенно заметно сократилось среди молодых людей. Эти изменения эксперты фонда объясняют влиянием на американское общество электронных средств массовой информации и интернета. В Китае главной причиной снижения читаемости называют дефицит времени для чтения, связанный с ускорением жизненного ритма. Другой причиной является развитие новых носителей информации помимо печати.

В 2009–2010 гг. Национальной библиотекой Беларуси совместно со всеми областными, центральными городскими и районными, а также сельскими библиотеками в соответствии с планом Министерства культуры по согласованию с Министерством образования было проведено республиканское социологическое исследование «Современное состояние и тенденции развития детского чтения в Республике Беларусь».

В сегодняшней ситуации процесс социализации личности становится особенно сложным. Наряду с основными социальными институтами образования и воспитания — семьей и школой — в нем все большую роль играют «электронные воспитатели».

Исследования показали, что сегодня подростки все больше тяготеют к медиатекстам в электронном формате (телевизионном, компьютерном, интернетном и пр.). Продолжает расширяться медиасервис, который окружает подрастающее поколение: возрастает количество каналов коммуникации, идет перераспределение функций этих каналов. Что дает детям и подросткам широкий выбор, который, как

правило, решается в сторону наименее «затратных» способов чтения медиатекстов. Например, необременительного просмотра развлекательных телепередач.

Телевидение играет большую роль в жизни детей и подростков. Репертуар программ и передач, которые смотрят подростки, широк и разнообразен. Школьники любят смотреть юмористические передачи, передачи о путешествиях, приключениях, о природе и животных, младшие предпочитают мультфильмы, старшие — музыкальные программы и новости спорта. Они любят смотреть телесериалы и художественные фильмы. Многие подростки — активные любители игр, конкурсов, викторин. Таким образом, телевидение — это и образование, и отдых, и развлечения. Это также источник рекламных роликов, полных клишированных образов — стереотипов. Кинофильмы, сериалы и рекламные ролики задают определенные правила и модели поведения, влияют на сознание и подсознание.

Каждый третий подросток смотрит телесериалы. Все больше героев — образцов для подражания — подростки находят среди «звезд» западных кинофильмов, эстрадных певцов и певиц, часто пребывающих на телеэкранах и киноэкранах.

В связи с тем, что и репертуар современного книгоиздания, и репертуар телепередач ориентированы на остросюжетные произведения массового спроса, то не удивительно, что в чтении детей и, особенно, подростков доминирует остросюжетная развлекательная литература, а также произведения, написанные по сценариям сериалов и кинофильмов. Под влиянием телевидения и видеопросмотров усиливается интерес к темам и жанрам, которые широко представлены на телеэкране и в видеопрокате, — детективам, триллерам, «фэнтези», «ужасам», «кинороманам» [3].

Диспропорции в издании литературы для детей и юношества привели к тому, что в литературный процесс мало попадают современные отечественные писатели, в связи с чем репертуар чтения художественной литературы подростков и юношества пока что обновляется за счет западной литературы — таких жанров, как триллеры (ужасы), детские детективы и фэнтези. Актуальная художественная литература для подростков и юношества, где бы говорилось о современных проблемах, замещается, таким образом, частично — журналами, частично — детективами и любовными романами для взрослых, частично — фэнтези.

Далеко не все, что нужно подросткам, сегодня издается и попадает на прилавки магазинов.

Читатели 10–15 лет остро нуждаются в современных книгах о своих сверстниках. Именно эти книги широко представлены в репертуаре чтения у школьников на Западе. Для них пишется и издается множество произведений — так называемой «социально-критической» литературы. Это повести и романы, которые помогают юным читателям познавать окружающий мир, адаптироваться к реалиям и проблемам современной жизни. Такие книги практически не издаются сегодня в Беларуси. И это обстоятельство обуславливает повышенный интерес подростков к тем книгам западных писателей, где фигурируют герои подросткового и юношеского возраста.

В Беларуси издание новых книг для детей и подростков осложняется тем, что издатели и распространители не хотят рисковать, публикуя новых, не известных писателей. К тому же детские книги — это довольно дорогие книги, поскольку они должны быть изданы на хорошей бумаге, с иллюстрациями. Поэтому издатели и распространители предпочитают издавать и продавать тех писателей и те произведения, которые известны и чьи книги будут раскуплены. Но репертуар чтения подростков, таким образом, деформируется, и в чтение книг, столь необходимых для их взросления, почти не попадает.

Электронная культура, в том числе видеопродукция и разнообразные мультимедиа, зачастую воспринимаются как конкуренты печатному слову. Дело не в том, какое средство будет выбираться — книга или компьютер, где будет текст — на бумаге или на экране монитора, дело в другом: что же именно будет там читаться, как будет идти процесс восприятия и понимания текста и какую информацию, какие знания, какую культуру и искусство будут представлять различные типы медиа для развития юной личности.

В последние годы многие исследователи (В. С. Собкин, К. А. Тарасов и др.) обращали внимание на негативные тенденции, связанные с проблемой экранного/медийного влияния на несовершеннолетнюю аудиторию. Современная молодежь хочет получать информацию визуально, легким и увлекательным способом, что негативно отражается на абстрактном мышлении подростков, их способности понимать прочитанное и размышлять над его смыслом. Отмечается тенденция к прагматизации, компенсаторности и поверхностности чтения (читаются произведения кратких жанров — статьи в энциклопедиях и справочниках, инструкции и руководства, журналы, прежде всего развлекательного характера, чаще всего обращаются

к электронным носителям). Отводя чтению, прежде всего, информационную роль, подростки в ее реализации преимущество отдают компьютеру. Подростки видят в компьютерах, прежде всего, своеобразную «выручалочку», позволяющую избежать самостоятельного поиска, сбора и создания информации. Однако чтение книг — это не только получение знаний в виде системы, но и развитие образного мышления, уровня художественного восприятия, познание не только мира, но и самопознание, умение переживать и сопереживать.

Результаты исследования позволили выявить следующие тенденции, характерные для чтения современных детей и подростков:

- постепенное снижение к печатному слову, падение престижа чтения;

- сокращение доли чтения в структуре свободного времени детей и юношества;

- изменение характера чтения, которое становится более индивидуальным, прагматичным, информационным и поверхностным;

- преобладание «делового» чтения над «свободным» (как правило, начиная с подросткового возраста постепенно растет доля читающих литературу преимущественно по школьной программе);

- возрастание числа учащихся, ограничивающихся чтением книг только по школьной программе;

- увеличение гендерных различий в чтении;

- изменение досугового чтения у подростков в сторону предпочтения литературы развлекательного характера;

- усиление воздействия низшего слоя массовой культуры, особенно аудиовизуальной, на досуговое чтение;

- «клиширование», упрощение и огрубление речи, поскольку дети не осваивают язык классического наследия (в том числе и язык русской и зарубежной классики, которая раньше составляла значительную часть репертуара чтения детей и подростков).

Чтение, безотносительно к тому, происходит ли оно в виде прочтения книги или текста с экрана компьютера, — это первооснова развития личности. Досуговое чтение школьников — это именно то чтение, которое позволяет освоить личности мировую книжную культуру, сформировать собственный внутренний мир и построить свою индивидуальность. Именно «свободное» чтение дает многим детям и подросткам возможность путем самообразования компенсировать недостатки и ущербность социокультурной среды [3].

Поскольку феномен чтения (и «нечтения») очень сложен, сегодня особенно необходимы

фундаментальные, междисциплинарные исследования чтения, функциональной грамотности (и неграмотности), изучение психологических, педагогических и иных аспектов читательской деятельности.

Сейчас, когда ухудшаются характеристики детского чтения, особенно требуются комплексные исследования детского чтения. Мы остро нуждаемся в мониторинге и междисциплинарных исследованиях чтения подрастающего поколения. Между тем, в разных странах мира проводится множество исследований детского чтения специалистами разных наук. Особый вклад в изучение чтения за рубежом уже несколько десятилетий вносят исследователи-педагоги, которые изучают различные аспекты чтения школьников в контексте реформ образования в развитых странах мира.

Многие страны мира особенно ясно осознали ценность знания и компетентности, необходимость развития читательской грамотности и информационной культуры, развития области обучения этим умениям и навыкам детям и подросткам. Мировой опыт неопровержимо свидетельствует, что наибольшие успехи достигаются в тех странах, где проводится государственная политика в области чтения и где акцент в этой политике сделан на чтении детей и юношества. Наиболее яркими примерами в этом плане могут служить Франция и Великобритания, где существует (в определенной мере) целостная политика в области поддержки чтения, особенно чтения детей и подростков. Она проводится государством и носит межведомственный характер. Во Франции, например, она инициируется Министерством культуры, в Великобритании — Министерством образования [4].

Сегодня, когда особенностями современного развития общества являются информатизация, развитие высоких технологий и усложнение социальной жизни, цена малограмотности и неумения читать и анализировать информацию становится особенно высокой. Конкурентоспособность развитых государств, их участие в мировом рынке разделения труда все сильнее зависит от уровня образования работников, их умения и способности к постоянному повышению квалификации. Самообразование (и чтение) становится непрерывным, длящимся в течение всей жизни. Поэтому развитые страны предпринимают серьезные усилия для решения проблемы нечтения.

Поскольку чтение — это способность воспринимать письменную информацию, передаваемую тем или иным способом, в том числе различными техническими устройствами, проблему его развития необходимо рассматривать

прежде всего в контексте развития информационного пространства Беларуси, осваивать которое будут те, кто сегодня является детьми. Перспективы развития страны во многом связаны с состоянием чтения детей и подростков. Поэтому назрела острая необходимость принятия мер на государственном уровне в поддержку детского чтения. Важным при этом является четко оформленная в виде планов и программ государственная политика.

В последнее десятилетие многие страны мира демонстрируют новые подходы и политику, которая способна быстро продвинуть общество на новый уровень развития. Это сценарий формирования информационного общества с новой экономикой, которая основана на знаниях и где акценты сделаны на развитие науки, инноваций, информационной индустрии, образования и культуры [5, 6].

Заключение. Развитие в Беларуси информационного общества — задача настоящего и будущего, но одно совершенно ясно — жить в нем придется тем, кто сегодня является детьми.

Именно они — жители будущего глобального мира, который будет состоять из многих информационных обществ разных стран.

Безусловно, главное при построении информационного общества — четко оформленная в виде планов и программ государственная политика, однако изменение общества — это и задача самих граждан. Необходимо изменение сознания людей в ракурсе понимания происходящих процессов: что может дать информационное общество его гражданам и как можно способствовать его созданию.

Новые технологии кардинально меняют жизнь, и в этом плане информационное общество является обществом, в котором каждый гражданин может улучшить свою жизнь хотя бы тем, что он получает доступ к огромному количеству информации — и тем самым, к образованию и культурным ценностям. Сегодняшний этап развития в Беларуси информационного общества, затрагивает всех и каждого, и особенно тех, кто работает с детьми и информацией [7].

Литература

1. Стефановская Н. А. Социологические исследования чтения: теория, методика, практика. М.: Литера, 2013. 143 с.
2. Чтение и время: материалы VI науч.-практ. конференции 2014 г. / Брян. обл. науч. универс. б-ка им. Ф. И. Тютчева. Брянск: БОНУБ, 2014. Режим доступа: http://libryansk.ru/files/project/chtenie_i_vremya/2.html.
3. Чудинова В. П. Функциональная неграмотность — проблема развитых стран // Социологические исследования. 1994. № 3. С. 98–102.
4. Дунн Дж. Детское чтение в Великобритании: обзор существующих тенденций // Детское чтение: Феномен и традиция в конце XX столетия: материалы Междунар. конф. Ч. 1. СПб., 1999. С. 146–151.
5. Чудинова В. П., Кабачек О. Л. Дети и библиотеки в меняющейся медиасреде. М.: Школьная библиотека, 2004. 336 с.
6. Куликова Е. В. Продвижение детского чтения // Как создаются читающие нации: опыт, идеи, образцы: сб. материалов // Фонд «Пушкинская библиотека, Центр книги Биб-ки Конгресса США», Британский Совет. М., 2006. С. 24–29.
7. Сушко Н. И. Анализ читательских интересов детей и подростков: проблемы чтения, издания и доступности печатной продукции // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. 2009. Вып. XVII. Минск: БГТУ, 2009. С. 97–101.

References

1. Stefanovskaya N. A. *Sotsiologicheskiye issledovaniya chteniya: teoriya, metodika, praktika* [Sociological reading research: theory, methodology, practice]. Moscow, Litera Publ., 2013. 143 p.
2. *Chtenie i vremya: materialy VI nauch.-prakt. konferentsii, 2014 g.* [Reading and time of the VI nauch: Pract. Conference 2014]. Available: http://libryansk.ru/files/project/chtenie_i_vremya/2.html (accessed: 12.09.2016).
3. Chudinova V. P. Functional illiteracy — the developed countries the problem. *Sotsiologicheskiye issledovaniya* [Sociological studies], 1994, no. 3, pp. 98–102 (In Russian).
4. Dunn Dzh. [Children's Reading in the UK: a review of current trends]. *Detskoye chteniye: Fenomen i traditsiya v kontse XX stoletiya: Materialy Mezhdunar. konf. Ch. 1.* [Children's reading: A phenomenon and tradition at the end of the XX century: materials of the Intern. Conf. Part 1.]. St. Petersburg, 1999, pp. 146–151.

5. Chudinova V. P., Kabachek O. L. *Deti i biblioteki v menyayushcheysya mediasrede* [Children and library in a changing media environment]. Moscow, Shkol'naya biblioteka Publ, 2004. 336 p.

6. Kulikova E. V. [Promoting Children's Reading]. *Kak sozdayutsya chitayushchiye natsii: opyt, idei, obraztsy: sb. materialov* [As the reading nations are created: experience, ideas, samples: materials]. *Fond "Pushkinskaya biblioteka, Tsentr knigi Bib-ki Kongressa SShA", Britanskiy Sovet* [Fund "Pushkin Library, Center for Book Bib-ki of the US Congress", The British Council]. Moscow, 2006, pp. 24–29 (In Russian).

7. Sushko N. I. Analysis of reading interests of children and adolescents: reading problems, publication and availability of printed materials. *Trudy BGTU* [Proceedings BSTU], series IX. Printing and Publishing, 2009, issue XVII, pp. 97–101 (In Russian).

Информация об авторах

Ковалевская Наталья Ивановна — ассистент кафедры редакционно-издательских технологий. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: naivs@tut.by

Петрова Людмила Ивановна — кандидат филологических наук, профессор. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: lyuda47@bk.ru

Information about authors

Kovalevskaya Natal'ya Ivanovna — assistant lecturer, the Department of Editing and Publishing Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: naivs@tut.by.

Petrova Lyudmila Ivanovna — PhD (Philological), Professor, the Department of Editing and Publishing Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lyuda47@bk.ru.

Поступила 13.09.2016

УДК 006(476):655

Е. К. Лабоха

Белорусский государственный технологический университет

**НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ БЕЛАРУСИ В СФЕРЕ КНИГОИЗДАНИЯ
НА РУБЕЖЕ XX–XXI ВЕКОВ**

В статье систематизированы сведения о нормативной документации Беларуси в сфере книгоиздания с 1990 г. по настоящее время. Уделено внимание документам в области регулирования книгоиздательской деятельности государственными органами (Комитетом по печати, Министерством информации), в области лицензирования (с 1992 г. по 2013 г.) и регистрации (с 2013 г.) издательской деятельности, в области авторского права (от Положения до Закона), в области налогообложения и аренды. Показано, каким образом и в какую сторону менялась документация в этих сферах с течением времени. Оговорены основные пути осуществления государственной поддержки книгоиздания на современном этапе, отмечено, что основной формой государственной поддержки в книгоиздании сегодня является прямая поддержка в виде дотаций на социально значимые издания. Показано влияние отдельных нормативных документов на развитие и функционирование белорусского книгоиздания, в частности на белорусскоязычный сегмент и сегмент книг для детей.

Данное исследование проводится на кафедре редакционно-издательских технологий БГТУ в рамках диссертационного исследования на тему «Формирование и основные тенденции развития современных издательских стратегий Беларуси в области переводной литературы».

Ключевые слова: нормативная документация, книгоиздание, авторское право, регулирование издательской деятельности, поддержка книгоиздания.

E. K. Labokha

Belarusian State Technological University

**BELARUSIAN GOVERNING DOCUMENTS REGULATING PUBLISHING
FIELD AT THE TURN OF XXI CENTURY**

The article systematizes data on the Belarusian governing documents regulating publishing field since 1990 till nowadays. The focus is particularly on the documents concerning book-publishing regulation by the public authorities (Publishing Committee, Ministry of Information), concerning licensing (from 1992 till 2013) and registration in the publishing field (from 2013), concerning copyright, tax and renting. The article shows, how and in what way documents in the mentioned fields were changing in the course of time. The main trends of the state support for the book publishing in recent times are mentioned. The impact on the development and functioning of the Belarusian book publishing by separate governing documents is under consideration. Particularly Belarusian and children segments are under the influence.

The study was carried out as part of a thesis research project titled «Formation and main development trends of Belarusian contemporary publishing strategies concerning translated works».

Key words: governing documents, book publishing, copyright, control of publishing, support for the book publishing.

Введение. Развитие любой отрасли тесно связано с нормативно-правовой базой этой отрасли, издательское дело не является исключением. В практическом пособии Национальной книжной палаты Беларуси «Что нужно знать об издательской деятельности» говорится: «издательская деятельность в Республике Беларусь регулируется нормативными правовыми актами общегосударственного и отраслевого значения: законами, указами и декретами президента, постановлениями правительства, распорядительными документами Министерства информации, международными правовыми актами и соглашениями, техническими нормативными правовыми актами» [1, с. 5].

Нашей *целью* было исследовать изменения в нормативной документации Беларуси, относящейся к издательскому делу, с 1991 г. по настоящее время и определить их влияние на книгоиздательский процесс.

Основная часть. Для выполнения исследования мы решили рассмотреть динамику нормативных документов, разделив их по следующим группам:

– документы в области регулирования книгоиздательской деятельности государственными органами;

– документы в области лицензирования и регистрации издательской деятельности;

– документы в области авторского права;
– документы в области налогообложения и аренды.

Государственные органы, регулирующие книгоиздательскую деятельность. Одним из первых принятых в независимой Республике Беларусь нормативных документов в области книгоиздания было Постановление Совета Министров от 6 мая 1992 г. № 256 «Об организации государственного управления сферой информации и книгоиздания, о структуре и штатах центрального аппарата Министерства информации». В данном постановлении определены функции Министерства информации Республики Беларусь, в число которых вошли следующие:

- создание и развитие единой системы информации и книгоиздания в республике;
- участие в реализации Государственной программы развития белорусского языка и других национальных языков в Республике Беларусь;
- разработка государственных программ развития средств массовой информации и книгоиздания как важной составной части белорусской национальной культуры, организация их исполнения;
- обеспечение государственных гарантий развития печати и других средств массовой информации, издательской деятельности и контроля за исполнением соответствующего законодательства;
- регистрация средств массовой информации, выдача лицензий на издательскую и полиграфическую деятельность;
- усовершенствование системы распространения периодической печати и книжной продукции [2].

В 1994 г. Министерство культуры и Министерство информации были объединены в Министерство культуры и печати (согласно постановлению Совета Министров № 145 от 14 марта 1994 г.), к которому перешли функции по регулированию книгоиздания. Однако уже в 1996 г. постановлением Кабинета Министров Республики Беларусь № 394 было утверждено «Положение о Государственном комитете Республики Беларусь по печати» (принятое сокращение — Госкомпечать). В область функций Госкомпечати вошли в том числе регистрация и перерегистрация периодических изданий, лицензирование издательской и полиграфической деятельности. Также комитет должен был разрабатывать «государственный заказ на реализацию издательских проектов и программ выпуска социально значимой литературы, учебников, учебно-методических изданий для общеобразовательных школ, средних специальных и высших учебных заведений, литературы на языках

национальных меньшинств Республики Беларусь» и решать вопросы, связанные с ценообразованием на данную категорию литературы [3].

Государственный комитет Республики Беларусь по печати осуществлял свою деятельность до 2001 г., в октябре которого Постановлением Совета Министров № 1545 было утверждено «Положение о Министерстве информации Республики Беларусь». С этого времени задачи по регулированию деятельности в области книгоиздания и книгораспространения перешли в ведение Министерства информации, где находятся и по сей день.

Лицензирование и регистрация издательской деятельности. С 1992 г. Министерство информации начало выдавать лицензии на осуществление издательской деятельности [4, с. 19]. Некоторую сложность представлял тот факт, что до февраля 1993 г. в Беларуси не было своего агентства по международной стандартной нумерации книг, и поэтому белорусским издательствам приходилось кооперироваться с издательствами России и других соседних стран.

В 1997 г. был изменен порядок выдачи лицензий на осуществление издательской деятельности в связи с реорганизацией министерств и созданием Государственного комитета по печати, и с июля 1997 г. начата перерегистрация лицензий на издательскую деятельность согласно новым правилам. Всего за 1992–1997 гг. было выдано почти полторы тысячи лицензий на осуществление издательской деятельности [4, с. 19].

20 октября 2003 г. постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1376 было утверждено новое «Положение о лицензировании издательской деятельности», а ранее Декретом Президента Республики Беларусь № 17 от 14.07.2003 «О лицензировании отдельных видов деятельности» было установлено, что лицензии на осуществление издательской деятельности должно выдавать Министерство информации.

7 июля 2013 года вступил в действие Закон Республики Беларусь № 8-3 «Аб выдавецкай справе ў Рэспубліцы Беларусь», которым с этого времени «определяются основы издательского дела, регулируется порядок государственной регистрации и перерегистрации издателей, изготовителей и распространителей печатных изданий» [1, с. 15]. Помимо прочего, Законом закреплен отказ от лицензирования издательской деятельности в пользу государственной регистрации издателей. В отличие от лицензий, которые выдавались на 5 лет (с возможностью продления), регистрация является бессрочной.

Авторское право. В 1992 г. согласно постановлению Совета Министров № 676 было утверждено «Положение об управлении по авторским и смежным правам при Совете Министров Республики Беларусь» — первый нормативный акт в области авторского права в истории современной Беларуси. Однако формулировки данного Положения были достаточно обтекаемыми, кроме того, документ не предписывал действенных мер по установлению и наказанию правонарушений. Несмотря на наличие этого документа, в первой половине 1990-х гг. было огромное количество нарушений в области имущественных авторских прав авторов (в частности неправомерное издание оригиналов и переводов произведений).

Закон Республики Беларусь № 370-ХІІІ «Об авторском праве и смежных правах» был принят 16 мая 1996 г. Этот закон был более совершенным по сравнению с предшествовавшим ему Положением. Действовал он до принятия в мае 2011 г. нового Закона Республики Беларусь № 262-З «Об авторском праве и смежных правах», в котором детализированы некоторые положения, более подробно описано действие закона в отдельных случаях.

Налогообложение и аренда. Налог на добавленную стоимость. С 1992 г., согласно Закону Республики Беларусь № 1525-ХІІ «О внесении изменений и дополнений в законы Республики Беларусь о налогообложении», не облагались налогом на добавленную стоимость детская литература, школьные учебники и тетради. Данный закон действовал до вступления в силу Закона Республики Беларусь № 72-З «О введении в действие особенной части налогового кодекса Республики Беларусь, внесении изменений и дополнений в общую часть налогового кодекса Республики Беларусь и признании утратившими силу некоторых законодательных актов Республики Беларусь и их отдельных положений по вопросам налогообложения» от 29 декабря 2009 г.

В 1996 г., согласно Закону Республики Беларусь № 184-ХІІІ «О внесении изменений и дополнений в Закон Республики Беларусь “О налоге на добавленную стоимость”», освобождалась от обложения налогом на добавленную стоимость «издательская деятельность по выпуску учебной и методической литературы для общеобразовательных школ, ПТУ, средних специальных и высших учебных заведений, допущенной в качестве такой литературы Министерством образования и науки Республики Беларусь» [5].

С середины 2000 г. до 1 января 2002 г. индивидуальные предприниматели и организации освобождались от уплаты налога на добавлен-

ную стоимость по оборотам от реализации книжной продукции, связанной с образованием, наукой и культурой, а также работ и услуг по ее изданию, производству и распространению, включая внешнеторговые операции согласно Указу Президента Республики Беларусь № 312 от 2 июня 2000 г. «О некоторых мерах по обеспечению населения республики книжной продукцией, связанной с образованием, наукой и культурой, и о государственной поддержке книгоиздания в 2000–2001 годах».

Налог на прибыль. С 1994 по 2002 г. (до вступления в силу постановления Министерства по налогам и сборам Республики Беларусь № 30 от 18 марта 2002 г. «Об утверждении инструкции о порядке исчисления и уплаты в бюджет налогов на доходы и прибыль») облагаемая налогом прибыль уменьшалась на прибыль издательств и типографий, полученную от издания литературы, газет и журналов на белорусском языке.

В 1996 г., согласно Закону Республики Беларусь № 237-ХІІІ «О внесении изменений и дополнений в Закон Республики Беларусь “О налогах на доходы и прибыль предприятий, объединений, организаций”», не облагалась налогом прибыль «от издательской деятельности по выпуску учебной и методической литературы для общеобразовательных школ, ПТУ, средних специальных и высших учебных заведений, допущенной в качестве такой литературы Министерством образования и науки Республики Беларусь» [6].

Аренда помещений. Согласно Указу Президента Республики Беларусь № 495 от 30 сентября 2002 г. «О совершенствовании порядка определения размеров арендной платы и передачи в безвозмездное пользование общественных, административных и переоборудованных производственных зданий, сооружений, помещений», предоставлялись в безвозмездное пользование общественные, административные и переоборудованные производственные помещения «государственным юридическим лицам, осуществляющим издательскую деятельность, а также юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям для производства и (или) реализации книжной продукции, связанной с образованием, наукой и культурой, при условии, что объем производства и (или) реализации этой продукции составлял более 50% от общего объема ее производства и (или) реализации» [7]. Данный Указ действовал до 2009 г., когда был принят Указ Президента Республики Беларусь № 518 «О некоторых вопросах аренды и безвозмездного пользования имуществом». Согласно Указу Президента № 518 (утратил силу в 2012 г.), недвижимое имущество, находящееся

в собственности государства, предоставлялось в безвозмездное пользование государственным юридическим лицам для осуществления издательской деятельности.

Государственная поддержка книгоиздания на современном этапе. В настоящее время государство практикует прямую и косвенную поддержку книгоиздания. К прямой относятся дотации на подготовку и выпуск социально значимой литературы. Согласно Закону об издательском деле, социально значимые издания — это издания «...которые выпускаются в свет в целях исполнения законодательных актов, государственных и отраслевых программ, в других целях, в том числе печатные издания, предназначенные для комплектования фондов библиотек» [8]. План выпуска такой литературы формируется и утверждается Министерством информации, размер субсидий обычно составляет 10–50%, но в некоторых случаях может достигать 90% от сформированной издательством отпускной цены [1, с. 13]. Косвенная поддержка может заключаться «в послаблениях в налоговом и таможенном режимах, снижении платы за аренду помещений» [1, с. 13].

Сегодня основными нормативными документами в области книгоиздания являются [1, с. 5]:

- Конституция Республики Беларусь (действует опосредованно, через обеспечение прав);
- Закон Республики «Аб выдавецкай справе ў Рэспубліцы Беларусь»;
- Закон Республики Беларусь «Об авторском праве и смежных правах»;
- Закон Республики Беларусь «О рекламе»;
- Закон Республики Беларусь «О государственных секретах»;
- Закон Республики Беларусь «О коммерческой тайне»;
- постановление Кабинета Министров Республики Беларусь «О минимальных ставках авторского вознаграждения за издание произведений науки, литературы и искусства»;
- постановление Совета Министров Республики Беларусь «Об утверждении Положения об обязательном бесплатном экземпляре документов и признании утратившими силу некоторых постановлений Правительства Республики Беларусь».

Влияние нормативных документов на результаты издательской деятельности. Всего с 1991 по 2013 г. белорусскими издательствами было выпущено 24 638 наименований переводных изданий, из них 7761 наименование вышло в 1991–2000 гг., 13 903 — в 2001–2010 гг. Среди них на белорусском языке выпущено: в 1991–2000 гг. — 659 наименований (8% от общего объема), в 2001–2010 гг. — 627 наименований (4,5%). В 2011–2013 гг. всего

выпущено 2974 наименования переводных изданий, из которых 218 (7%) — на белорусском языке.

В целом в 1991–2010 гг. отмечался значительный рост объемов выпуска переводной литературы (от 195 наименований с 1991 г. до 1565 в 2000 г.). Некоторые частные издательства (например, «Харвест») стали практиковать выпуск изданий, в том числе переводных, совместно с российскими издательствами, что влияло на статистику переводной литературы, особенно художественной. Что касается издания переводной литературы на белорусском языке, то в 1991–1994 гг. отмечался рост выпуска со значительным спадом в 1995 г., причиной которого была сложная экономическая ситуация. С 1998 г. наблюдалась положительная динамика.

В 2001–2013 гг. динамика выпуска переводных изданий неравномерна. До 2008 г. в целом наблюдался рост количества наименований с единовременным спадом в 2004 г. После 2008 г. выпуск переводных изданий снижается. Что касается выпуска белорусскоязычных переводных изданий, то здесь наблюдается тенденция к увеличению объемов выпуска, за исключением единовременных спадов в 2002, 2008 и 2011 гг. Причина резкого снижения объема выпуска 2002 г. заключается в том, что закончилось действие Указа Президента, освобождавшего от уплаты НДС на литературу, связанную с образованием, наукой, культурой. На снижение объемов выпуска в 2008 и 2011 гг. повлияла экономическая ситуация в стране.

По статистическим данным Министерства информации Беларуси, на 18 февраля 2016 г. в Государственном реестре издателей, изготовителей и распространителей печатных изданий зарегистрировано 488 издателей. Наиболее активный интерес к книгоизданию проявлялся в начале 1990-х гг.: только в 1992 г. было выдано 240 лицензий на издательскую деятельность, с 1992 по 1997 г. — 1456 лицензий, с 1997 (с началом перерегистрации издателей) по 2000 г. — 475 лицензий [4, с. 19–20].

Нормативная документация, определяющая работу государственных органов, в ведении которых находилось и находится книгоиздание, влияет на деятельность издательств скорее опосредованно, поскольку формулировки в таких документах носят общий характер и касаются работы отрасли в целом. Влияние нормативных документов о лицензировании возрастало в тех случаях, когда речь шла о перерегистрации издателей.

В настоящее время в области книгоиздания жестко контролируется выполнение Закона «Об авторском праве и смежных правах», что

в первую очередь влияет на издание переводной литературы. В начале 1990-х гг. защита авторских прав в Беларуси была на невысоком уровне, следствием чего стали в том числе многочисленные переводные издания, о которых авторы произведений не имели понятия.

В 1990-х гг. нормативные документы в области налогообложения были скорее поддерживающим фактором. Учитывались сложные условия после распада СССР, и поэтому предпринимались шаги для поддержания отечественного книгоиздания. Последним таким поддерживающим документом был Указ Президента Беларуси в 2000 г., действие которого прекратилось 1 января 2002 г. В настоящее время поддержка государства нацелена на социальную значимую литературу, списки которой утверждаются Министерством информации.

Заключение. Таким образом, можно отметить следующие особенности.

1. На протяжении более чем 10 лет издательская деятельность в Беларуси подлежала лицензированию, лицензии выдавались на 5 лет с возможностью продления. С принятием Закона Беларуси «Аб выдавецкай справе» в практику вошла регистрация издателей, которая является бессрочной.

2. Нормативно-правовая база в области авторского права и смежных прав развивается, возможно, медленнее, чем хотелось бы правообладателям в некоторых сферах, но тем не менее развивается. В начале 1990-х гг. (примерно до 1993–1994 гг.) при издании книг нарушения в данной области были широко распространены

при публикации как переводной зарубежной литературы, так и оригинальных произведений. Сегодня такой практики не наблюдается, исполнение Закона «Об авторском праве и смежных правах» жестко контролируется.

3. На протяжении 1990-х гг. нередко практиковалась поддержка издательской отрасли государством в виде послаблений в налоговом режиме. Долгое время не облагалась налогом прибыль от белорусскоязычных изданий, не облагалась НДС литература для детей. В 1996 г., во время сложной экономической ситуации, не облагалась налогом на прибыль и НДС учебная и учебно-методическая литература для учебных заведений всех уровней. С середины 2000 г. до конца 2001 г. освобождалась от НДС вся книжная продукция, связанная с образованием, наукой и культурой. В настоящее время подобная политика не проводится.

4. С 1990-х гг. оказывается помощь государственным издательствам (находящимся в ведении Министерства информации) в виде государственного заказа на социально значимые издания.

5. В последнее время количество нормативной документации в области книгоиздания по сравнению с 1990-ми гг. уменьшилось. Это связано с тем, что сейчас в целом наблюдается тенденция к разработке основательных нормативных правовых актов (законов, кодексов), которые должны освещать широкий спектр вопросов. В области книгоиздания таким документом является Закон «Аб выдавецкай справе ў Рэспубліцы Беларусь».

Литература

1. Что нужно знать об издательской деятельности: практ. пособие / сост. Е. В. Иванова; под общ. ред. Е. С. Павловой. Минск: Национальная книжная палата Беларуси, 2014. 156 с.
2. Об организации государственного управления сферой информации и книгоиздания, о структуре и штатах центрального аппарата Министерства информации: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 6 мая 1992 г., № 256. СП Респ. Беларусь, 1992. № 13, ст. 229.
3. Об утверждении положения о Государственном комитете Республики Беларусь по печати: постановление Кабинета Министров Республики Беларусь, 14 июня 1996 г., № 394 // Нац. реестр правовых актов. № 5/7547.
4. Ничипорович С. А. Развитие издательско-полиграфического комплекса Беларуси в условиях становления рыночных отношений. Минск: Харвест, 2001. 174, [1] с.
5. О внесении изменений и дополнений в Закон Республики Беларусь «О налоге на добавленную стоимость»: Закон Республики Беларусь № 184-ХІІІ: принят 26 марта 1996 г. Ведомости Верховного Совета Респ. Беларусь, 1996. № 9, ст. 119.
6. О внесении изменений и дополнений в Закон Республики Беларусь «О налогах на доходы и прибыль предприятий, объединений, организаций»: Закон Республики Беларусь № 237-ХІІІ: принят 19 апреля 1996 г. // Нац. реестр правовых актов. № 2/517.
7. О совершенствовании порядка определения размеров арендной платы и передачи в безвозмездное пользование общественных, административных и переоборудованных производственных зданий, сооружений, помещений: Указ Президента Республики Беларусь № 495: принят 30 сент. 2002 г. // Нац. реестр правовых актов. № 1/4050.
8. Аб выдавецкай справе ў Рэспубліцы Беларусь: Закон Рэспублікі Беларусь № 8-3: прыняты Палатай прадстаўнікоў 17 снежня 2012 г. // Нац. рэестр прававых актаў. № 2/2006.

References

1. *Chto nuzhno znat' ob izdatel'skoy deyatel'nosti* [What do you need to know about publishing]: manual. Minsk, Natsyjanal'naya knizhnaya palata Belarusi Publ., 2014. 156 p.
2. Concerning organization of the government control in the information and book publishing sphere, on the structure and establishment of the central apparatus of the Ministry of information: Policy directive of the Council of Ministers of the Republic of Belarus No. 256 of May 6, 1992. SP Resp. of Belarus, 1992, no 13, art. 229.
3. Concerning ratification of the statute of the State committee on the printing of the Republic of Belarus: Policy directive of the Cabinet of Ministers of the Republic of Belarus No 394 of June 14, 1996.
4. Nicniporovich S. A. *Razvitiye izdatel'sko-poligraficheskogo kompleksa Belarusi v usloviyakh stanovleniya rynochnykh otnosheniy* [Belarusian printing and publishing development in the context of market relations formation]. Minsk, Harvest Publ., 2001. 174, [1] p.
5. Concerning introduction of amendments and additions into the Law of Belarus “Concerning Value Added Tax”: Law of the Republic of Belarus No. 184-XIII of March 26, 1996. Vedomosti Verkhovnogo Soveta Resp. Belarus, 1996, no. 9, art. 119.
6. Concerning introduction of amendments and additions into the Law of Belarus “Concerning Tax on the Profit of Enterprises and Organizations”: Law of the Republic of Belarus No. 237-XIII of April 19, 1996.
7. Concerning improvement of method of calculating of rentage and assignment for free use of charge of public, office and reconditioned buildings, facilities and premises: Edict of the President of the Republic of Belarus No. 495 of September 30, 2002.
8. Concerning publishing in the Republic of Belarus: Law of the Republic of Belarus No. 8-3 of December 17, 2012.

Информация об авторе

Лабоха Евгения Константиновна — магистр филологических наук, аспирант кафедры редакционно-издательских технологий. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: eugenia.labokha@yandex.by

Information about the author

Labokha Eugenia Konstantinovna — Master of Philology, PhD student, the Department of Editing and Publishing Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: eugenia.labokha@yandex.by

Поступила 10.09.2016

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 655.24

М. С. Шмаков, А. А. Савинко, Е. Э. Пятинкин
Белорусский государственный технологический университет
**СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ ИЗДАНИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ШРИФТА БРАЙЛЯ**

Предложены алгоритмы и методики конвертирования, которые позволяют операторам, осуществляющим набор и форматирование текста с использованием шрифта Брайля, автоматизировать процесс подготовки изданий и исключить стадию набора. На основании этих алгоритмов разработано программное обеспечение, учитывающее требования к набору и форматированию текста, а также специфику выводного оборудования, печатающего текст с использованием шрифта Брайля. Программное обеспечение спроектировано таким образом, чтобы исходный текст, содержащийся в файле с расширением *.txt, обрабатывался и сохранялся в новый файл с таким же расширением, после чего файл с конечным текстом переносился на ЭВМ, с которой производился непосредственный вывод на специализированное печатающее оборудование, установленное на полиграфических предприятиях.

Программное обеспечение разработано с использованием языка программирования JavaScript и платформы NodeJS, которая дала возможность разработать настольное приложение с использованием этого языка. Данные технологии позволили создать кроссплатформенное, архитектурно независимое решение.

Полученная система автоматизации подготовки изданий с использованием шрифта Брайля позволит увеличить скорость выпуска изданий и тем самым исключить стадию набора.

Проект имеет социальную значимость, заключающуюся в возможности расширения номенклатуры выпускаемых изданий, предназначенных для незрячих и слабовидящих лиц.

Ключевые слова: шрифт Брайля, конвертор, платформа, текст, алгоритм, программное обеспечение, печатное оборудование.

M. S. Shmakov, A. A. Savinko, Ye. E. Pyatinkin
Belarusian State Technological University

BRaille PRINTING AUTOMATION SYSTEM

To automate the process of publications preparing and to avoid a typing stage the algorithms and the text converting methods were created for typesetters which allow them to make typing and text formatting using the Braille. We developed the software based on these algorithms taking into account the typing and the text formatting requirements as well as the features of Braille printing equipment. This software were created so that the file with *.txt file extension contained an original text was processed and saved with a new file and a similar file extension. Then the file with the final (converted) text was transferred to a console to print it on the specialized printing equipment installed in the printing enterprises.

This software were developed using the JavaScript programming language and the NodeJs platform that allowed us to create desktop application. These tools also allowed us to create a cross-platform architecture independent solution.

The resulting Braille printing automation system will increase the speed of publishing by eliminating typing stage.

The project has social significance consisting in the possibility of expanding the range of publications for blind and visually impaired persons.

Key words: Braille, converter, platform, text, algorithm, software, printing equipment.

Введение. В соответствии с нормативными актами и стандартами Республики Беларусь учебная программа для незрячих и слабовидя-

щих лиц должна соответствовать стандартной программе для общеобразовательных учебных заведений. Однако данная задача не решена

в полном объеме, и учебников и литературных произведений для слабовидящих лиц издается в недостаточном объеме. Это связано с тем, что оборудование для печати изданий с использованием шрифта Брайля работает с операционной системой MS DOS, содержащей к тому же нестандартную текстовую кодировку.

Это приводит к тому, что операторам, осуществляющим вывод текста на печатное оборудование, приходится также перенабивать оригинальный текст заново, потому что стандартные средства операционной системы и выводного оборудования некорректно распознают текст, набранный с использованием MS Word или любого другого текстового редактора в более новых операционных системах, начиная с MS OS Windows XP.

Поэтому назрела необходимость в разработке системы, которая позволила бы как минимум исключить стадию набора текста, а как максимум полностью автоматизировать процесс подготовки изданий с учетом всех требований к форматированию.

Основная часть. Шрифт Брайля — это система письма, которая позволяет незрячим и слабовидящим людям читать и писать путем прикосновений [1]. Он состоит из рельефных точек, расположенных в ячейках, — всего до шести точек, которые размещаются в два столбца, по три точки в каждом (рис. 1). Каждая ячейка представляет собой букву, цифру или знак препинания. Для некоторых часто используемых слов или буквосочетаний есть свои собственные обозначения.

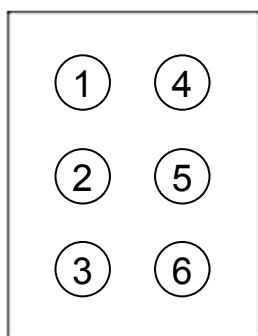


Рис. 1. Печатный знак на шрифте Брайля

Способы формирования точек печатной головкой заложены на уровне драйверов. Поэтому чтобы не нарушать существующий технологический процесс выпуска изданий и не допускать ошибок в процессе разработки программного обеспечения, которые могли бы приостановить работу выводного оборудования, было принято решение не вносить правки на уровне драйверов и OS DOS.

Разработка проводилась по следующим этапам:

- анализ существующих программных средств для конвертации в шрифт Брайля;
- разработка алгоритмов и архитектуры программного средства для конвертации в шрифт Брайля с учетом выводных устройств и специфики производства;
- анализ и выбор языка программирования, на котором будет реализовано программное обеспечение, и платформы, на которой оно будет выполняться;
- тестирование на предприятии и отладка.

Перед началом разработки программного обеспечения для конвертации между двумя кодировками в соответствии со спецификой выводного оборудования и с требованиями к форматированию был проведен анализ существующих на рынке систем, которые также позволяли осуществлять подобную конвертацию.

Примером такой системы является Duxbury Braille Translator (DBT) — программное обеспечение двунаправленного перевода с графическим интерфейсом пользователя (рис. 2).

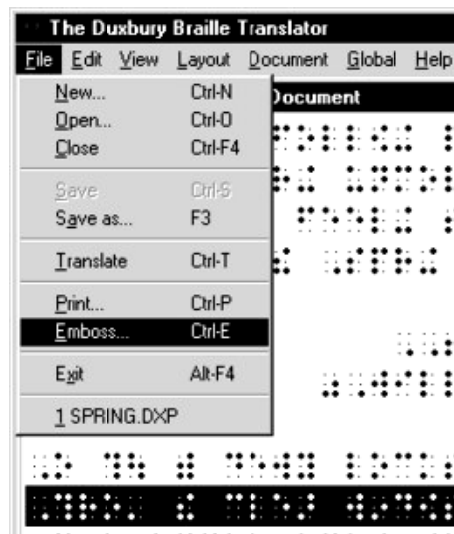


Рис. 2. Duxbury Braille Translator

Обыкновенный шрифт переводится в азбуку Брайля и обратно. Но этим ее свойства не ограничиваются. DBT — это полнофункциональный текстовый редактор, при помощи которого можно подготовить любой документ к печати по Брайлю на нескольких десятках языков, в самых разнообразных кодировках.

Однако в данном программном обеспечении присутствует проблема при работе с кириллическими символами, то есть кодировка выводного оборудования, установленного на предприятии, не совпадает с кодировкой этих букв непосредственно в программном обеспечении Duxbury Braille Translator, что делает невозможным конвертацию между файлами. Этим же недостатком

обладает все остальное найденное программное обеспечение для конвертации в шрифт Брайля кириллических символов.

Поэтому было принято решение разработать уникальную систему, адаптированную для работы с полиграфическим оборудованием на предприятии.

Также было решено не вносить правки непосредственно в самой системе выводного оборудования, а разработанная система конвертации должна была выполняться на отдельной ЭВМ.

Графически такая система выглядит следующим образом (рис. 3).

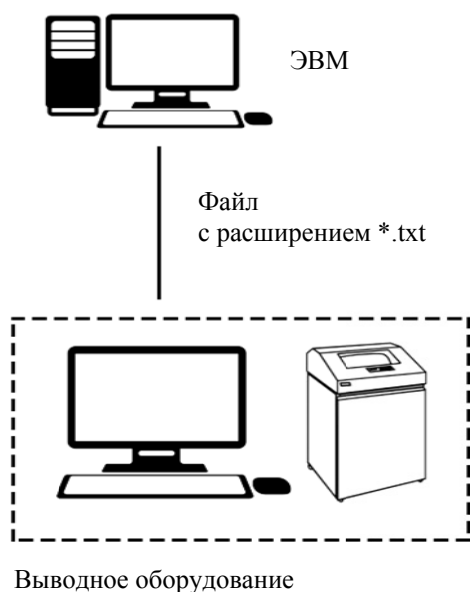


Рис. 3. Схема вывода конвертированного текста

Сначала файл конвертируется на ЭВМ, после чего отправляется на выводное оборудование для печати.

Алгоритмы конвертации должны быть составлены таким образом, чтобы программное обеспечение производило конвертацию с высокой скоростью даже при работе с большим объемом текста. Кроме того, алгоритмы должны были учитывать требования и специфику выводного оборудования: в строке должно быть не больше 30 символов, а на печатном листе – не больше 25 строк. Эти требования объясняются просто: при превышении данных лимитов все символы, что выходят за границу, будут проигнорированы выводным оборудованием.

Простейший вид алгоритма получения кодов символов на языке JavaScript представлен ниже (рис. 4).

Как показано на рисунке, сначала необходимо ввести произвольный текст, после чего записать его в переменную. Далее средствами

JavaScript для работы со строками необходимо получить коды символов путем перебора каждого символа, затем коды символов записать в новую переменную и вывести, например, на экран [2].

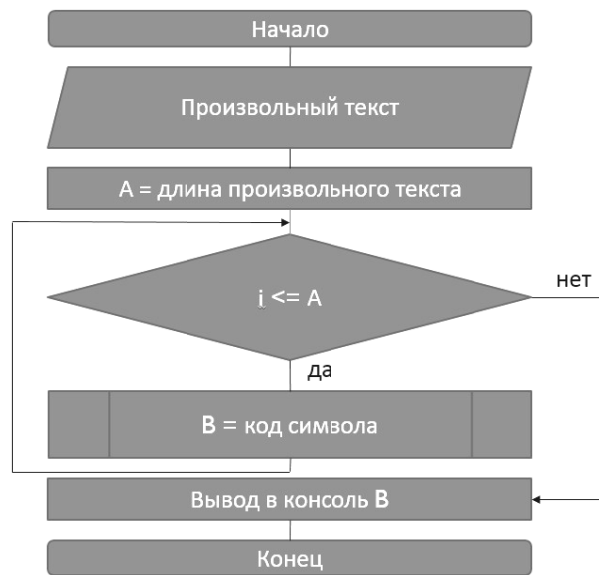


Рис. 4. Алгоритм декодирования строки

Для реализации алгоритмов и разработки программного обеспечения был выбран язык программирования JavaScript. Синтаксис JavaScript не является строгим, что позволяет использовать JavaScript в качестве легкого и простого языка [3]. Например, для переменной не обязательно объявлять тип, типы не связаны со свойствами, а перед вызовом определяемых функций не обязательно делать их объявление.

Несмотря на то, что традиционно язык используется в качестве инструмента программирования в среде браузеров, на данный момент его можно применять на сервере, в работе с файловой системой при помощи технологии NodeJS.

Node или Node.js — программная платформа, основанная на движке V8 (транслирующем JavaScript в машинный код), превращающая JavaScript из узкоспециализированного языка в язык общего назначения [4]. Node.js добавляет возможность JavaScript взаимодействовать с устройствами ввода-вывода через свой API (написанный на C++), подключать другие внешние библиотеки, написанные на разных языках, обеспечивая вызовы к ним из JavaScript-кода.

Тестирование готового программного обеспечения проводилось на печатном оборудовании Puma и Вах предприятия ОАО «Красная звезда». Как показали результаты тестирования, конвертация осуществляется с высокой скоростью даже при больших объемах текста, а результат идентичен как на экране консоли

выводного оборудования, так и на готовом вещественном носителе — печатной пластине для полиграфического воспроизведения или картоне для вычитки.

Заключение. Разработанное программное обеспечение позволило:

- увеличить производительность при изготовлении оригинал-макетов с использованием шрифта Брайля;
- увеличить номенклатуру выпускаемых изданий на предприятии;

- уменьшить вероятность появления ошибок при перенаборе оператором текста;
- сократить затраты на подготовку, проверку и выпуск готовой печатной продукции при помощи конвертации.

Применение языка JavaScript и платформы NodeJS позволило спроектировать масштабируемое, простое в поддержке, кроссплатформенное архитектурное решение, способное запускаться и осуществлять конвертацию на операционных системах с поддержкой NodeJS.

Литература

1. Шрифт Брайля [Электронный ресурс] // Linqlopedia. URL: <http://linguapedia.com.ua/writing/braille.html> (дата обращения: 16.02.2015).
2. Стандарт ECMA-262 [Электронный ресурс] // ECMAScript 2015 Language Specification. URL: <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-262.htm> (дата обращения: 16.11.2015).
3. Спецификация ECMAScript 5.1 с аннотациями [Электронный ресурс] // Спецификация ECMAScript 5.1. URL: <http://es5.javascript.ru/introduction.html> (дата обращения: 16.11.2015).
4. NodeJS Docs [Электронный ресурс] // Документация NodeJS. URL: <https://nodejs.org/en/docs/> (дата обращения: 16.11.2015).

References

1. *Shrift Braylya* [Shrift Braylya. Linqlopedia]. Available at: <http://linguapedia.com.ua/writing/braille.html> (accessed: 16.11.2015).
2. Standard ECMA-262. ECMAScript 2015 Language Specification. Available at: <http://www.ecma-international.org/publications/standards/Ecma-262.htm> (accessed: 16.11.2015).
3. *Spetsifikaciya ECMAScript 5.1 s annotacijami* [ECMAScript 5.1 specification with annotations] ECMAScript 5.1 specification. Available at: <http://es5.javascript.ru/introduction.html> (accessed: 16.11.2015).
4. *Documentatsiya NodeJS* [NodeJS Docs]. Available at: <https://nodejs.org/en/docs/> (accessed: 16.11.2015).

Информация об авторах

Шмаков Михаил Сергеевич — кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой полиграфического оборудования и систем обработки информации. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: contr7@tut.by

Савинко Артем Андреевич — магистрант кафедры полиграфического оборудования и систем обработки информации. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: art.sav@list.ru

Пятинкин Евгений Эдуардович — студент факультета принттехнологий и медиакоммуникаций. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: wolwerine92@mail.ru

Information about the authors

Shmakov Mikhail Sergejevich — PhD (Engineering), Assistant Professor, Head of the Department of Printing Equipment and Information Processing Systems. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: contr7@tut.by

Savinko Artem Andreyevich — Master's degree student, the Department of Printing Equipment and Information Processing Systems. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: art.sav@list.ru

Pyatinkin Yeugeniy Eduardovich — student, the Faculty of Printing Technology and Media Communications. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: wolwerine92@mail.ru

Поступила 02.03.2016

УДК 655.3.021.3

Д. А. Анкуда

Белорусский государственный технологический университет

**СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВЯЗКОСТЬЮ ФЛЕКСОГРАФСКИХ КРАСОК
НА ОСНОВЕ РЕГУЛЯТОРА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ**

В статье поднимается актуальная проблема управления вязкостью спирторастворимых красок для машин флексографской печати. В процессе печати происходит испарение спирта, которое вызывает повышение вязкости краски и, как следствие, увеличение ее расхода. Для повышения качества печати и сокращения издержек целесообразно использовать автоматизированную систему поддержания вязкости.

При поддержании постоянной температуры краски ее вязкость будет определяться количеством растворителя (спирта). Поэтому задача управления вязкостью краски сводится к управлению концентрацией спирта в ней. Объектом управления является процесс смешения жидкостей (краски и спирта) в емкости с заданным постоянным объемом. Данный объект представляет собой динамическую систему со своими входными и выходными величинами. Входными величинами являются объемные расходы краски и спирта из устройств подкачки, а возмущающим воздействием является краска, которая подается из машины по системе циркуляции. Выходными величинами динамической системы являются объемный расход краски на выходе и концентрация спирта в ней.

В статье описывается построение математической модели объекта управления. Далее при помощи этой модели проводится настройка регулятора нечеткой логики для системы автоматического управления вязкостью краски. Результаты имитационного моделирования позволяют судить об успешном практическом применении подобных систем управления.

Ключевые слова: краска, вязкость, расход, концентрация, управление, регулятор.

D. A. Ankuda

Belarusian State Technological University

**VISCOSITY CONTROL OF FLEXO INK
BASED ON FUZZY LOGIC CONTROLLER**

The article raises the urgent problem of control of viscosity alcohol-soluble inks for flexo printing machines. During printing, alcohol evaporation, which causes an increase in viscosity of ink and, as a consequence, increases its consumption. To increase print quality and reduce costs it is advisable to use an automated system of maintaining viscosity.

By maintaining a constant ink temperature its viscosity is determined by the amount of the solvent (alcohol). Therefore, ink viscosity control problem is solved by controlling of the alcohol concentration. The object of control is the process of mixing liquids (ink and alcohol) at a predetermined constant capacity. This object is a dynamic system with input and output values. The input variables are the flows of ink and alcohol from swap devices. Disturbance is a paint, which is supplied from the machine on the circulation system. Output variables of dynamic system are the volume flow of ink from the outlet and the concentration of alcohol therein.

This article describes the constructing mathematical model of the control object. Then with the help of this model the setup of fuzzy logic controller for automatic control system of ink viscosity is carried out. Simulations allow us to estimate the possibility of practical application of such management systems.

Key words: ink, viscosity, flow, concentration, control, controller.

Введение. Сегодня область применения флексографии очень широка, однако наиболее востребованным этот способ печати оказался в производстве упаковки и этикетки. Это объясняется тем, что флексографская печать является единственным способом, с помощью которого можно экономично запечатывать почти все используемые в упаковочной печати материалы, одновременно обеспечивая высокое качество полиграфического исполнения. В связи с этим

высокую актуальность приобретает задача управления красками.

Качество оттиска во многом зависит от стабильности вязкости красок. Прежде всего потому, что даже незначительное отклонение от нормы в процессе печати тиража может вызвать заметное изменение цвета на оттиске. Кроме того, при изменении вязкости в большую сторону расход краски значительно увеличивается, что невыгодно по экономическим

соображениям и часто приводит к увеличению времени высыхания и закрепления красочного слоя. Чем ниже вязкость, тем больше разбрызгивание краски в зоне контакта дукторного вала и, что еще более неприятно, быстрее загрязняется печатная форма, так как краска легче заполняет пробельные элементы. По данным Brookfield Engineering Laboratories, изменение вязкости всего на 1 с может увеличить расход краски на 25%. Такое изменение обусловлено тесной связью расхода краски, вязкости и уровня pH [1]. Причем каждый раз для коррекции используются соответствующие добавки. Это является одной из причин непредсказуемого изменения цвета и уменьшения оптической плотности.

Изменение вязкости обусловлено механизмом переноса, циркуляции краски и испарением спирта. Циркуляция краски в красочном аппарате и изменение ее температуры вызывают в конечном итоге повышение вязкости, что в свою очередь делает непредсказуемым растискивание. Увеличение вязкости снижает глянец на оттиске и может послужить причиной засыхания краски прямо на печатной форме.

Таким образом, для поддержания вязкости в определенном диапазоне целесообразно использовать автоматизированную систему поддержания вязкости. Она позволит не только достичь желаемого качества, но и сократить затраты. Целью данного исследования и является разработка системы автоматического поддержания вязкости спиртообразуемых красок для флексографской печатной машины.

Основная часть. В процессе печати происходит постоянное испарение спирта, что влечет за собой динамическое изменение вязкости краски. Чтобы поддерживать вязкость на определенном заданном уровне, необходимо периодически вводить в систему циркуляции краски добавки спирта. Предлагается использовать автономное добавление спирта из емкости в бак с краской.

В разрабатываемой автоматизированной системе добавление растворителя в емкость с краской будет осуществляться за счет нормально закрытого электромагнитного клапана прямого действия. Он предназначен для открытия и прерывания подачи спирта в бак с краской в необходимый момент времени в соответствии с управляющими сигналами регулятора.

При поддержании постоянства температуры краски ее вязкость будет однозначно определяться концентрацией спирта. Составим математическое описание процесса смешения постоянного объема V , обеспечивающего идеальное перемешивание краски и спирта. Схема смешения представлена на рис. 1.

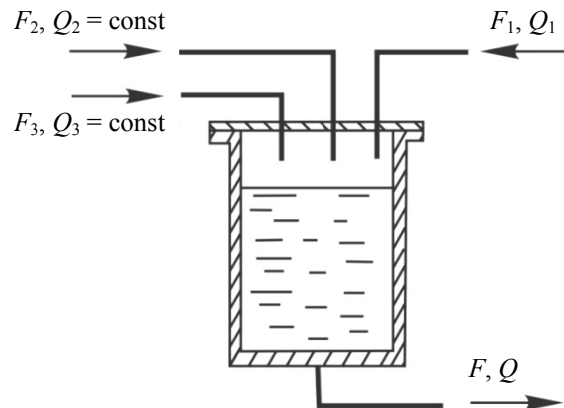


Рис. 1. Схема процесса смешения жидкостей

В бак подается краска, поступающая из красочного аппарата машины по системе циркуляции с расходом и концентрацией F_1, Q_1 , а также спирт и краска из емкостей для подкачки, расходы и концентрация которых соответственно равны F_2, Q_2 и F_3, Q_3 . Выходной величиной является состав жидкости Q на выходе из бака и ее расход F , а входными переменными – величины потоков на входе F_1, F_2 и F_3 , а также концентрация Q_1 . Концентрации подкачиваемых краски и спирта принимаем постоянными, причем

$$Q_2 > Q > Q_1 > Q_3. \quad (1)$$

Схема динамических каналов приведена на рис. 2.

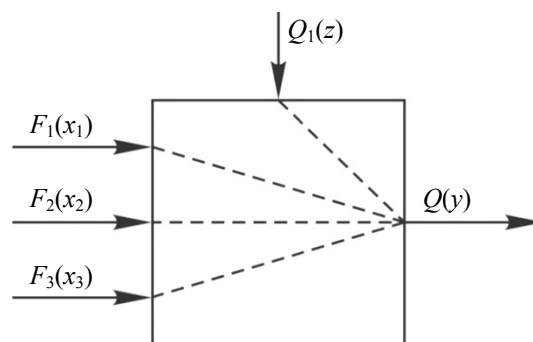


Рис. 2. Схема динамических каналов процесса смешения

Для получения уравнения динамики составим полный материальный баланс, а также материальный баланс с учетом концентрации вещества в каждом потоке за промежуток времени dt [2]:

$$F_1 + F_2 + F_3 = F; \quad (2)$$

$$F_1 Q_1 dt + F_2 Q_2 dt + F_3 Q_3 dt = F Q dt + V dQ. \quad (3)$$

Преобразуем уравнение (3) с учетом формулы (2) и получим:

$$V \frac{dQ}{dt} + Q(F_1 + F_2 + F_3) = F_1 Q_1 + F_2 Q_2 + F_3 Q_3. \quad (4)$$

Данное уравнение нелинейно. Для линеаризации уравнения заменим каждую переменную суммой базисного значения и приращения:

$$\begin{aligned} F_1 &= F_{10} + \Delta F_1; \\ F_2 &= F_{20} + \Delta F_2; \\ F_3 &= F_{30} + \Delta F_3; \\ Q_1 &= Q_{10} + \Delta Q_1; \\ Q &= Q_0 + \Delta Q. \end{aligned} \quad (5)$$

В результате такой замены получим:

$$\begin{aligned} V \frac{d\Delta Q}{dt} + Q_0 F_{10} + Q_0 \Delta F_1 + Q_0 F_{20} + Q_0 \Delta F_2 + \\ + Q_0 F_{30} + Q_0 \Delta F_3 + \Delta Q F_{10} + \Delta Q F_{20} + \\ + \Delta Q F_{30} = F_{10} Q_{10} + F_{10} \Delta Q_1 + \Delta F_1 Q_{10} + \\ + F_{20} Q_2 + \Delta F_2 Q_2 + F_{30} Q_3 + \Delta F_3 Q_3. \end{aligned} \quad (6)$$

В равновесном состоянии равнение смесителя (6) примет вид

$$\begin{aligned} Q_0 F_{10} + Q_0 F_{20} + Q_0 F_{30} = \\ = F_{10} Q_{10} + F_{20} Q_2 + F_{30} Q_3. \end{aligned} \quad (7)$$

Из условия базисные приращения связаны:

$$F_{10} + F_{20} + F_{30} = F_0. \quad (8)$$

Учитывая (8) и (1), вычтем почленно уравнение (7) из уравнения (6):

$$\begin{aligned} V \frac{d\Delta Q}{dt} + \Delta Q F_0 = F_{10} \Delta Q_1 - \Delta F_1 (Q_0 - Q_{10}) + \\ + \Delta F_2 (Q_2 - Q_0) - \Delta F_3 (Q_0 - Q_3). \end{aligned} \quad (9)$$

Перейдем к относительным величинам. Введем обозначения:

$$\begin{aligned} y &= \frac{\Delta Q}{Q_0}; \\ z &= \frac{\Delta Q_1}{Q_{10}}; \\ x_1 &= \frac{\Delta F_1}{F_{10}}; \\ x_2 &= \frac{\Delta F_2}{F_{20}}; \\ x_3 &= \frac{\Delta F_3}{F_{30}}. \end{aligned} \quad (10)$$

Выражение (9) представляет собой уравнение смесителя в приращениях. Подставляем в уравнение (9) относительные величины (10). В результате подстановки получим:

$$\begin{aligned} V Q_0 \frac{dy}{dt} + F_0 Q_0 y = F_{10} Q_{10} z - \\ - F_{10} (Q_0 - Q_{10}) x_1 + \\ + F_{20} (Q_2 - Q_0) x_2 - \\ - F_{30} (Q_0 - Q_3) x_3. \end{aligned} \quad (11)$$

Разделив все слагаемые уравнения (11) на сомножитель $F_0 Q_0$, окончательно найдем

$$T_0 \frac{dy}{dt} + y = k_1 z - k_2 x_1 + k_3 x_2 - k_4 x_3. \quad (12)$$

В (12) приняты следующие обозначения:

$T_0 = \frac{V}{F_0}$ — постоянная времени объекта;

$k_1 = \frac{F_{10} Q_{10}}{F_0 Q_0}$ — коэффициент усиления по каналу Q_1-Q ;

$k_2 = \frac{F_{10} (Q_2 - Q_0)}{F_0 Q_0}$ — коэффициент усиления по каналу F_1-Q ;

$k_3 = \frac{F_{20} (Q_2 - Q_0)}{F_0 Q_0}$ — коэффициент усиления по каналу F_2-Q ;

$k_4 = \frac{F_{30} (Q_0 - Q_{30})}{F_0 Q_0}$ — коэффициент усиления по каналу F_3-Q .

Перейдем к операторной форме. Тогда уравнение динамики процесса смешения примет вид

$$(T_0 p + 1) y = k_1 z - k_2 x_1 + k_3 x_2 - k_4 x_3. \quad (13)$$

Передаточные функции объекта по его каналам описываются соответствующими равенствами:

$$\begin{aligned} W_1(p) &= \frac{k_1}{T_0 p + 1}; \\ W_2(p) &= \frac{k_2}{T_0 p + 1}; \\ W_3(p) &= \frac{k_3}{T_0 p + 1}; \\ W_4(p) &= \frac{k_4}{T_0 p + 1}. \end{aligned} \quad (14)$$

Таким образом, по всем каналам прохождения сигналов рассматриваемый смеситель представляет собой устойчивый объект первого порядка.

Уравнению (13) соответствует структурная схема, приведенная на рис. 3.

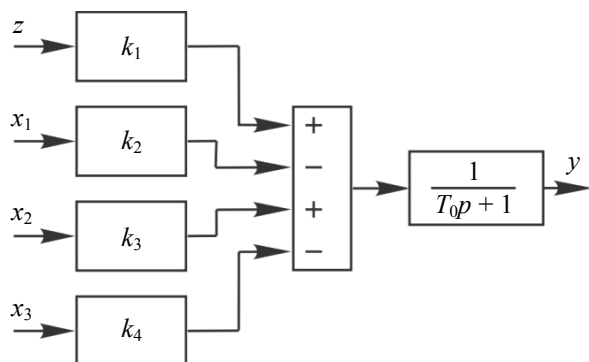


Рис. 3. Структурная схема процесса смешения

Таким образом, задача сводится к управлению процессом смешения краски и спирта, где возмущающим воздействием является краска, которая по системе циркуляции поступает из красочного аппарата машины в бак для приготовления краски.

Вязкость будет регулироваться за счет добавления требуемого количества спирта. Объем добавки определяет регулятор. Поскольку вязкость флексографских красок лежит в очень широком диапазоне $\eta = 0,05-0,50$ Па·с, то применение классических регуляторов затруднено. Наилучшим решением в данном случае будет применение систем нечеткой логики.

Все системы с нечеткой логикой функционируют по одному принципу: показания измерительных приборов фаззифицируются (переводятся в нечеткий формат), обрабатываются, дефаззифицируются и в виде привычных сигналов подаются на исполнительные устройства. Фаззификация — сопоставление множеству значений аргумента (x) некоторой функции принадлежности $M(x)$, т. е. перевод значений (x) в нечеткий формат. Общая структура микроконтроллера, использующего нечеткую логику,

содержит в своем составе следующие части: блок фаззификации, базу знаний, блок решений, блок дефаззификации.

Блок фаззификации преобразует четкие величины, измеренные на выходе объекта управления, в нечеткие величины, описываемые лингвистическими переменными в базе знаний.

Блок решений использует нечеткие условные («if — then») правила, заложенные в базе знаний, для преобразования нечетких входных данных в требуемые управляющие воздействия, которые носят также нечеткий характер.

Блок дефаззификации преобразует нечеткие данные с выхода блока решений в четкую величину, которая используется для управления объектом.

В нечеткой логике вводится понятие лингвистической переменной, значениями которой являются не числа, а слова, называемые термами [3]. Так, в случае управления автоматизированной системой, задачей которой является контроль вязкости краски, можно ввести две лингвистические переменные: вязкость (разница между текущей и требуемой вязкостью) и расход (разница между текущим и требуемым расходом), таблица.

Значения лингвистической переменной вязкости можно определить термами: высокая, нормальная, низкая. А переменной расход зададим термы: слабый, нормальный, сильный. В качестве выходных переменных примем изменение положения вентиля краски и изменение положения вентиля спирта. Связь между входом и выходом зафиксируем в таблице нечетких правил. Для реализации систем нечеткой логики на практике используется Fuzzy Logic Toolbox — это пакет расширения Matlab, содержащий инструменты для проектирования систем нечеткой логики. Данный пакет включает специальные блоки для построения систем нечеткой логики в Simulink. С помощью имитационной модели в среде Simulink проиллюстрируем применение микроконтроллера, использующего нечеткую логику для управления вязкостью краски.

Задача управления сводится к получению таких значений расхода и концентрации раствора, которые обеспечили бы требуемые уровни вязкости и расхода краски.

Таблица нечетких правил для автоматизированной системы

Расход	Вязкость		
	высокая	нормальная	низкая
Слабый	спирт быстро открыть; краску медленно открыть	спирт медленно открыть; краску медленно открыть	спирт медленно открыть; краску быстро открыть
Нормальный	спирт медленно открыть; краску медленно закрыть	спирт зафиксировать; краску зафиксировать	спирт медленно закрыть; краску медленно открыть
Сильный	спирт медленно закрыть; краску быстро закрыть	спирт медленно закрыть; краску медленно закрыть	спирт быстро закрыть; краску медленно закрыть

Нечеткий контроллер реализован системой нечеткого вывода Мамдани с двумя входами и двумя выходами. Входными переменными являются: *viscosity* — разница между текущей и требуемой вязкостью и *flow* — разница между текущим и требуемым расходом. Выходными переменными являются: *ink* — добавление краски и *alc* — добавление спирта.

Для лингвистической оценки входных переменных используется по три терма. Крайние термы заданы трапециевидными функциями принадлежности, а остальные треугольными. Для лингвистической оценки выходных пере-

менных используется по пять термов с треугольными функциями принадлежности.

Имитационное моделирование проводилось со следующими параметрами. Задано значение вязкости $\nu = 0,20$ Па·с, соответствующее желаемому значению, и величина амплитуды отклонения от желаемого значения ($\pm 0,05$ Па·с). Также заданы желаемое значение расхода $Q = 0,7$ дм³/с и величина амплитуды отклонения ($\pm 0,1$ дм³/с).

В результате моделирования были получены графики изменения вязкости и расхода краски, представленные на рис. 4 и 5.

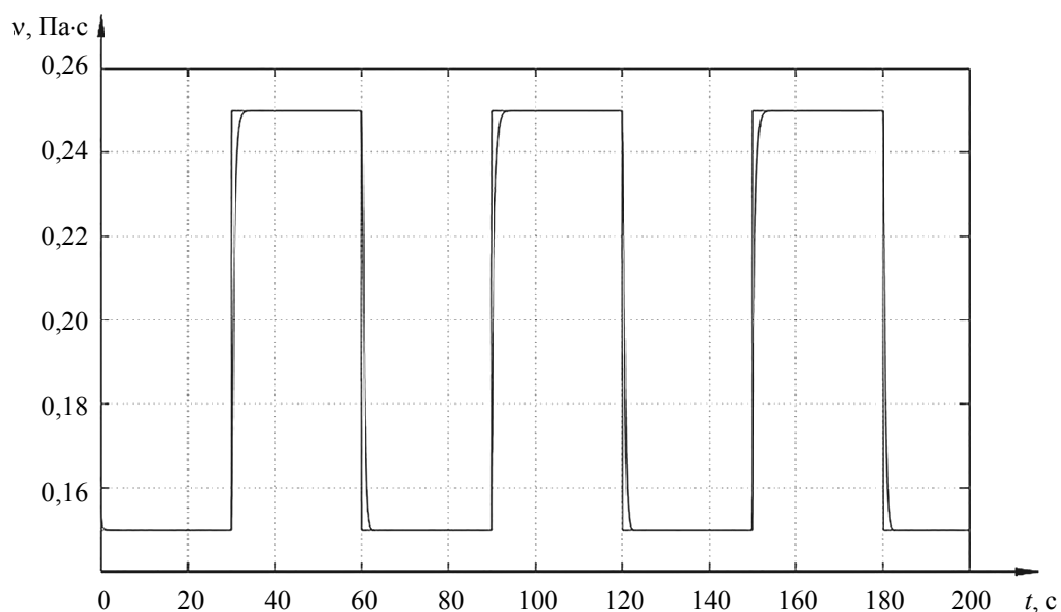


Рис. 4. График изменения вязкости краски

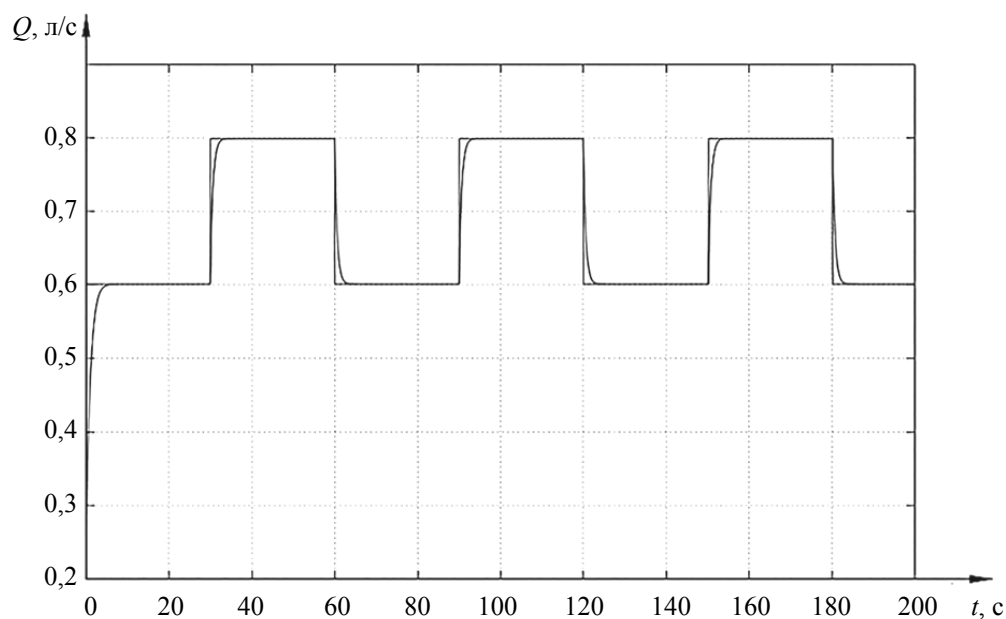


Рис. 5. График изменения расхода краски

Заключение. Требуемые значения вязкости и расхода краски изменяются по прямоугольному закону (показаны прямыми линиями на графиках). Текущие значения этих параметров, отработанные регулятором с нечеткой логикой, показаны на графиках кривыми линиями. По результатам моделирования видно, что регулятор с быстродействием порядка 5 с устанавливает фактическое значение вязкости и расхода краски в соответствии с заданием с требуемой

точностью (ошибка не превышает 0,1%). Таким образом, предлагаемая система для поддержания вязкости краски в флексографской печатной машине при внедрении позволит улучшить качество продукции, сократить затраты на расходные материалы. Регулятор с нечеткой логикой позволит системе работать с большой номенклатурой спиртовых красок различных производителей и широким диапазоном вязкостей этих красок.

Литература

1. Гельмут Киппхан. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства; пер. с нем. М.: МГУП, 2003. 1280 с.
2. Полоцкий Л. М., Лапшенков Г. И. Автоматизация химических производств: Теория, расчет и проектирование систем автоматизации: учеб. пособие для вузов. М.: Химия, 1982. 296 с.
3. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами Matlab. М.: Горячая линия – Телеком, 2007. 288 с.

References

1. Gel'mut Kippkhan. *Entsiklopediya po pechatnym sredstvam informatsii. Tekhnologii i sposoby proizvodstva* [Encyclopaedia of print media. Technology and production methods]. Moscow, MGUP Publ., 2003. 1280 p.
2. Polotskiy L. M., Lapshenkov G. I. *Avtomatizatsiya khimicheskikh proizvodstv: Teoriya, raschet i proektirovaniye sistem avtomatizatsii* [Automation of chemical production: Theory, calculation and design of automation systems]. Moscow, Khimiya Publ., 1982. 296 p.
3. Shtovba S. D. *Proyektirovaniye nechetkikh sistem sredstvami Matlab* [Design of fuzzy systems Matlab tools]. Moscow, Goryachaya liniya – Telekom Publ., 2007. 288 p.

Информация об авторе

Анкуда Денис Анатольевич — магистр технических наук, старший преподаватель кафедры полиграфического оборудования и систем обработки информации. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: ankuda_d@belstu.by

Information about the author

Ankuda Denis Anatol'yevich – Master of Engineering, Senior Lecturer, the Department of Printing Equipment and Information Processing Systems. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ankuda_d@belstu.by

Поступила 02.03.2016

УДК 655.26;004.92

С. В. Сипайло

Белорусский государственный технологический университет

**СИНТЕЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ЦВЕТНОЙ СИММЕТРИЕЙ
ПУТЕМ СОПРЯЖЕНИЯ ЦВЕТОВЫХ ПЕРЕСТАНОВОК
С ГЕОМЕТРИЧЕСКИМИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯМИ**

В статье решается задача синтеза векторных изображений с цветной симметрией. Предложен подход к синтезу изображений с цветной симметрией, состоящий в комбинации геометрических преобразований базового графического элемента с цветовыми перестановками. Составлен алгоритм синтеза цветных симметричных узоров на основе базового графического элемента. После каждого геометрического преобразования текущего графического объекта производится проверка критерия замены цвета и при его выполнении осуществляется перестановка цветов.

Разработанный алгоритм программно реализован на языке Visual Basic for Applications в среде CorelDRAW X3. Синтезированные узоры характеризуются разнообразием формы и цветовых комбинаций векторных элементов. При этом цветовые области в рамках узора распределены упорядоченно, т. е. подчиняются законам цветной симметрии. Результаты работы программы свидетельствуют об эффективности предложенного подхода к синтезу цветных изображений. Программа позволяет повысить производительность технической работы дизайнера и предоставляет больше возможностей для решения задач художественного оформления.

Для большей функциональности программных средств синтеза в будущем можно расширить перечень геометрических конфигураций базовых элементов, а также предоставить пользователю возможность составлять и редактировать последовательность симметрических преобразований в диалоговом режиме.

Ключевые слова: цветная симметрия, векторная графика, синтез изображений, узоры.

S. U. Sipaila

Belarusian State Technological University

**SYNTHESIS OF IMAGES WITH COLOR SYMMETRY BY COUPLING
OF COLOR REARRANGEMENTS TO GEOMETRICAL TRANSFORMATIONS**

The article deals with the problem of vector images synthesis with color symmetry. The approach to synthesis of images with the color symmetry, consisting in a combination of geometrical transformations of a base graphic element with color rearrangements is offered. The synthesis algorithm of color symmetric patterns on the basis of a base graphic element is made. The checks of the color replacement criterion is performed after each geometric transformation of the current graphic object; and if the criterion is satisfied, rearrangement of colors is performed.

The algorithm worked out simple methods in the Visual Basic for Applications language in Corel DRAW X3 environment. The synthesized patterns are characterized by a variety of shapes and color combinations of vector elements. In this case color areas within the pattern are distributed in an orderly, that is subject to the laws of color symmetry. The results of the program show the effectiveness of the proposed approach to the synthesis of color images. The program allows to increase productivity of technical work of the designer and gives more opportunities for solving the tasks of decoration.

For greater functionality of synthesis software in the future it is possible to expand the range of geometrical configurations of base elements, and also to give the user an opportunity to make and edit sequence of symmetric transformations in a dialogue mode.

Key words: color symmetry, vector graphics, image synthesis, patterns.

Введение. Симметричные геометрические узоры востребованы как средство оформления различных видов полиграфической продукции, как книжной, так и листовой (билетов, ценных бумаг и т. п.). В предыдущих работах по автоматизации синтеза векторных симметричных изображений [1–3] решалась задача синтеза векторных узоров как графических объектов,

обладающих геометрической симметрией, т. е. принималась во внимание только форма синтезируемых узоров. В то же время одним из важнейших средств художественного оформления полиграфической продукции является цвет, упорядоченные колебания которого в пределах узора также являются собой одну из разновидностей симметрии [4]. В современных графических

программах отсутствуют инструменты для автоматической реализации данного вида симметрии при создании изображений, т. е. вся работа по формированию цветных областей, расположенных в определенном порядке, должна выполняться пользователем вручную. Помимо трудоемкости ручных действий, могут возникать трудности, связанные с недостаточно полным знанием и пониманием сущности цветной симметрии оператором компьютера. В связи с вышесказанным является актуальной задача автоматизации синтеза векторных узоров, обладающих не только геометрической, но и цветной симметрией.

Основная часть. Группы цветной симметрии являются расширением классических групп геометрической симметрии. Идея цветной симметрии была впервые предложена советским ученым в области кристаллографии Беловым Н. В. [5] для описания кристаллических структур. При этом само понятие «цвет» здесь носило абстрактный характер и ассоциировалось не только с цветом в его физическом понимании, а с любым негеометрическим свойством в той или иной точке симметричной пространственной структуры. То есть цвет в контексте цветной симметрии рассматривается как дополнительное свойство, сопоставленное с точкой или областью симметричного объекта. С каждой операцией (движением) симметрии согласуется определенная перестановка цветов. Группа цветной симметрии образуется множеством пар операций симметрии и соответствующих им перестановок цветов.

В предыдущих работах по синтезу векторных криволинейных контуров [2, 3] была решена задача генерации базового криволинейного объекта в виде кривой Безье на основе его описания функциональной зависимостью вида $y = f(x)$. Также был разработан обобщенный алгоритм синтеза симметричных векторных узоров путем симметрических преобразований базового графического элемента (рис. 1, а). Этот алгоритм был реализован программно в виде автоматического генератора узоров, параметры которых определялись с помощью случайных чисел.

При реализации цветной симметрии в процессе создания симметричного узора целесообразно установить ограниченный перечень (набор) цветов, подлежащих перестановке, и связать перестановку цветов с тем или иным геометрическим преобразованием фрагмента фигуры, который выступает в качестве базового на данном этапе синтеза. При этом количество цветов, подлежащих перестановке, не должно превышать количество элементов в группе геометрической симметрии.

Для реализации предложенного подхода исходный алгоритм был дополнен операциями анализа и замены цвета преобразуемого графического объекта (рис. 1, б). При этом критерием замены цвета является количество однотипных геометрических преобразований, после выполнения которых должна произойти цветовая перестановка. Тем самым косвенно задается размер области, неизменной по цветовому содержанию, который в общем случае кратен (больше либо равен) размеру области, симметрически неделимой с геометрической точки зрения.

Разработанный алгоритм синтеза цветных узоров был программно реализован на языке Visual Basic for Applications в среде программы векторной графики CorelDRAW X3. Основным элементом интерфейса разработанной программы является диалоговое окно (рис. 2). В окне можно задать параметры цветов, участвующих в перестановке, количество цветов в узоре и значение критерия замены цвета. Числовые параметры, имеющие множество значений, задаются в текстовых полях. При выборе из малого количества вариантов используются такие элементы интерфейса, как раскрывающийся список и так называемый «флажок» (checkbox). Для удобства пользователя предусмотрены кнопки удаления сгенерированного объекта и сброса текущих значений параметров до значений по умолчанию. Помимо удобства в работе, наличие базовых значений позволяет лучше сориентироваться в программе неопытному пользователю.

Поскольку решаемая задача синтеза изображений имеет прикладной характер и ориентирована в первую очередь на применение в полиграфии, цвета задаются с помощью координат цветовой модели СМΥК. Исходя из принципов графического дизайна максимальное количество используемых цветов ограничено четырьмя. Узор, содержащий большее количество цветов, будет перегружен цветовой информацией и, следовательно, плохо восприниматься глазом и вызывать зрительный дискомфорт. Технических же ограничений в увеличении количества цветов до числа геометрических преобразований в циклической подгруппе или числа периодически повторяющихся областей фрагмента бесконечной фигуры не существует.

Для автоматического формирования симметричных узоров используются подпрограмма синтеза орнаментальной розетки как транслируемой части фонового узора и подпрограмма синтеза сетчатых орнаментов. В качестве базового объекта для симметрических преобразований генерируется векторный контур, описываемый одной из четырех функций вида $f(x)$. За основу взяты тригонометрические и степенные функции.

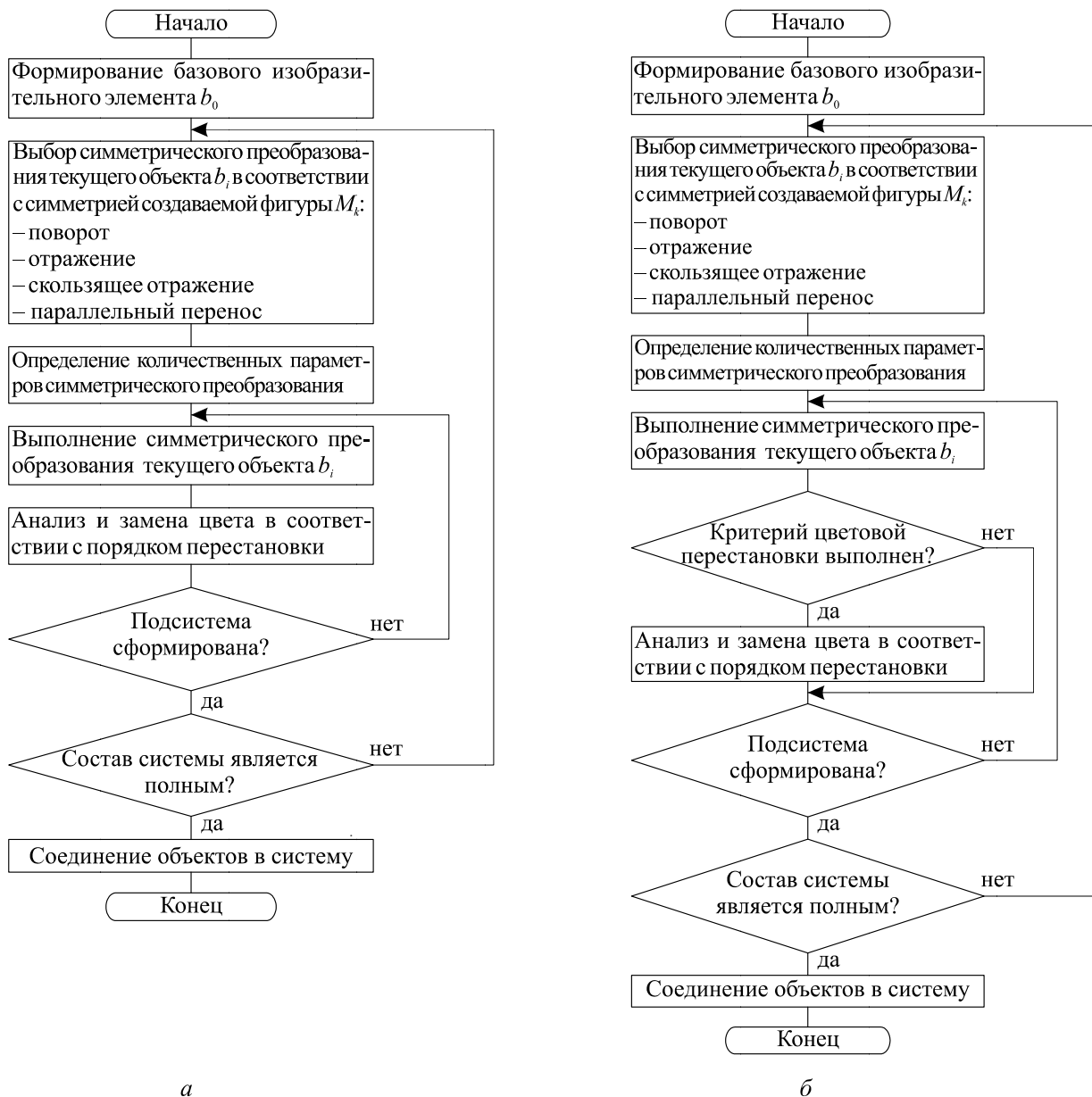


Рис. 1. Обобщенные алгоритмы синтеза симметричных узоров: *a* — с геометрической симметрией; *б* — с цветной симметрией

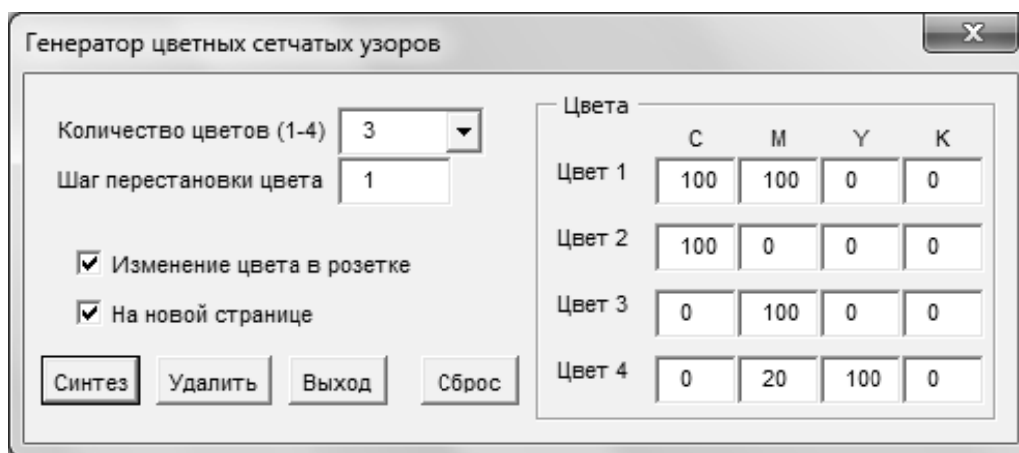


Рис. 2. Диалоговое окно программы синтеза узоров

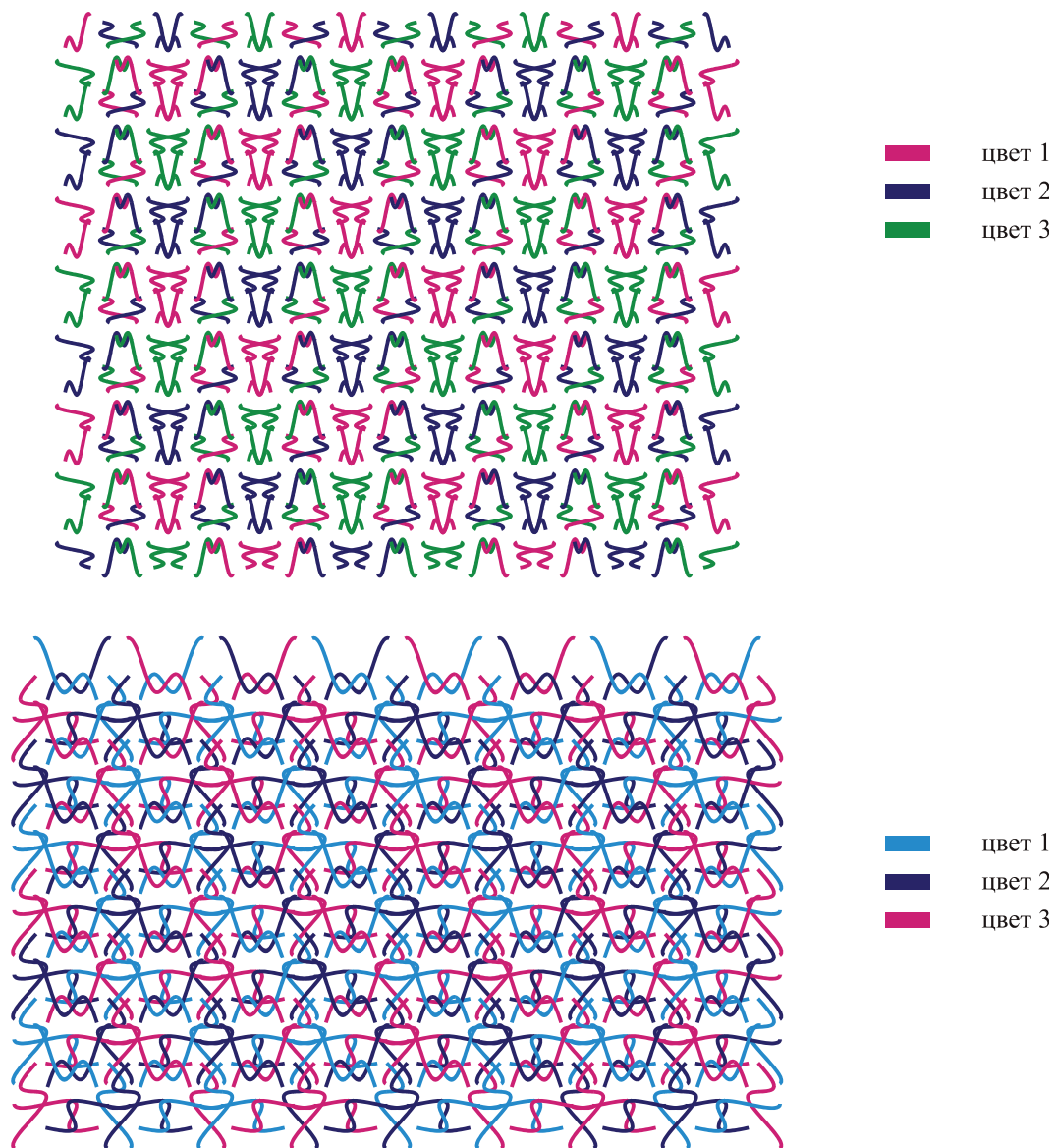


Рис. 3. Примеры симметричных узоров, сгенерированных в автоматическом режиме

Для выполнения геометрических преобразований базового элемента используются такие виды движений на плоскости, как поворот, отражение, параллельный перенос, скользящее отражение. Конкретный перечень и порядок геометрических преобразований графического элемента, количественные значения их параметров определяются программой автоматически с помощью генератора случайных чисел. После выполнения каждого геометрического преобразования производится проверка критерия замены цвета и при достижении им заданного значения осуществляется перестановка цветов.

При выполнении цветовой перестановки возможны два варианта: 1) цветовая перестановка в рамках текущего объекта, подвергаемого геометрическим преобразованиям; 2) полная замена цвета текущего объекта без учета цветового различия его внутренних элементов. Выбор

одного из двух вариантов, который влияет на размеры однородных по цвету областей в синтезированном узоре, производится пользователем в диалоговом окне путем активации или деактивации параметра «Изменение цвета в розетке». Для поиска и замены цвета в пределах выделенного объекта написана отдельная подпрограмма.

Синтезированные программой узоры являются стандартными векторными объектами CorelDRAW, которые описываются кривыми Безье. Их можно при необходимости редактировать как по форме, так и по цвету, используя инструменты базовой программы, а также сохранять в виде файла векторной графики.

Примеры узоров, синтезированных в автоматическом режиме, приведены на рис. 3. Синтезированные узоры характеризуются разнообразием формы и цветовых комбинаций векторных элементов. При этом цветовые области в рамках

узора распределены упорядоченно, т. е. подчиняются законам цветной симметрии. Такие узоры могут использоваться для художественного оформления печатной продукции, а также в тех случаях, когда требуется максимально усложнить ее несанкционированное воспроизведение третьими лицами. Возможность выполнения защитной функции обусловлена тем, что воссоздание векторных узоров такого типа в ручном режиме очень трудоемко.

Следует также отметить, что автоматический синтез узора на основе параметров, определенных с помощью генератора случайных чисел, не всегда способен обеспечить приемлемый с эстетической точки зрения результат. С учетом вышесказанного синтезированные узоры должны быть подвергнуты эстетической оценке со стороны дизайнера.

Заключение. В данной работе предложен и программно реализован подход к синтезу изображений с цветной симметрией, состоящий в комбинации геометрических преобразований базового графического элемента с цветовыми перестановками. Реализация предложенного подхода позволяет повысить производительность технической работы в графических программах и предоставляет дизайнеру больше возможностей для решения задач художественного оформления. Для большей функциональности программных средств синтеза в будущем можно расширить перечень геометрических конфигураций базовых элементов, а также предоставить пользователю возможность составлять и редактировать последовательность симметрических преобразований в диалоговом режиме.

Литература

1. Сипайло С. В. Создание орнаментальных изображений с помощью встраиваемого программного модуля CorelDRAW // Труды БГТУ. Сер. IX, Издат. дело и полиграфия. 2007. Вып. XV. С. 17–20.
2. Сипайло С. В. Автоматизация синтеза векторных криволинейных контуров со свойствами симметрии в CorelDRAW // Труды БГТУ. 2014. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 3–7.
3. Сипайло С. В. Реализация автоматического синтеза векторных узоров в допечатном процессе на языке VBA // Труды БГТУ. 2015. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 125–129.
4. Шубников А. В., Копчик В. А. Симметрия в науке и искусстве. Москва; Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. 560 с.
5. Белов Н. В., Тархова Т. Н. Группы цветной симметрии // Кристаллография. 1956. Т. 1. № 1. С. 4–17.

References

1. Sipaila S. U. Creation of ornamental images using embedded software module CorelDRAW. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU]. Series IX, Printing and Publishing, 2007, issue XV, pp. 17–20 (In Russian).
2. Sipaila S. U. Automation of synthesis of vector curved contours with symmetry properties in CorelDRAW. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2014, no. 9: Printing and Publishing, pp. 3–7 (In Russian).
3. Sipaila S. U. Implementation automatic synthesis of vector patterns in prepress in language VBA. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], 2015, no. 9: Printing and Publishing, pp. 125–129 (In Russian).
4. Shubnikov A. V., Koptsik V. A. *Simmetriya v nauke i iskusstve* [Symmetry in science and art]. Moscow – Izhevsk, Institut komp'yuternykh issledovaniy Publ., 2004. 560 p.
5. Belov N. V., Tarkhova T. N. Color Symmetry groups. *Kristallografiya* [Crystallography], 1956, vol. 1, no. 1, pp. 4–17 (In Russian).

Информация об авторе

Сипайло Сергей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова 13а, Республика Беларусь). E-mail: svsip@tut.by

Information about the author

Sipaila Siarhei Uladzimiravich – PhD (Engineering), Assistant Professor, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: svsip@tut.by

Поступила 16.05.2016

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ	5
Громыко И. Г. Сравнительная характеристика потерь информационной емкости оттисков листовой и рулонной офсетной печати	5
Благодир О. Л., Величко Е. М. Влияние поверхностной энергии печатной формы и вязкости краски на краскоперенос во флексографии	11
Киричек Т. Ю., Коротенко Е. В. Использование контактной и бесконтактной профилометрии для исследования поверхности оттисков металлографской печати	16
Морфлюк В. Ф., Карпенко И. С., Чуркин В. В. Метод цифрового определения параметров моделирования совмещения красок в листопередающей системе печатных машин	22
Кулак М. И., Медяк Д. М., Терешко Г. П. Оптический способ контроля качества реза при обрезке книг и книжных блоков	29
Кулак М. И., Терешко Г. П., Медяк Д. М., Олейник Р. С. Взаимосвязь структурно-механических характеристик бумаги и прочности клеевого соединения при ламинировании оттисков	34
Маик В. З., Дудок Т. Г. Исследование процесса нанесения шрифта Брайля методом вакуумного формирования	40
ПОЛИГРАФИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	44
Беляев В. П. Электропривод постоянного тока для полиграфического оборудования	44
Сулим П. Е., Юденков В. С. Метод улучшения процесса растривания на ризографе EZ371E на основе программно-гибридной технологии	53
ПОЛИГРАФИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ	58
Барковский Е. В., Медяк Д. М. Исследование модели краскопереноса с учетом закономерностей износа офсетного полотна	58
ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ УПАКОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА	62
Голуб Н. С., Кулак М. И. Теоретическая оценка надежности технологии офсетных формных процессов	62
Коротыш Е. А., Трусевич Н. Э. Моделирование недельной и сезонной динамики работоспособности операторов в полиграфическом технологическом процессе	68
ЭКОНОМИКА, ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ В ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ	72
Трусевич Н. Э., Бабурко Е. П., Кулак М. И. Количественная оценка уровня системности организационных структур управления	72

ПЕЧАТЬ В ЦЕЛОМ. КНИГОВЕДЕНИЕ	77
Куліковіч У. І. Актуальнасць стварэння арфаграфічнага слоўніка «Ужыванне і напісанне прыставак / часціц не (ня), ні (ані)»	77
Зылевіч Д. П. Рэдактарскі аналіз канцэпцыі кніжнай серыі для дзяцей	82
Маруняк Т. М. Концепцыя духоўна-просветительнага издання на прымере кнігі архіепіскапа Арыстарха (Станкевіча) «Слова преподобнаго Симеона Нового Богослова и их особенности»	87
Ковалевская Н. И., Петрова Л. И. Детское чтение: процесс трансформации	93
Лабоха Е. К. Нормативная документация Беларуси в сфере книгоиздания на рубеже XX–XXI веков	99
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ	105
Шмаков М. С., Савинко А. А., Пятинкин Е. Э. Система автоматизации подготовки изданий с использованием шрифта Брайля	105
Анкуда Д. А. Система управления вязкостью флексографских красок на основе регулятора нечеткой логики	109
Сипайло С. В. Синтез изображений с цветной симметрией путем сопряжения цветовых перестановок с геометрическими преобразованиями	115

CONTENTS

TECHNOLOGY OF POLYGRAPHIC MANUFACTURES	5
Gromyko I. G. Comparative characteristics of the loss of information capacity impressions sheet and web offset printing	5
Blagodir O. L., Velichko Ye. M. The effect of the printing plate surface energy and ink viscosity on ink transfer process in flexographic printing	11
Kirichek T. Yu., Korotenko Ye. V. Usage of contact and noncontact profilometrical methods for investigation of intaglio printing surfaces	16
Morflyuk V. F., Karpenko I. S., Churkin V. V. The method of digital determining the modeling parameters of register the colors in sheet transfer system in printing press	22
Kulak M. I., Medyak D. M., Tereshko G. P. Optical method of quality control of the cut when cropping books and book units	29
Kulak M. I., Tereshko G. P., Medyak D. M., Oleynik R. S. Interrelation of structural and mechanical characteristics of paper and durability of glue connection at lamination of prints	34
Maik V. Z., Dudok T. G. Research of process of drawing of font Braille's by vacuum formation	40
THE POLYGRAPHIC EQUIPMENT	44
Belyaev V. P. The direct current drive for the polygraphic equipment	44
Sulim P. Ye., Yudenkov V. S. Rasterization process improvement techniques on risograph EZ371E based on program-hybrid technology	53
POLYGRAPHIC MATERIALS	58
Barkovskiy E. V., Medyak D. M. Research of the ink transfer model taking into account regularities of the offset blanket wear	58
TECHNOLOGY AND THE EQUIPMENT OF PACKING MANUFACTURE	62
Golub N. S., Kulak M. I. Theoretical estimation of technology offset forming processes reliability	62
Korotysh Ye. A., Trusevich N. E. Modeling weekly and seasonal dynamics of performance of operators in the process of printing technology	68
ECONOMY, THE ORGANIZATION AND MANAGEMENT IN THE PUBLISHING AND PRINTING COMPLEX	72
Trusevich N. E., Baburko Ye. P., Kulak M. I. Quantitative assessment of systemic organizational structures of management	72

THE PRESS AS A WHOLE. BIBLIOLOGY	77
Kulikovich U. I. The relevance of the spelling-book “Usage and writing of prefixes / paticles (ne / nya, ni / ani)”	77
Zylevich D. P. Concept of the children’s book series: editorial analysis.....	82
Maruniak T. M. The conception of spiritual and educational publications on the example of archbishop Aristarkh (Stankevich) “The words of the venerable Simeon the New Theologian and their peculiarities”	87
Kovalevskaya N. I., Petrova L. I. Children’s reading: the process of transformation	93
Labokha E. K. Belarusian governing documents regulating publishing field at the turn of XXI century	99
INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES	105
Shmakov M. S., Savinko A. A., Pyatinkin Ye. E. Braille printing automation system	105
Ankuda D. A. Viscosity control of flexo ink based on fuzzy logic controller	109
Sipaila S. U. Synthesis of images with color symmetry by coupling of color rearrangements to geometrical transformations	115

Уважаемые читатели!

С 2017 года журнал «Труды БГТУ» будет выходить по сериям:

1. Лесное хозяйство, природопользование и переработка возобновляемых ресурсов.
2. Химические и биотехнологии, геоэкология.
3. Физико-математические науки и информатика.
4. Принт и медиа технологии.
5. Экономика и управление.
6. История, философия, филология.

Просим обратить внимание на график выхода серий журнала:

январь – серия 1, № 1 – 15 числа;
февраль – серия 2, № 1 – 15 числа;
март – серия 3, № 1 – 15 числа;
апрель – серия 4, № 1 – 15 числа;
май – серия 5, № 1 – 15 числа;
июнь – серия 6, № 1 – 15 числа;
июль – серия 1, № 2 – 15 числа;
август – серия 2, № 2 – 15 числа;
сентябрь – серия 3, № 2 – 15 числа;
октябрь – серия 4, № 2 – 15 числа;
ноябрь – серия 5, № 2 – 15 числа;
декабрь – серия 6, № 2 – 15 числа.

Редакторы: *Е. И. Гоман, Р. М. Рябая*
Компьютерная верстка *Е. В. Ильченко*
Корректоры: *Е. И. Гоман, Р. М. Рябая*

Подписано в печать 05.12.2016. Формат 60×84¹/₈.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 14,4. Уч.-изд. л. 15,3.
Тираж 110 экз. Заказ .

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.